



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM  
(IPA) BABAKAN PDAM TIRTA KERTA RAHARJA  
KOTA TANGERANG**

**SKRIPSI**

**AFRIKE WAHYUNI SAPUTRI**

**06 06 03 2064**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPOK  
JULI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM  
(IPA) BABAKAN PDAM TIRTA KERTA RAHARJA  
KOTA TANGERANG**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**AFRIKE WAHYUNI SAPUTRI**

**06 06 03 2064**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPOK  
JULI 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Afrike Wahyuni Saputri**

**NPM : 0606032064**

**Tanda Tangan :** 

**Tanggal : 12 Juli 2011**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Afrike Wahyuni Saputri  
NPM : 0606032064  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul Skripsi : Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA)  
Babakan PDAM Tirta Kerta Raharja Kota  
Tangerang

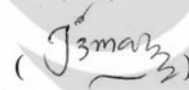
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Djoko M. Hartono, S.E., M.Eng



Pembimbing : Ir. Irma Gusniani, MSc.



Penguji : Dr. Ir. Gabriel S. B Andari K. M.Eng



Penguji : Dr. Nyoman Suwartha ST., MT., MAgr



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 12 Juli 2011

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Djoko M. Hartono, SE, M.Eng dan Ibu Ir. Irma Gusniani, M.Sc selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan dan membimbing saya dalam penyusunan skripsi ini
2. Pak Noto, Pak Ujang, Ibu Dewi, dan Ibu Elsa, selaku pegawai PDAM yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan
3. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Semua dosen Teknik Lingkungan atas ilmu yang diberikan selama ini dan teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2006 atas semua kerjasamanya
5. Gunawan Muhamad Alif, ST dan semua pihak yang telah membantu saya dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak bisa disebutkan namanya satu-persatu.

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

Depok, Juli 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afrike Wahyuni Saputri  
NPM : 0606032064  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:


EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM (IPA) BABAKAN  
PDAM TIRTA KERTA RAHARJA KOTA TANGERANG

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 12 Juli 2011

Yang menyatakan

  
(Africke Wahyuni Saputri)

## ABSTRAK

Nama : Afrike Wahyuni Saputri  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Babakan PDAM  
Tirta Kerta Raharja Kota Tangerang

Air 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 Kota Tangerang secara umum, maka kebutuhan akan air minum juga akan terus meningkat. Dan usia instalasi yang sudah tua (28 tahun) serta belum pernah dilakukan evaluasi dan perbaikan. Untuk itu, diperlukan evaluasi dan optimalisasi kinerja dari instalasi. Kinerja instalasi pengolahan air diketahui melalui evaluasi dengan meninjau kualitas dan kuantitas air baku yang digunakan, kualitas air produksi yang dihasilkan, dan kapasitas pengolahan instalasi (IPA) Babakan. Dari hasil evaluasi dapat dilakukan optimalisasi kinerja instalasi untuk mengetahui efektifitas pengolahan dari instalasi. Metode penelitian yang akan dilakukan adalah observasi secara langsung ke IPA Babakan. Hasil dari evaluasi instalasi eksisting dengan debit 80 L/dtk adalah dapat mengolah air baku sehingga menghasilkan air minum yang memenuhi baku mutu. Namun terdapat beberapa masalah pada beberapa unit pengolahan yang sebaiknya diperbaiki guna meningkatkan kinerja instalasi.

Kata kunci :  
Evaluasi, instalasi pengolahan air, air minum

## ABSTRACT

Name : Afrike Wahyuni Saputri  
Major Study : Environmental Engineering  
Title : Evaluation of Drinking Water Treatment Plant (IPA) Babakan  
PDAM Tirta Kerta Raharja Tangerang City

Water is one of the major needs in supporting human life. The need for drinking water continues to increase along with the increasing of population and its activities. As the increasing number of population in Tangerang city in general, the demand for drinking water will also continue to increase. The installation was old (28 years) and has never been evaluated and repaired before. That is why, it needs an evaluation and performance optimization of the installation. The Performance of water treatment plant can be known through the evaluation by reviewing the quality and quantity of raw water used, quality of water production, and installation of processing capacity (IPA) Babakan. From the results of the evaluation we can do an optimizing the performance of the installation to determine the effectiveness of the installation process. The research method is done by direct observation on the IPA Babakan. The results of the evaluation of existing installations with the discharge 80 L / sec are able to treat raw water to produce drinking water that meets quality standards. But there are some problems in several processing units that should be improved to enhance the performance of the installation.

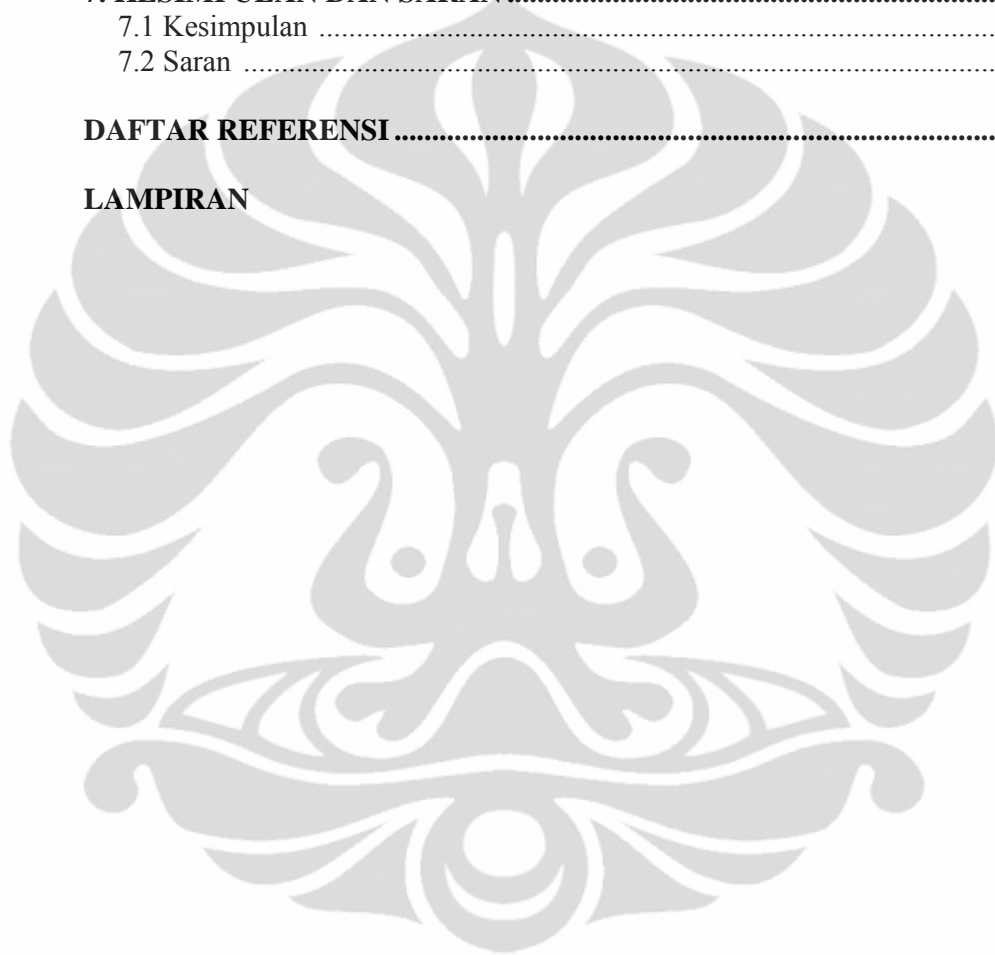
Keywords :  
Evaluation, Water treatment installation, Drinking water



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Penelitian .....	3
1.6 Model Operasional Penelitian .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Umum .....	5
2.2 Sumber Air Minum .....	5
2.3 Kualitas Air Minum .....	6
2.4 Sistem Pengolahan Air Minum .....	11
2.5 Unit Instalasi Pengolahan Air Minum .....	11
<b>3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
3.1 Tempat Penelitian .....	36
3.2 Jenis Data Penelitian .....	36
3.3 Metode Penelitian .....	37
<b>4. GAMBARAN UMUM OBJEK STUDI.....</b>	<b>41</b>
4.1 Kota Tangerang .....	41
4.2 PDAM Tirta Kerta Raharja.....	49
<b>5. KONDISI EKSISTING IPA BABAKAN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Umum .....	51
5.2 <i>Raw Water Intake</i> (Penyadapan Air Baku).....	53
5.3 Bak Pengumpul Air Baku.....	55
5.4 Bak Pengaduk Cepat dan Lambat.....	56
5.5 Bak Sedimentasi .....	59
5.6 Unit Filter .....	60
5.7 Reservoir.....	62

5.8 Sistem Bahan Kimia .....	62
5.9 Kualitas Air.....	64
<b>6. EVALUASI INSTALASI BABAKAN .....</b>	<b>67</b>
6.1 Evaluasi Kualitas Air .....	67
6.2 Evaluasi IPA Babakan .....	74
<b>7. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>99</b>
7.1 Kesimpulan .....	99
7.2 Saran .....	100
<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>101</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Siklus Hidrologi .....	6
Gambar 2.2. Skema Pengolahan Air Minum .....	12
Gambar 2.3. Injektor khlorin.....	36
Gambar 3.1. Kerangka Berpikir .....	40
Gambar 4.1. Peta Tangerang.....	44
Gambar 5.1. Sistem pengolahan air minum eksisting.....	55
Gambar 5.2. Unit pengolahan Instalasi Babakan.....	55
Gambar 5.3. Intake IPA Babakan .....	57
Gambar 5.4. Bak Pengumpul Air Baku .....	59
Gambar 5.5. Bak Koagulasi .....	60
Gambar 5.6. Bak Flokulasi.....	61
Gambar 5.7. Bak Sedimentasi.....	63
Gambar 5.8. Bak Filtrasi .....	64
Gambar 5.9. Bak reservoir .....	65
Gambar 5.10. Bak Pembubuhan Koagulan.....	66
Gambar 5.11. Bak Disinfektan.....	67
Gambar 6.1. Saluran Intake.....	86
Gambar 6.2. Desinfektan.....	107

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Suhu Untuk Masing-Masing Golongan Air .....	9
Tabel 2.2. Kriteria Desain <i>Horizontal Baffled Channel</i> .....	20
Tabel 2.3. Karakteristik Media Filter.....	28
Tabel 2.4. Kriteria Desain Unit Saringan Pasir Cepat .....	29
Tabel 4.1. Jumlah Puskesmas di Kota Tangerang Tahun 2005 .....	50
Tabel 5.1. Kualitas Air Baku Tahun 2009 .....	68
Tabel 5.2. Kualitas Air Produksi Tahun 2009 .....	70
Tabel 6.1. Perbandingan Kualitas Air Baku Sungai Cisadane Tahun 2009 Dengan Standar Kualitas Air Baku di Indonesia.....	73
Tabel 6.2. Perbandingan Kualitas Air Produksi Instalasi Babakan Tahun 2009 Dengan Standar Kualitas Air Minum.....	78
Tabel 6.3. Perbandingan Kualitas Air Baku dan Air Produksi Instalasi Babakan Tahun 2009 Beserta Standar Kualitasnya Masing-masing .....	82
Tabel 6.4. Hasil Perhitungan Unit Koagulasi.....	90
Tabel 6.5. Hasil Perhitungan Unit Flokulasi.....	96
Tabel 6.6. Hasil Perhitungan Unit Sedimentasi .....	100
Tabel 6.7. Perhitungan Headloss Media Saringan dan Penyangga.....	104
Tabel 6.8. Hasil Perhitungan Unit Filtrasi .....	105

## DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1. Intake.....	1
Gambar 2. Sump Pump Pit dan Banguna Pompa.....	1
Gambar 3. Bangunan Bak Pengumpul dan Bak Koagulasi.....	1
Gambar 4. Buffel Channel dan Bak Sedimentasi.....	2
Gambar 5. Bak Filtrasi .....	2
Gambar 6. Effluent Filter .....	2
Gambar 7. Reservoir dan Gas Klor .....	3
Gambar 8. IPA Babakan .....	3
Gambar 9. Layout IPA Babakan.....	4
Gambar 10. Layout IPA Babakan Tampak Samping.....	5
Gambar 11. Layout Potongan Bak Sedimentasi .....	6
Gambar 12. Layout Unit Filtrasi Tampak Samping.....	7

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Air merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan kebutuhan manusia. Keberadaan air di muka bumi ini sangat berlimpah, mulai dari mata air, sungai, waduk, danau, laut, hingga samudera. Luas wilayah perairan lebih besar dari pada luas wilayah daratan. Walaupun demikian tidak seluruhnya dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Salah satunya adalah kebutuhan akan air bersih dan air minum.

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 dapat memenuhi standar sebagai air bersih maupun air minum. Faktor kualitas air baku sangat menentukan efisiensi pengolahan. Faktor-faktor kualitas air baku dapat meliputi warna, kekeruhan, pH, kandungan logam, kandungan zat-zat kimia, dan lain-lainnya. Untuk melakukan proses pengolahan tersebut dibutuhkan suatu instalasi yang sesuai dengan kuantitas dan kualitas yang diinginkan.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Kerta Raharja merupakan perusahaan yang melayani kebutuhan air minum di Kabupaten Tangerang. Dan IPA Babakan merupakan salah satu instalasi yang mengolah air minum tersebut serta merupakan IPA yang paling tua umurnya yaitu 28 tahun yang belum pernah dilakukan evaluasi dan perbaikan.

Kehandalan sistem di suatu Instalasi Pengolahan Air (IPA) dapat dilihat dari 3 hal, yaitu kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air yang diproduksi. Dimana ketiga kondisi tersebut dapat dicapai bila persyaratan kondisi teknis dan non teknis dapat terpenuhi dengan baik. Namun dalam persyaratan-persyaratan tersebut, adakalanya sulit dipenuhi mengingat usia dan kondisi IPA yang rata-rata sudah lama dan tua. Selain itu, karena peningkatan jumlah penduduk dan kegiatannya, yang mengakibatkan meningkatnya kebutuhan terhadap air minum. Karena keterbatasan kemampuan IPA tersebut, baik dari segi kualitas, kuantitas,

dan kontinuitas maupun jangkauan pelayanan menjadikan kendala dalam memenuhi kebutuhan air minum di Kota Tangerang.

Selain itu, penggunaan sumber air baku untuk pengolahan air minum di IPA Babakan ini yang berasal dari air permukaan yaitu air Sungai Cisadane yang dipengaruhi oleh lingkungan, iklim dan cuaca, yang dari waktu ke waktu kualitas air permukaan ini akan berubah akibat adanya pencemaran selama alirannya.

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas maka diperlukan suatu evaluasi terhadap kapasitas dan unit pengolahan air minum yang ada sehingga dapat memberikan gambaran terhadap kondisi-kondisi yang ada pada bangunan pengolahan air, sehingga dapat memberikan masukan yang dianggap perlu dalam mengatasi permasalahan yang ada di unit pengolahan air minum yang ada di Instalasi (IPA) Babakan, Kota Tangerang.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Rumusan masalah pada skripsi ini adalah:

- Apa saja permasalahan yang ada di Instalasi (IPA) Babakan yang berusia 28 tahun mulai dari intake sampai reservoir?
- Apakah kualitas air baku yang digunakan di Instalasi (IPA) Babakan sudah memenuhi persyaratan kualitas air minum pada Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air?
- Apakah kualitas air produksi yang dihasilkan oleh Instalasi (IPA) Babakan sudah memenuhi persyaratan kualitas air minum pada Keputusan Menteri Kesehatan No.907 tahun 2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum?
- Apakah instalasi pengolahan dan jumlah air yang diproduksi di Instalasi (IPA) Babakan ini sudah mencukupi untuk kebutuhan air minum di Kota Tangerang?
- Apakah Instalasi (IPA) Babakan masih bisa dioptimalkan?
- Bagaimana optimalisasi di Instalasi (IPA) Babakan ini?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

- Mengetahui permasalahan yang ada di Instalasi (IPA) Babakan
- Memberikan solusi penyelesaian terhadap masalah yang ada di Instalasi (IPA) Babakan
- Memberi rekomendasi perbaikan dan optimalisasi berdasarkan hasil evaluasi Instalasi (IPA) Babakan untuk memenuhi kebutuhan air minum di wilayah Kota Tangerang.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- Mengetahui kinerja Instalasi (IPA) Babakan untuk meningkatkan produktivitasnya baik dari segi kualitas maupun kuantitas dari air produksinya
- Menjadi masukan atau usulan untuk mengembangkan Instalasi (IPA) Babakan

### 1.5. Batasan Penelitian

Penulisan skripsi ini dibatasi oleh beberapa hal, yaitu sebagai berikut:

- Evaluasi dilakukan di Instalasi (IPA) Babakan dengan kapasitas produksi yaitu 80 L/dtk terhadap kinerja dan kapasitas desain unit-unit pengolahan dari intake sampai reservoir pada kondisi eksisting (tahun 2010).
- Tidak menghitung proyeksi jumlah penduduk dan pengembangan instalasi
- Tidak membahas jaringan distribusi
- Tidak membahas dan menghitung masalah pembiayaan

### 1.6. Model Operasional Penelitian

1. Hal pertama yang dilakukan dalam penelitian yaitu pengumpulan data-data penunjang penelitian yang didapatkan dari observasi, wawancara, studi literatur dan pengukuran langsung di Instalasi (IPA) Babakan, sehingga diperoleh data primer dan sekunder.



2. Pengolahan data–data penunjang penelitian yang telah didapat, lalu menganalisanya, sebelum melakukan evaluasi terhadap kinerja IPA Babakan.
3. Mengevaluasi kondisi eksisting IPA babakan dengan mengidentifikasi penyebab permasalahan yang ada di IPA Babakan, perhitungan ulang kapasitas desain unit-unit pengolahan dan mencari solusi penyelesaiannya.
4. Perancangan optimalisasi di Instalasi (IPA) Babakan.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Umum**

Air merupakan senyawa kimia yang berbentuk cair, sehingga sangat fleksibel digunakan oleh makhluk hidup sebagai media transportasi makanan di dalam tubuhnya. Fungsi air bagi kehidupan tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Badan manusia terdiri dari sekitar 65% air, kehilangan cukup banyak air dari badan akan mengakibatkan banyak masalah dan mungkin dapat menyebabkan kematian. Air ini digunakan manusia selain untuk minum juga untuk kebutuhan sehari-hari lainnya seperti mandi, cuci, dan juga digunakan untuk pertanian, perikanan, perindustrian, dan lain-lain.

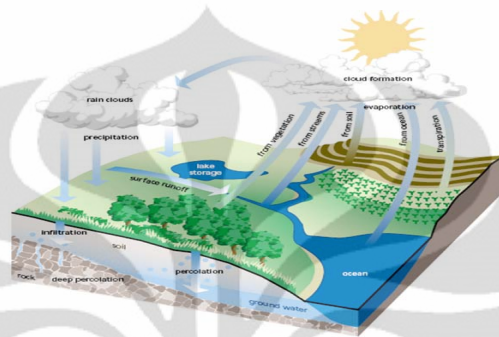
Penyediaan air bersih untuk kebutuhan manusia harus memenuhi empat konsep dasar yaitu dari segi kuantitas, kualitas, kontinuitas dan ekonomis. Dari segi kuantitas; air harus cukup untuk memenuhi segala kebutuhan manusia, dari segi kualitas; air harus memenuhi persyaratan kesehatan terutama untuk air minum, dari segi kontinuitas; air tersebut selalu ada berputar pada siklusnya dan tidak pernah hilang, dan dari segi ekonomis; harga jual air tersebut harus dapat terjangkau oleh segala kalangan masyarakat mengingat air sangat dibutuhkan oleh semua golongan tanpa kecuali.

#### **2.2. Sumber Air Bersih**

Dalam penyediaan air bersih, kita tidak lepas dari sumber air darimana air tersebut berasal. Secara garis besar, air di alam ini yang dapat dimanfaatkan terbagi atas:

1. Air hujan
2. Air permukaan (air sungai, air danau, mata air)
3. Air tanah
4. Air laut

Ke-empat sumber air baku tersebut mempunyai hubungan satu sama lain yang merupakan satu mata rantai yang tidak dapat diputuskan yang disebut daur hidrologi. Pada dasarnya jumlah air di alam ini tetap, hanya berputar-putar mengikuti siklus hidrologi tersebut. Siklus hidrologi dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 2.1. Siklus Hidrologi**

(Presentasi Perancangan Infrastruktur Keairan, 2008)

### 2.3. Kualitas Air Minum

Semua air biasanya tidak sempurna, selalu mengandung senyawa pencemar. Bahkan tetesan air hujan selalu tercemari debu dan karbon dioksida waktu jatuh dari langit. Terutama pada air permukaan yang biasanya menjadi sumber air baku air minum.

Standarisasi kualitas air minum diperuntukkan bagi kehidupan manusia, tidak mengganggu kesehatan dan secara estetika diterima serta tidak merusak fasilitas penyediaan air bersih itu sendiri. Sumber air permukaan ini dapat berupa sungai, danau, waduk, mata air, dan air saluran irigasi. Kebanyakan senyawa pencemar pada air permukaan ini berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, dan lain-lain.

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tanggal 14 Desember tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, maka klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 golongan, yaitu:

a. Golongan I (satu)

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau

peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

b. Golongan II (dua)

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

c. Golongan III (tiga)

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

d. Golongan IV (empat)

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Berdasarkan peraturan dari pemerintah maka 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.

Pada parameter fisik unsur-unsur yang harus diperhatikan adalah kekeruhan, warna, zat padat terlarut dan suhu. Pada parameter kimia unsur-unsur yang perlu diperhatikan adalah derajat keasaman (pH), senyawa organik seperti senyawa logam, sulfida, dan lain-lain. Sedangkan senyawa organik seperti minyak, deterjen, dan lain-lain. Pada parameter mikrobiologi unsur-unsur yang perlu diperhatikan adalah bakteri koliform.

Agar kualitas air yang akan dikonsumsi dapat memenuhi persyaratan kesehatan, maka pemerintah dalam hal ini menteri kesehatan mengeluarkan peraturan berupa persyaratan kualitas air minum seperti yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.907/Menkes/Per/IX/2002.

Beberapa uraian tentang parameter kualitas air bersih akan dibahas berikut ini, yaitu:

### 1. Kekeruhan

Kekeruhan yang terjadi pada air disebabkan karena air mengandung bahan suspensi yang dapat menghambat sinar menembus air dan berbagai macam partikel yang bervariasi ukurannya mulai koloid sampai yang kasar. Bahan organik yang masuk ke dalam air sungai juga menyebabkan kekeruhan air bertambah, hal ini disebabkan karena bahan organik merupakan makanan bagi bakteri, akibatnya bakteri berkembang dan mikroorganisme yang memakan bakteri juga bertambah. Kekeruhan sangat penting dalam penyediaan air bersih karena ditinjau dari segi estetika setiap pemakaian air mengharapkan memperoleh air yang jernih, sedangkan dari segi pengolahan airnya penyaringan air menjadi lebih mahal bila kekeruhan meningkat, karena saringan akan cepat tersumbat sehingga meningkatkan biaya pembersihan. Alat ukur yang digunakan adalah turbidimeter. Satuan unit kekeruhan yang sering digunakan adalah NTU (*Nephelometer Turbidity Unit*), FTU (*Formazin Turbidity Unit*), JTU (*Jackson Candle Turbidity Unit*).

### 2. Warna

Penyebab warna dalam air adalah sisa-sisa bahan organik seperti daun, dahan-dahan, dan kayu yang telah membusuk. Zat besi kadang-kadang juga penyebab warna yang tinggi potensinya. Air permukaan yang berwarna kuat biasanya disebabkan oleh partikel tersuspensi yang berwarna. Warna air yang disebabkan oleh partikel suspensi menimbulkan warna yang disebut warna semu (*Apperent Colour*), berbeda dengan warna yang disebabkan oleh bahan-bahan organik yang berbentuk koloid yang disebut warna sejati (*True Colour*).

### 3. Rasa dan Bau

Rasa dan bau dalam air sering disebabkan adanya bahan-bahan organik dan memungkinkan adanya mikroorganisme penghasil bau yang mempengaruhi kenyamanan air. Penyebab bau umumnya tidak terdapat dalam jumlah konsentrasi yang cukup untuk bisa dideteksi kecuali hasil baunya itu sendiri.

#### 4. Suhu

Suhu untuk air minum yang diizinkan adalah sesuai dengan suhu normal atau dengan kondisi setempat. Suhu untuk masing-masing golongan (sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tanggal 14 Desember tahun 2001) dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.1. Suhu Untuk Masing-Masing Golongan Air**

<b>Golongan Air</b>	<b>Syarat Suhu Air</b>
Satu	Suhu udara $\pm 3$ °C
Dua	Suhu udara $\pm 3$ °C
Tiga	Suhu udara $\pm 3$ °C
Empat	Suhu udara $\pm 5$ °C

Dalam suatu industri tertentu, dibutuhkan air dengan suhu yang lebih tinggi dari suhu normalnya, sehingga air dengan suhu tinggi biasanya berasal dari air buangan industri. Ekosistem suatu air sungai dapat rusak bila menampung air buangan industri yang suhunya terlalu tinggi. Karena suhu air yang terlalu tinggi dapat membunuh mikrobiologi yang membantu menguraikan zat-zat yang mencemari air.

#### 5. Derajat Keasaman (pH)

pH adalah skala yang dipergunakan untuk menyatakan suatu air dalam keadaan basa atau asam, dengan pengukuran konsentrasi ion hydrogen, atau aktifitas ion hydrogen. Pengukuran pH ini sangat penting bagi penyediaan air minum, misalnya pada saat koagulasi dengan bahan kimia, disinfeksi, pelunakan air dan control korosi. Nilai pH yang tinggi menyebabkan air bersifat basa sehingga air terasa seperti air kapur dan pada air tersebut akan timbul flok-flok halus berwarna putih yang lama kelamaan akan mengendap sehingga kurang baik untuk dikonsumsi. Sedangkan nilai pH yang rendah menyebabkan air bersifat asam dan peka terhadap senyawa logam sehingga dapat menyebabkan korosi/karat pada pipa. Air dengan keadaan demikian tidak baik untuk dikonsumsi karena membahayakan kesehatan. Air yang normal tidak boleh bersifat asam maupun basa. Standar persyaratan kadar pH

yang diizinkan untuk air minum di Indonesia yaitu berkisar  $6,5 < \text{pH} < 9,0$ . Dengan kadar pH mendekati 7,0 maka air yang diminum terasa enak dan air itu tidak menyebabkan karat pada pipa-pipa baja.

#### 6. Kandungan Besi (Fe)

Besi ada di dalam tanah dan batuan, kebanyakan dalam *ferric oxide* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang tidak mudah larut. Juga dalam hal tertentu berbentuk *ferrous carbonat* ( $\text{FeCO}_3$ ) yang sedikit larut dalam air. Karena air tanah umumnya mengandung  $\text{CO}_2$  tinggi,  $\text{FeCO}_3$  menjadi larut dalam air. Air yang mengandung besi bila kontak dengan udara, oksigen dari udara akan larut dan air menjadi keruh sehingga estetika air menjadi tidak menyenangkan. Hal ini disebabkan karena oksidasi terhadap besi menjadi bentuk  $\text{Fe}^{3+}$  yang berbentuk koloid. Untuk mengikat besi dalam air dapat menggunakan klor (sebagai disinfektan). Air yang mengandung besi dalam jumlah yang tinggi akan mempengaruhi pekerjaan perpipaan dengan tumbuhnya bakteri dalam sistem perpipaan, menimbulkan warna pada air dan besi dalam air juga menyebabkan rasa logam pada air. Kandungan besi maksimum dalam air minum adalah 0,3 mg/liter.

#### 7. Mangan (Mn)

Mangan yang berada di dalam tanah berbentuk  $\text{MnO}_2$  dan tidak larut dalam air yang mengandung  $\text{CO}_2$  tinggi. Air yang mengandung mangan ini akan menimbulkan rasa dan bau logam, menyebabkan noda pada pakaian yang dicuci dan menimbulkan endapan dan korosi pada perpipaan. Kandungan mangan dalam air berbentuk Mangan bikarbonat. Untuk mengikat zat Mangan bikarbonat ini, biasanya dibubuhkan klor sebagai zat disinfektan. Sehingga banyaknya pembubuhan zat disinfektan ini sangat dipengaruhi oleh kandungan Mangan bikarbonat.

Reaksi antara Mangan bikarbonat dengan klor akan menghasilkan kandungan Mangan Dioksida yang jika mengendap akan berwarna coklat kehitaman dan menyebabkan air menjadi keruh. Mangan Dioksida ini biasanya mengendap di

pipa-pipa terutama pada bagian yang berlekuk, seperti kran-kran penutup dan ventil-ventil keamanan. Efek negatif yang terasa bila air mengandung kadar mangan yang cukup tinggi adalah pakaian yang dicuci akan berwarna kuning atau kecoklatan (terutama pakaian yang berwarna putih).

#### 8. Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ )

Zat organik dihasilkan oleh alga, mikroorganisme pengurai dalam proses dekomposisi (organisme yang sudah mati), humus tanah dan feces. Akibat yang ditimbulkan terhadap kenyamanan air adalah menimbulkan rasa dan bau yang kurang enak. Dan terhadap sistem perpipaan dapat menimbulkan korosivitas.

### 2.4. Sistem Pengolahan Air Minum

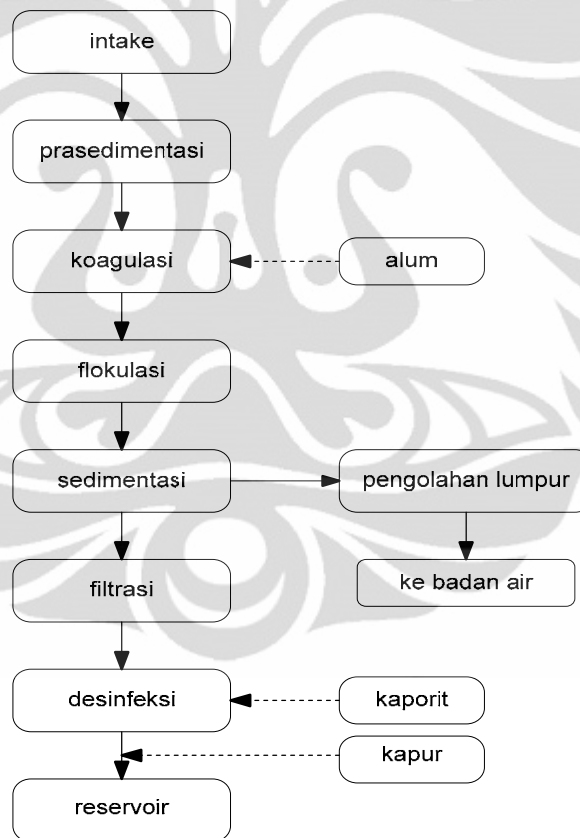
Pada umumnya Instalasi Pengolahan Air Minum merupakan suatu sistem yang mengkombinasikan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi serta dilengkapi dengan pengontrolan proses juga instrumen pengukuran yang dibutuhkan. Instalasi ini harus didesain untuk menghasilkan air yang layak dikonsumsi masyarakat bagaimanapun kondisi cuaca dan lingkungan. Selain itu, sistem dan subsistem dalam instalasi yang akan didesain harus sederhana, efektif, dapat diandalkan, tahan lama, dan murah dalam pembiayaan (Kawamura, 1991).

Tujuan dari sistem pengolahan air minum yaitu untuk mengolah sumber air baku menjadi air minum yang sesuai dengan standar kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Tingkat pengolahan air minum ini tergantung pada karakteristik sumber air baku yang digunakan. Sumber air baku berasal dari air permukaan dan air tanah. Air permukaan cenderung memiliki tingkat kekeruhan yang cukup tinggi dan adanya kemungkinan kontaminasi oleh mikroba yang lebih besar. Untuk pengolahan sumber air baku yang berasal dari air permukaan ini, unit filtrasi hampir selalu diperlukan. Sedangkan air tanah memiliki kecenderungan untuk tidak terkontaminasi dan adanya padatan tersuspensi yang lebih sedikit. Akan tetapi, gas terlarut yang ada pada air tanah ini harus dihilangkan, demikian juga kesadiahannya (ion-ion kalsium dan magnesium).



Eksplorasi air tanah secara besar-besaran sebagai sumber air baku tidak memungkinkan lagi karena selain air tanah dangkal telah banyak terpakai, pemakaian air tanah dalam akan membahayakan masyarakat sekitar. Penggunaan air tanah dalam akan menimbulkan ruang kosong di dalam tanah. Ruang kosong ini akan sangat rentan terhadap goyangan lempeng bumi yang akan mengakibatkan kelongsoran. Dengan pertimbangan tersebut, eksplorasi air ditekan pada peningkatan eksplorasi air permukaan dari sungai-sungai yang ada.

Secara umum, proses pengolahan air minum dengan sumber air baku yang berasal dari air permukaan dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 2.2. Skema Pengolahan Air Minum**

## 2.5. Unit Instalasi Pengolahan Air Minum

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

*Intake* merupakan bangunan penangkap atau pengumpul air baku dari suatu sumber sehingga air baku tersebut dapat dikumpulkan dalam suatu wadah untuk selanjutnya diolah. Unit ini berfungsi untuk:

- Mengumpulkan air dari sumber untuk menjaga kuantitas debit air yang dibutuhkan oleh instalasi pengolahan.
- Menyaring benda-benda kasar dengan menggunakan bar screen.
- Mengambil air baku sesuai dengan debit yang diperlukan oleh instalasi pengolahan yang direncanakan demi menjaga kontinuitas penyediaan dan pengambilan air dari sumber.
- Bangunan intake dilengkapi dengan screen, pintu air, dan saluran pembawa.

Rumus-rumus dan kriteria desain yang digunakan dalam perhitungan *intake*:

- Kecepatan aliran pada saringan kasar (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

Rumus

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

(2.1)

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, Motley, & Zhu, 2000)

Rumus

$$v = \frac{Q}{A_{eff}}$$

(2.2)

Dimana:

$v$  : kecepatan aliran (m/s)

$Q$  : debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$A$  : luas saringan ( $\text{m}^2$ )

eff: efisiensi (0,5 – 0,6)

- Kecepatan aliran pada pintu *intake* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

Rumus

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

(2.3)

Dimana:

$v$  : kecepatan (m/s)

$Q$  : debit aliran ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$A$  : luas bukaan ( $\text{m}^2$ )

- Kriteria desain (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

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

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

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

Lebar bukaan saringan kasar 5–8 cm

Lebar bukaan saringan halus  $\pm$  5 cm

## 2. Bak Penenang

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 penenang ini adalah sebagai berikut :

- Bak penenang dapat berbentuk bulat maupun persegi panjang.
- *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.

- *Freeboard* dari bak penenang sekurang-kurangnya 60 cm.
- Waktu detensi bak penenang  $> 1,5$  menit

### 3. Koagulasi

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

Destabilisasi partikel dapat diperoleh melalui mekanisme:

1. Pemanfaatan lapisan ganda elektrik
2. Adsorpsi dan netralisasi muatan
3. Penjaringan partikel koloid dalam presipitat
4. Adsorpsi dan pengikatan antar partikel

Secara umum proses koagulasi berfungsi untuk:

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

Pemilihan koagulan sangat penting untuk menetapkan kriteria desain dari sistem pengadukan, serta sistem flokulasi dan klarifikasi yang efektif. Koagulan sebagai bahan kimia yang ditambahkan ke dalam air tentunya memiliki beberapa sifat atau kriteria tertentu, yaitu :

1. Kation trivalen ( $^{+3}$ )

Koloid bermuatan negatif, oleh sebab itu dibutuhkan suatu kation untuk menetralkan muatan ini. Kation trivalen merupakan kation yang paling efektif.

2. Non toksik
3. Tidak terlarut pada batasan pH netral

Koagulan yang ditambahkan harus berpresipitasi di luar larutan sehingga ion tidak tertinggal dalam air. Presipitasi seperti ini sangat membantu dalam proses penyisihan koloid.

Koagulan yang paling umum digunakan adalah koagulan yang berupa garam logam, seperti aluminium sulfat, ferri klorida, dan ferri sulfat. Polimer sintetik juga sering digunakan sebagai koagulan.

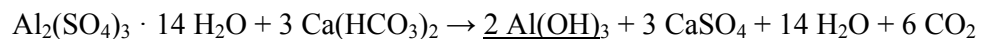
Perbedaan antara koagulan yang berupa garam logam dan polimer sintetik adalah reaksi hidrolitiknya di dalam air. Garam logam mengalami hidrolisis ketika dicampurkan ke dalam air, sedangkan polimer tidak mengalami hal tersebut.

Pembentukan produk hidrolisis tersebut terjadi pada periode yang sangat singkat, yaitu kurang dari 1 detik dan produk tersebut langsung teradsorb ke dalam partikel koloid serta menyebabkan destabilisasi muatan listrik pada koloid tersebut, setelah itu produk hidrolisis secara cepat terpolimerisasi melalui reaksi hidrolitik. Oleh sebab itu, pada pembubuhan koagulan yang berupa garam logam, proses pengadukan cepat (*flash mixing/rapid mixing*) sangat penting, karena:

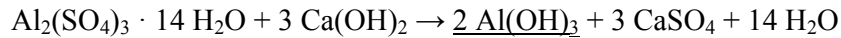
1. Hidrolisis dan polimerisasi adalah reaksi yang sangat cepat
2. Suplai koagulan dan kondisi pH yang merata sangat penting untuk pembentukan produk hidrolitik
3. Adsorpsi spesies ini ke dalam partikel koloid berlangsung cepat.

Sedangkan pada penggunaan koagulan polimer hal tersebut tidak terlalu kritis karena reaksi hidrolitik tidak terjadi dan adsorpsi koloid terjadi lebih lambat karena ukuran fisik polimer yang lebih besar, yaitu sekitar 2-5 detik.

Pada penggunaan aluminium sulfat sebagai koagulan, air baku harus memiliki alkalinitas yang memadai untuk bereaksi dengan aluminium sulfat menghasilkan flok hidroksida. Umumnya, pada rentang pH dimana proses koagulasi terjadi alkalinitas yang terdapat dalam bentuk ion bikarbonat. Reaksi kimia sederhana pada pembentukan flok adalah sebagai berikut :



Apabila air baku tidak mengandung alkalinitas yang memadai, maka harus dilakukan penambahan alkalinitas. Umumnya alkalinitas dalam bentuk ion hidroksida diperoleh dengan cara menambahkan kalsium hidroksida, sehingga persamaan reaksi koagulasinya menjadi sebagai berikut :



Sebagian besar air baku memiliki alkalinitas yang memadai sehingga tidak diperlukan penambahan bahan kimia lain selain aluminium sulfat. Rentang pH optimum untuk alum adalah 4.5 sampai dengan 8.0, karena aluminium hidroksida relatif tidak larut pada rentang tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi antara lain :

1. Intensitas pengadukan
2. Gradien kecepatan
3. Karakteristik koagulan, dosis, dan konsentrasi
4. Karakteristik air baku, kekeruhan, alkalinitas, pH, dan suhu

Pendekatan rasional untuk mengevaluasi pengadukan dan mendesain bak tempat pengadukan dilakukan telah dikembangkan oleh T.R. Camp (1955). Derajat pengadukan didasarkan pada daya (*power*) yang diberikan ke dalam air, dalam hal ini diukur oleh gradien kecepatan. Laju tabrakan partikel proporsional terhadap gradien kecepatan ini, sehingga gradien tersebut harus mencukupi untuk menghasilkan laju tabrakan partikel yang diinginkan.

Dikarenakan proses koagulasi dipengaruhi oleh faktor nomor 3 dan 4 di atas, maka dosis koagulan yang akan digunakan pada proses koagulasi ditentukan melalui prosedur jar tes di laboratorium. Pada dasarnya prosedur jar tes tersebut merupakan simulasi dari proses koagulasi dimana sampel air baku dituangkan pada satu seri gelas reaksi dan dibubuhkan koagulan dalam berbagai dosis, kemudian diberi putaran dengan kecepatan tinggi dan rendah untuk meniru proses koagulasi dan flokulasi. Aspek terpenting yang harus diperhatikan pada proses ini adalah waktu terbentuk flok, ukuran flok, karakteristik sedimentasi, persentase turbiditas dan warna yang dihilangkan, dan pH akhir air yang telah terkoagulasi dan terendapkan.

### **Pengadukan Cepat (*Rapid Mixing*)**

Tipe alat yang biasanya digunakan untuk memperoleh intensitas pengadukan dan gradien kecepatan yang tepat bisa diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Pengaduk Mekanis

Pengadukan secara mekanis adalah metode yang paling umum digunakan karena metode ini dapat diandalkan, sangat efektif, dan fleksibel pada pengoperasiannya. Biasanya pengadukan cepat menggunakan *turbine impeller*, *paddle impeller*, atau *propeller* untuk menghasilkan turbulensi (Reynolds, 1982). Pengadukan tipe ini pun tidak terpengaruh oleh variasi debit dan memiliki *headloss* yang sangat kecil.

Apabila terdapat beberapa bahan kimia yang akan dibubuhkan, aplikasi secara berurutan lebih dianjurkan, sehingga akan membutuhkan kompartemen ganda. Untuk menghasilkan pencampuran yang homogen, koagulan harus dimasukkan ke tengah-tengah *impeller* atau pipa inlet.

## 2. Pengaduk Pneumatis

Pengadukan tipe ini mempergunakan tangki dan peralatan aerasi yang kira-kira mirip dengan peralatan yang digunakan pada proses lumpur aktif. Rentang waktu detensi dan gradien kecepatan yang digunakan sama dengan pengadukan secara mekanis. Variasi gradien kecepatan bisa diperoleh dengan memvariasikan debit aliran udara. Pengadukan tipe ini tidak terpengaruh oleh variasi debit memiliki *headloss* yang relatif kecil.

## 3. Pengaduk Hidrolis

Pengadukan secara hidrolis dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain dengan menggunakan *baffle basins*, *weir*, *flume*, dan loncatan hidrolis. Hal ini dapat dilakukan karena masing-masing alat tersebut menghasilkan aliran yang turbulen karena terjadinya perubahan arah aliran secara tiba-tiba. Sistem ini lebih banyak dipergunakan di negara berkembang terutama di daerah yang jauh dari kota besar, sebab pengadukan jenis ini memanfaatkan energi dalam aliran yang menghasilkan nilai gradient kecepatan ( $G$ ) yang tinggi, serta tidak perlu mengimpor peralatan, mudah dioperasikan, dan pemeliharaan yang minimal (Schulz/Okun, 1984). Tetapi metode ini memiliki kekurangan antara lain tidak bisa disesuaikan dengan keadaan dan aplikasinya sangat terbatas pada debit yang spesifik.

### Persamaan-persamaan yang Digunakan

Persamaan waktu detensi dan gradien kecepatan yang digunakan untuk unit koagulasi hidrolis adalah sebagai berikut (Qasim, Motley, & Zhu, 2000) :

$$t_d = V/Q \quad (2.4)$$

$$G = \sqrt{\frac{gh_L}{vtd}} \quad (2.5)$$

Dimana :

$G$  : Gradien kecepatan ( $\text{dtk}^{-1}$ )

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

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

$h_L$  : *Headloss* karena friksi, turbulensi, dll (m)

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

$td$  = Waktu detensi (dtk)

Kriteria Desain Unit Koagulasi (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

- Gradien Kecepatan,  $G$  = 100 – 1000 ( $\text{detik}^{-1}$ )
- Waktu Detensi,  $t_d$  = 10 detik– 5 menit
- $G \times t_d$  = (30,000 – 60,000)

#### 4. Flokulasi

Flokulasi adalah tahap pengadukan lambat yang mengikuti unit pengaduk cepat. Tujuan dari proses ini adalah untuk mempercepat laju tumbukan partikel, hal ini menyebabkan aglomerasi dari partikel koloid terdestabilisasi secara elektrolitik kepada ukuran yang terendapkan dan tersaring.

Flokulasi dicapai dengan mengaplikasikan pengadukan yang tepat untuk memperbesar flok-flok hasil koagulasi. Pengadukan pada bak flokulasi harus diatur sehingga kecepatan pengadukan semakin ke hilir semakin lambat, serta pada umumnya waktu detensi pada bak ini adalah 20 sampai dengan 40 menit. Hal tersebut dilakukan karena flok yang telah mencapai ukuran tertentu tidak bisa menahan gaya tarik dari aliran air dan menyebabkan flok pecah kembali, oleh sebab itu kecepatan pengadukan dan waktu detensi dibatasi. Hal lain yang harus



diperhatikan pula adalah konstruksi dari unit flokulasi ini harus bisa menghindari aliran mati pada bak.

Terdapat beberapa kategori sistem pengadukan untuk melakukan flokulasi ini, yaitu :

1. Pengaduk Mekanis
2. Pengadukan menggunakan baffle channel basins

Pada instalasi pengolahan air minum umumnya flokulasi dilakukan dengan menggunakan horizontal *baffle channel* (*around-the-end baffles channel*). Pemilihan unit ini didasarkan pada kemudahan pemeliharaan peralatan, ketersediaan *headloss*, dan fluktuasi debit yang kecil.

#### Kriteria Desain Flokulasi dengan *Horizontal Baffled Channel*

Prinsip perhitungan G yang diperlukan dalam flokulasi pada dasarnya sama dengan koagulasi. Perbedaan yang mendasar terletak pada intensitas pengadukan dari kedua unit tersebut yang berbeda. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2. Kriteria Desain *Horizontal Baffled Channel***

Parameter	Satuan	Nilai	Sumber
$G \times td$		$10^4 - 10^5$	Droste, 1997
Gradien Kecepatan, G	detik <sup>-1</sup>	10 - 60	Droste, 1997
Waktu detensi, td	menit	15 - 45	Droste, 1997
Kecepatan aliran dalam bak, v	m/s	0.1 - 0.4	Huisman, 1981
Jarak antar baffle, l	m	>0.45	Schulz&Okun, 1984
Koefisien gesekan, k		2 - 3.5	Bhargava&Ojha, 1993
Banyak saluran, n		$\geq 6$	Kawamura, 1991
Kehilangan tekanan, $h_L$	m	0.3 - 1	Kawamura, 1991

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

1. Perhitungan Gradien Kecepatan (G)

Persamaan matematis yang dipergunakan untuk menghitung gradien kecepatan ini sama dengan perhitungan yang telah diberikan pada unit koagulasi (Qasim, Motley, & Zhu, 2000), yaitu:

$$G = \sqrt{\frac{gh_L}{vtd}}$$

(2.6)

Dimana :

G : Gradien kecepatan ( $\text{dtk}^{-1}$ )

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

$h_L$  : Headloss karena friksi, turbulensi, dll (m)

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

td : Waktu detensi (dtk)

## 2. Perhitungan Kehilangan Tekanan Total ( $H_{tot}$ )

Kehilangan tekanan total sepanjang saluran *horizontal baffle channel* ini diperoleh dengan menjumlah kehilangan tekanan pada saat saluran lurus dan pada belokan.

$$H_{tot} = H_L + H_b$$

(2.7)

Dimana :

- a.  $H_b$  adalah kehilangan tekanan pada belokan yang disebabkan oleh belokan sebesar  $180^\circ$ . Persamaan untuk menghitung besarnya kehilangan tekan ini adalah sebagai berikut:

$$H_b = k \frac{V_b^2}{2g}$$

(2.8)

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 ( $\text{m/s}^2$ )

- b.  $H_L$  adalah kehilangan tekanan pada saat aliran lurus. Kehilangan tekanan ini terjadi pada saluran terbuka sehingga perhitungannya didasarkan pada persamaan Manning :

$$V_L = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

(2.9)

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

(2.10)

Dimana :  $H_L$  : Kehilangan tekan pada saat lurus (m)

$n$  : Koefisien Manning,  
saluran terbuat dari beton  $n = 0,013$

$V_L$  : Kecepatan alirang pada saluran lurus (m/s)

$L$  : Panjang saluran (m)

$R$  : Jari-jari basah (m)

$A/P$

$A$  : Luas basah ( $m^2$ )

$P$  : Keliling basah (m)

## 5. Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut (Reynolds,1982). Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan air minum. Aplikasi utama dari sedimentasi pada instalasi pengolahan air minum adalah :

1. Pengendapan awal dari air permukaan sebelum pengolahan oleh unit saringan pasir cepat.
2. Pengendapan air yang telah melalui proses koagulasi dan flokulasi sebelum memasuki unit saringan pasir cepat.
3. Pengendapan air yang telah melalui proses koagulasi dan flokulasi pada instalasi yang menggunakan sistem pelunakan air oleh kapur-soda.
4. Pengendapan air pada instalasi pemisahan besi dan mangan.

Menurut Coe dan Clevenger (1916), yang kemudian dikembangkan oleh Camp (1946) dan Fitch (1956) dan dikutip dari Reynolds (1982), pengendapan yang terjadi pada bak sedimentasi bisa dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dari partikel dan kemampuan dari partikel tersebut

untuk berinteraksi. Penjelasan mengenai ke empat jenis pengendapan tersebut adalah sebagai berikut :

1. 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*.

2. 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.

3. Pengendapan Tipe III, *Zone/Hindered Settling*

Pengendapan tipe ini adalah pengendapan dari partikel dengan konsentrasi sedang, dimana partikel-partikel 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.

4. Pengendapan Tipe IV, *Compression Settling*

Pengendapan tipe ini 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.

Bak sedimentasi yang ideal dibagi menjadi 4 zona yaitu zona *inlet*, zona *outlet*, zona lumpur, dan zona pengendapan. Ada 3 bentuk dasar dari bak pengendapan yaitu *rectangular*, *circular*, dan *square*. Ada beberapa cara untuk meningkatkan performa dari proses sedimentasi, antara lain:

- Peralatan aliran laminar yang meningkatkan performa dengan membuat kondisi aliran mendekati kondisi ideal. Alat yang digunakan antara lain berupa *tube settler* ataupun *plate settler* yang dipasang pada outlet bak. Alat tersebut meningkatkan penghilangan padatan karena jarak pengendapan ke zona lumpur berkurang, sehingga *surface loading rate* berkurang dan padatan mengendap lebih cepat (Qasim, Motley, & Zhu, 2000).
- Peralatan *solid-contact* yang didesain untuk meningkatkan efisiensi flokulasi dan kesempatan yang lebih besar untuk partikel berkontak dengan *sludge blanket* sehingga memungkinkan pembentukan flok yang lebih besar.

Rumus-rumus dan kriteria desain yang digunakan dalam perhitungan sedimentasi, yaitu:

- Rasio panjang-lebar bak (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

Rumus rasio =

$$\frac{p}{l}$$

(2.11)

Dimana:

$p$  : panjang bak

$l$  : lebar bak

- *Surface loading rate* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

Rumus

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

(2.12)

Dimana:

$vt$  : *surface loading rate*

$Q$  : debit bak

$A$  : luas permukaan bak

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

Rumus

$$v_o = \frac{Q}{A \times \sin \alpha} \quad (2.13)$$

Dimana:

$v_o$  : kecepatan aliran pada *settler* (m/s)

$Q$  : debit bak ( $m^3/s$ )

$A$  : luas permukaan bak ( $m^2$ )

$\alpha$  : kemiringan *settler* =  $60^0$

- *Weir loading rate* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

Rumus

$$w = \frac{Q}{L} \quad (2.14)$$

Dimana:

$w$  : *weir loading rate* ( $m^3/m.hari$ )

$Q$  : debit bak ( $m^3/hari$ )

$L$  : panjang total weir (m)

- Bilangan Reynold dan bilangan Freud (Montgomery, 1985)

Rumus

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.15)$$

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu} \quad (2.16)$$

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R} \quad (2.17)$$

Dimana:

$R$  : jari – jari hidraulis (m)

$A$  : luas permukaan settler ( $m^2$ )

$P$  : keliling *settler* (m)

$v_o$  : kecepatan aliran di settler (m/s)

$\nu$  : viskositas kinematik ( $m^2/s$ )

$Re$  : *Reynolds number*

$Fr$  : *Froude number*

- Waktu detensi bak (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

Rumus

$$T = \frac{V_b}{Q}$$

(2.18)

Dimana:

$T$  : waktu detensi (s)

$V_b$  : volume bak ( $m^3$ )

$Q$  : debit bak ( $m^3/s$ )

- Waktu detensi settler (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

Rumus

$$T = \frac{V_s}{Q}$$

(2.19)

Dimana:

$T$  : waktu detensi (s)

$V_s$  : volume *settler* ( $m^3$ )

$Q$  : debit bak ( $m^3/s$ )

- Kriteria desain (Montgomery, 1985)

*Surface loading rate* = (60 - 150)  $m^3/m^2 \cdot day$

*Weir loading rate* = (90 - 360)  $m^3/m \cdot day$

Waktu detensi bak = 2 jam

Waktu detensi *settler* = 6 - 25 menit

Rasio panjang terhadap lebar = 3:1 - 5:1

Kecepatan pada <i>settler</i>	= (0,05 – 0,13) m/menit
<i>Reynold number</i>	< 2.000
<i>Froude number</i>	> $10^{-5}$

## 6. Filtrasi

Filtrasi adalah proses pemisahan padatan dan larutan, dimana larutan tersebut dilewatkan melalui suatu media berpori atau materi berpori lainnya untuk menyisihkan partikel tersuspensi yang sangat halus sebanyak mungkin. Proses ini digunakan pada instalasi pengolahan air minum untuk menyaring air yang telah dikoagulasi dan diendapkan untuk menghasilkan air minum dengan kualitas yang baik.

Filtrasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis filter, antara lain: saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, bahkan dengan menggunakan teknologi membran. Pada pengolahan air minum umumnya dipergunakan saringan pasir cepat, karena filter jenis ini memiliki debit pengolahan yang cukup besar, penggunaan lahan yang tidak terlalu besar, biaya operasi dan pemeliharaan yang cukup rendah, dan tentunya kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan.

### Media Penyaring

Berdasarkan jenis media penyaring yang digunakan, Saringan pasir cepat ini dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut :

#### 1. Filter Media Tunggal

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

#### 2. Filter Media Ganda

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

#### 3. Filter Multimedia

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



Mekanisme utama penyisihan flok tersuspensi yang memiliki ukuran lebih kecil daripada ukuran pori-pori media terdiri dari adhesi, flokulasi, sedimentasi, dan penyaringan.

Selama proses filtrasi berjalan flok yang terakumulasi menyebabkan ruangan antar partikel mengecil, kecepatan meningkat, dan sebagian dari flok yang tertahan akan terbawa semakin dalam diantara media filter. Flok yang terakumulasi tersebut akan menyebabkan peningkatan headloss hidrolis.

Saringan pasir dikarakterisasi oleh ukuran efektif (*effective size*) dan koefisien keseragaman (*uniformity coefficient*) dari pasir yang digunakan sebagai media filtrasi. Sebagian besar saringan pasir cepat memiliki pasir dengan ukuran efektif antara 0,35 sampai 0,50 mm dan memiliki nilai koefisien keseragaman antara 1,3 sampai 1,7.

Pada perencanaan instalasi pengolahan air minum umumnya, saringan pasir cepat yang digunakan adalah saringan pasir cepat dengan media ganda. Hal ini dilakukan karena filter dengan media ganda memiliki kelebihan dibandingkan filter dengan media tunggal, yaitu : waktu filtrasi yang lebih panjang, laju filtrasi yang lebih besar, kemampuan untuk memfilter air dengan turbiditas dan partikel tersuspensi yang tinggi.

Karakteristik media filtrasi yang secara umum digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3. Karakteristik Media Filter**

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

(Droste, 1997)

### **Media Penyangga**

Media penyangga ini berfungsi sebagai penyangga media penyaring yang diletakkan pada bagian bawah media penyaring tersebut. Sebagai media penyangga ini biasanya digunakan kerikil yang diletakkan secara berlapis-lapis, umumnya digunakan lima lapisan dengan ukuran kerikil yang digunakan berdegradasi mulai dari 1/18 inchi pada bagian atas sampai dengan 1-2 inchi pada bagian bawah. Ukuran kerikil ini sangat bergantung pada ukuran pasir pada media penyaring dan tipe sistem underdrain yang digunakan.

### **Sistem Underdrain**

Sistem underdrain berfungsi untuk mengumpulkan air yang telah difiltrasi oleh media penyaring pada saat saringan pasir cepat beroperasi, sedangkan ketika backwash sistem ini berfungsi untuk mendistribusikan air pencucian. Laju backwash menentukan desain hidrolik dari filter karena laju backwash beberapa kali lebih besar daripada laju filtrasi.

Pada dasarnya terdapat dua jenis sistem underdrain, yaitu :

1. Sistem manifold dengan pipa lateral
2. Sistem false bottom.

### **Kriteria Desain Saringan Pasir Cepat**

Tabel 2.4 adalah kriteria desain untuk saringan pasir cepat menurut Reynolds (1982) :

**Tabel 2.4. Kriteria Desain Unit Saringan Pasir Cepat**

Karakteristik	Satuan	Nilai	
		Rentang	Tipikal
<b><i>Antrasit</i></b>			
Kedalaman	cm	45.72-60.96	60.96
Ukuran Efektif	mm	0.9-1.1	1.0
Koefisien Keseragaman		1.6-1.8	1.7
<b><i>Pasir</i></b>			
Kedalaman	cm	15.24-20.32	15.24
Ukuran Efektif	mm	0.45-0.55	0.5
Koefisien Keseragaman		1.5-1.7	1.6
Laju Filtrasi	m <sup>3</sup> /hr-m <sup>2</sup>	176-469.35	293.34

(Reynolds, 1982)

- Ketinggian air di atas pasir : 90 – 120 cm
- Kedalaman media penyangga : 15.24 – 60.96 cm
- Ukuran efektif media penyangga : 0.16 – 5.08 cm
- Perbandingan panjang dan lebar bak filtrasi : (1-2) : 1
- Kecepatan aliran saat backwash : 880 – 1173.4 m<sup>3</sup>/hari-m<sup>2</sup>
- Ekspansi media filter : 20 – 50 %
- Waktu untuk backwash : 3 – 10 menit
- Jumlah bak minimum : 2 buah
- Jumlah air untuk backwash : 1 – 5 % air terfiltrasi

Selain kriteria desain di atas dapat kita lihat pula kriteria desain untuk saringan cepat menurut Fair, Geyer, dan Okun (1968) :

Dimensi Bak dan Media Filtrasi

- Kecepatan Filtrasi : 5 – 7.5 m/jam
- Kecepatan backwash : 15 – 100 m/jam
- Luas permukaan filter : 10 – 20 m<sup>2</sup>
- Ukuran media :
  - Ukuran efektif : 0.5 – 0.6 mm
  - Koefisien keseragaman : 1.5
  - Tebal media penyaring : 0.45 – 2 m
  - Tebal media penunjang : 0.15 – 0.65 m

Sistem Underdrain

- Luas orifice : Luas media :  $(1.5 - 5) \times 10^{-3} : 1$
- Luas lateral : Luas orifice : 2 – 4 : 1
- Luas manifold : Luas lateral : (1.5 – 3) : 1
- Diameter orifice : 0.25 – 0.75 inchi
- Jarak antar orifice terdekat : 3 – 12 inchi
- Jarak antar pusat lateral terdekat : 3 – 12 inchi

### Pengaturan Aliran

- Kecepatan aliran dalam saluran inlet,  $V_{in}$  : 0.6 – 1.8 m/s
- Kecepatan aliran dalam saluran outlet,  $V_{out}$  : 0.9 – 1.8 m/s
- Kecepatan dalam saluran pencuci,  $V_p$  : 1.5 – 3.7 m/s
- Kecepatan dalam saluran pembuangan,  $V_b$  : 1.2 – 2.5 m/s

Persamaan-persamaan yang dipergunakan pada perencanaan unit saringan pasir cepat ini adalah :

### Dimensi Bak Filter

- Jumlah bak,  $N$  :

$$N = 1.2(Q)^{0.5} \quad (2.20)$$

dimana :  $Q$  : Debit pengolahan (mgd)

- Debit tiap bak,  $Q_n$  :

$$Q_n = Q / N \quad (2.21)$$

- Luas permukaan,  $A_s$  :

$$A_s = Q_n / V_f \quad (2.22)$$

dimana :  $V_f$  : Kecepatan filtrasi (m/s)

- Dimensi bak :

$$A_s = p \times l \quad (2.23)$$

dimana :  $p$  : Panjang bak filtrasi (m)

$l$  : Lebar bak filtrasi (m)

### Sistem Inlet dan Outlet

- Luas penampang pipa inlet dan outlet,  $A$  :

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

(2.24)

dimana :  $A$  : Luas penampang pipa ( $m^2$ )

$Q$  : Debit pengolahan ( $m^3/dtk$ )

$V_p$  : Kecepatan aliran di dalam pipa ( $m/dtk$ )

- Diameter pipa inlet dan outlet,  $d$  :

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

(2.25)

dimana :  $d$  = Diameter pipa inlet dan outlet (m)

- Kehilangan tekan sepanjang pipa inlet dan outlet,  $h_{mayor}$  :

$$h_{mayor} = \left( \frac{Q \cdot L^{0.54}}{0.2785 \cdot C \cdot d^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

(2.26)

dimana :  $h_{mayor}$  : Kehilangan tekan sepanjang pipa (m)

$Q$  : Debit pengolahan ( $m^3/dtk$ )

$L$  : Panjang pipa (m)

$C$  : Koefisien Hazen-Williams

$d$  : Diameter pipa (m)

- Kehilangan tekan akibat aksesoris pipa,  $h_{minor}$  :

$$h_{minor} = k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

(2.27)

dimana :  $h_{minor}$  : Kehilangan tekan akibat aksesoris pipa (m)

$k$  : koefisien

$V$  : Laju aliran ( $m/dtk$ )

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

### Sistem Filtrasi

- Kehilangan tekanan pada media saringan dan penyangga :

Perhitungan kehilangan tekanan pada filter dengan menggunakan persamaan Carman-Kozency dalam Droste (1997), sebagai berikut:

$$D \text{ rerata} = (d_1 \times d_2)^{1/2} \quad (2.28)$$

$$Re = \frac{\rho v \varphi d}{\mu} \quad (2.29)$$

$$f_i = 150 \frac{1-e}{s} + k \quad (2.30)$$

$$h_L = \left( \frac{1-e}{s} \right) \frac{v^3}{g} L \sum f_i \frac{x_i}{d_i} \quad (2.31)$$

Dimana:

$h_L$  : headloss media saat penyaringan, m

$e$  : porositas

$v$  : kecepatan penyaringan, m/dt

$\psi$  : sphericity

$g$  : gravitasi, m/dt<sup>2</sup>

$L$  : tebal media, m

$f_i$  : faktor friksi

$x_i$  : fraksi berat partikel

$d_i$  : diameter rerata butir media, m

$k$  : konstanta, (1,75)

$\rho$  : massa jenis air, kg/m<sup>3</sup>

$\mu$  : viskositas, kg/m.dt<sup>2</sup>.

### Sistem Underdrain

#### 1. Orifice

- Luas orifice total = (Luas orifice : Luas media filter) x  $A_s$
- Luas per orifice =  $1/4\pi d^2$  (d = diameter orifice)
- Jumlah orifice = Luas orifice total / Luas per orifice
- Kehilangan tekan pada orifice,  $h_{or}$  :

$$h_{or} = k \frac{q_{or}^2}{A_{or}^2 \cdot 2g}$$

(2.32)

dimana :  $h_{or}$  : Kehilangan tekan pada orifice (m)

- $k$  : Konstanta (Kawamura, 1991 :  $k = 2,4$ )  
 $q_{or}$  : Debit yang melalui orifice ( $m^3/dtk$ )  
 $A_{or}$  : Luas orifice ( $m^2$ )  
 $g$  : Percepatan gravitasi ( $m/dtk^2$ )

## 2. Lateral

- Luas lateral total = (Luas lateral : Luas orifice) x Luas orifice total
- Jumlah pipa lateral,  $n_l = n / r$   
 dimana :  $n$  : Panjang manifold (m)  
 $r$  : Jarak antar pipa lateral (m)
- Diameter lateral,  $d_l = (Luas\ lateral\ total/n_l/0.25\pi)^{1/2}$
- Jumlah orifice/lateral = Jumlah orifice / Jumlah lateral
- Jarak antar orifice =  $p_l$  / Jumlah orifice per lateral  
 dimana :  $p_l$  = Panjang lateral (m)
- Kehilangan tekan pada lateral,  $H_l$  :

$$H_l = \frac{1}{3} f \frac{L_l}{D_l} \cdot \frac{V_l^2}{2g} \quad (2.33)$$

- dimana :  $H_l$  : Kehilangan tekan pada lateral (m)  
 $f$  : Konstanta  
 $L_l$  : Panjang lateral (m)  
 $V_l$  : Kecepatan aliran pada lateral ( $m/dtk$ )  
 $D_l$  : Diameter lateral (m)  
 $g$  : Percepatan gravitasi ( $m/dtk^2$ )

## 3. Manifold

- Luas manifold = (Luas manifold : Luas lateral) x Luas lateral total
- Diameter manifold,  $d_m = (Luas\ manifold/0.25\pi)^{1/2}$
- Kehilangan tekan pada manifold,  $H_m$  :

$$H_m = \frac{1}{3} f \frac{L_m}{D_m} \cdot \frac{V_m^2}{2g} \quad (2.34)$$

- dimana :  $H_m$  : Kehilangan tekan pada lateral (m)  
 $f$  : Konstanta

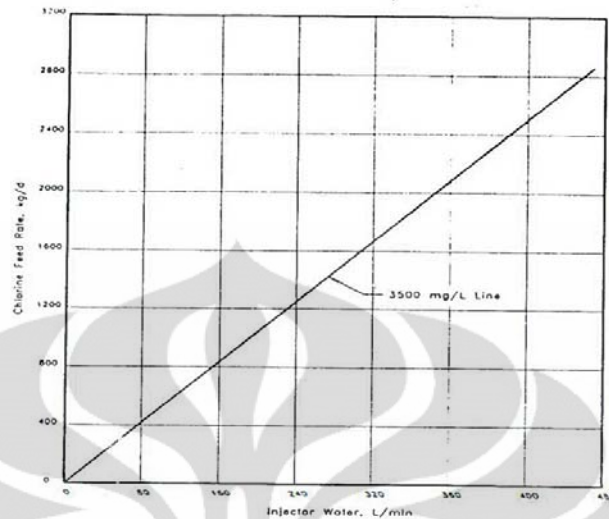
- $L_m$  : Panjang lateral (m)  
 $V_m$  : Kecepatan aliran pada lateral (m/dtk)  
 $D_m$  : Diameter lateral (m)  
 $g$  : Percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)

## 7. Desinfeksi

Desinfeksi air bersih dilakukan untuk menonaktifkan dan menghilangkan bakteri pathogen untuk memenuhi baku mutu air minum. Desinfeksi sering menggunakan khlor sehingga desinfeksi dikenal juga dengan khlorinasi. Keefektifan desinfektan dalam membunuh dan menonaktifkan mikroorganisme berdasar pada tipe disinfektan yang digunakan, tipe mikroorganisme yang dihilangkan, waktu kontak air dengan disinfektan, temperatur air, dan karakter kimia air (Qasim, Motley, & Zhu, 2000).

Khlorin biasanya disuplai dalam bentuk cairan. Ukuran dari wadah khlorin biasanya bergantung pada kuantitas khlorin yang digunakan, teknologi yang dipakai, ketersediaan tempat, dan biaya transportasi dan penanganan. Salah satu khlorin yang umum digunakan adalah sodium hipoklorit. Sodium hipoklorit hanya bisa berada dalam fase liquid, biasanya mengandung konsentrasi klorin sebesar 12,5–17 % saat dibuat (Tchobanoglous, 2003). Sodium hipoklorit bersifat tidak stabil, mudah terbakar, dan korosif. Sehingga perlu perhatian ekstra dalam pengangkutan, penyimpanan, dan penggunaannya. Selain itu larutan sodium hipoklorit dapat dengan mudah terdekomposisi karena cahaya ataupun panas, sehingga harus disimpan di tempat yang dingin dan gelap, dan juga tidak disimpan terlalu lama. Metode yang dapat digunakan untuk mencampur khlorin dengan air adalah metode mekanis, dengan penggunaan *baffle*, *hydraulic jump*, pompa booster pada saluran.





**Gambar 2.3. Injektor khlorin**

(Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

Kriteria desain (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.491)

Waktu detensi = 10 – 120 menit

Dosis khlor = 0,2 – 4 mg/L

Sisa khlor = 0,5 – 1 mg/L

## 8. Reservoir

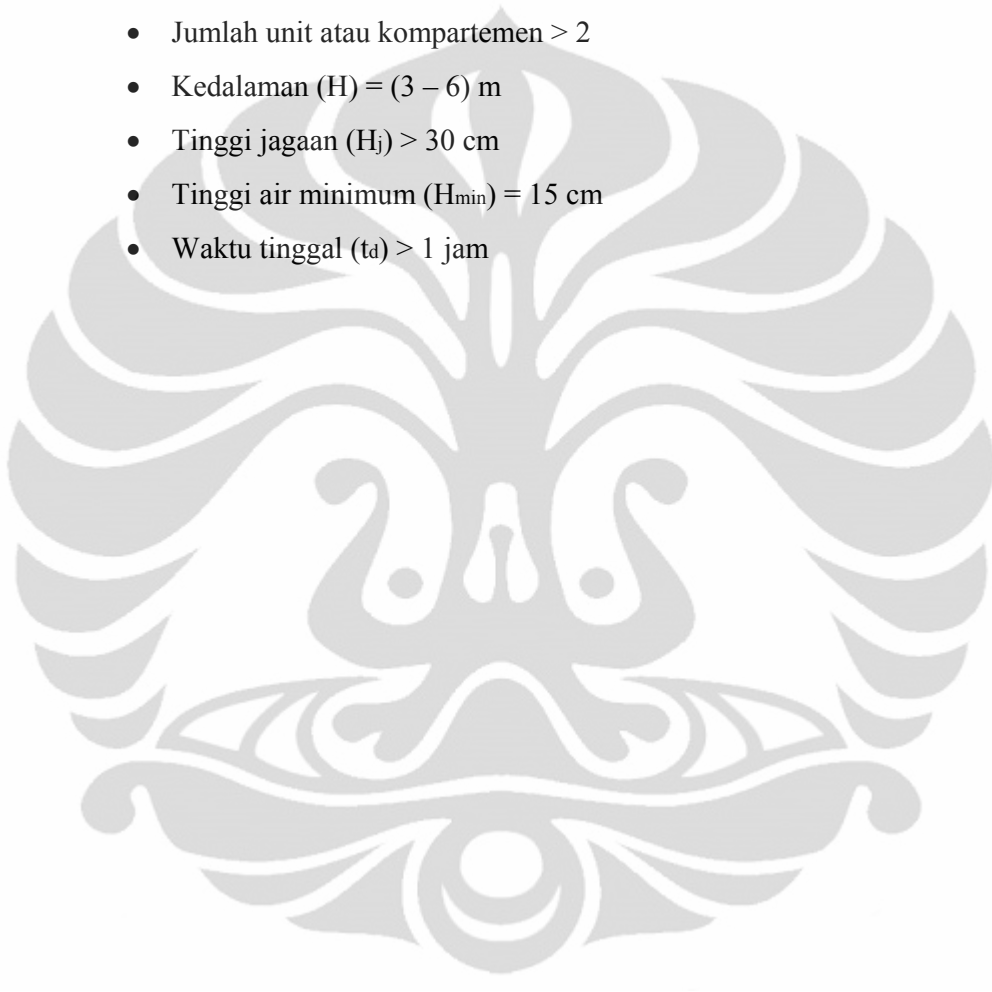
Reservoir adalah tanki penyimpanan air yang berlokasi pada instalasi (Qasim, Motley, & Zhu, 2000). Air yang sudah diolah disimpan pada tanki ini untuk kemudian ditransfer ke sistem distribusi. Desain dari reservoir meliputi pemilihan dari ukuran dan bentuknya, pertimbangan lain meliputi proteksi terhadap air yang disimpan, proteksi struktur reservoir, dan proteksi pekerja pemeliharaan reservoir.

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 relative lebih kecil dibandingkan *ground storage reservoir* dan dalam pengoperasian distribusinya dilakukan dengan gravitasi. Kapasitas reservoir untuk kebutuhan air

bersih dihitung berdasarkan pemakaian dalam 24 jam (*mass diagram*). Selain untuk kebutuhan air bersih, kapasitas reservoir juga meliputi kebutuhan air untuk operasi instalasi dan kebutuhan air pekerja instalasi.

#### Kriteria Desain

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



## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di IPA Babakan Kota Tangerang. Pemilihan tempat penelitian ini dikarenakan terdapat beberapa permasalahan pada IPA Babakan terutama dikarenakan usianya yang cukup tua.

#### **3.2. Jenis Data Penelitian**

##### **1. Data Primer**

Data primer merupakan data yang diambil secara langsung pada saat penelitian, atau data yang dihasilkan dari suatu observasi. Data primer yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- Observasi ke IPA Babakan untuk mengetahui kondisi dan permasalahan yang ada di instalasi.
- Pengukuran dimensi unit-unit pengolahan di instalasi jika perlu.
- Wawancara dengan petugas instalasi IPA Babakan dan karyawan di kantor PDAM Tirta Kerta Raharja untuk menanyakan permasalahan yang ada.

##### **2. Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diambil secara tidak langsung, data sekunder berfungsi sebagai pelengkap dan penunjang di dalam penelitian atau data yang sudah didokumentasikan oleh orang lain. Adapun data sekunder yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

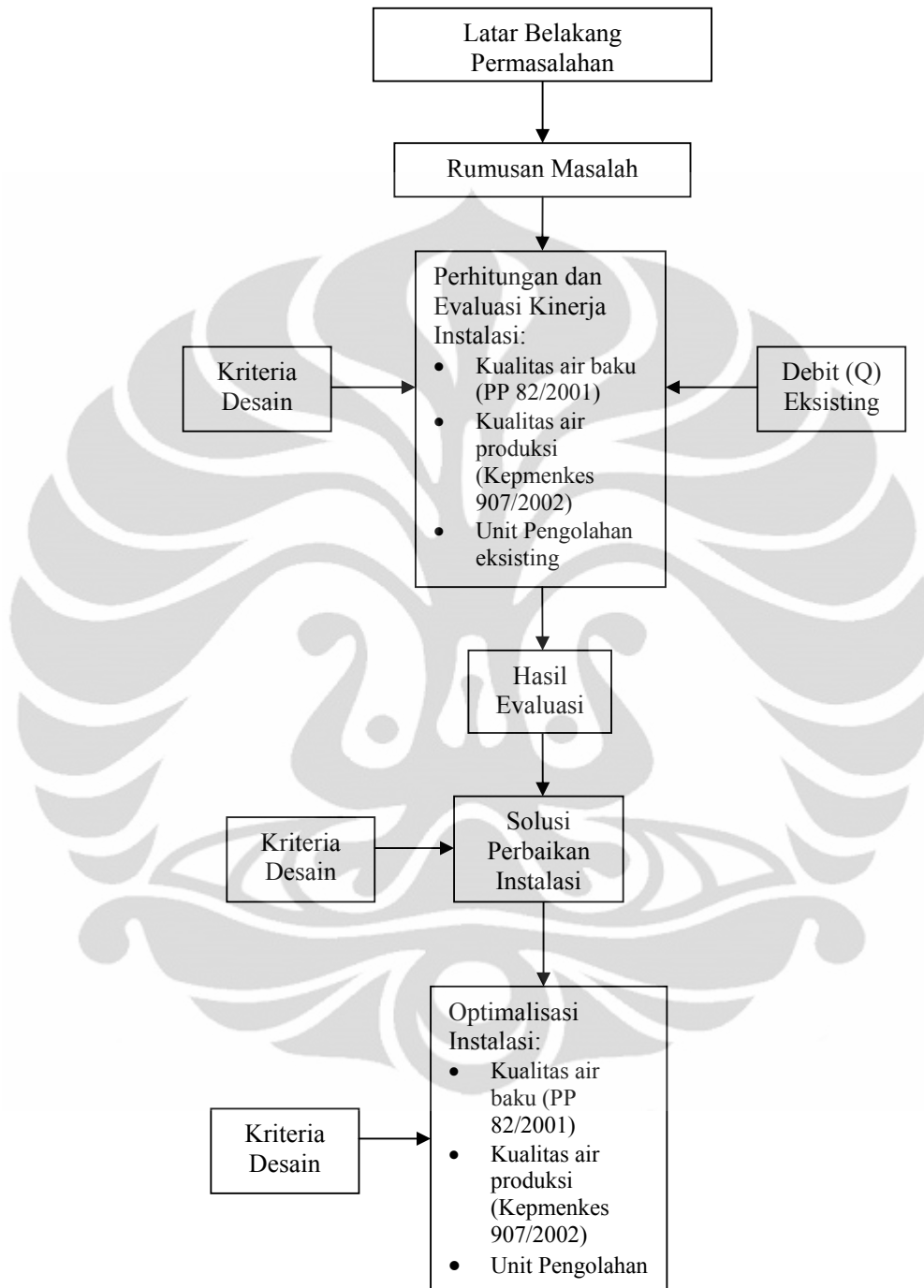
- Data kualitas air baku dan air produksi IPA Babakan
- Master Plan IPA Babakan
- Gambar detail unit-unit IPA Babakan
- Kapasitas instalasi dan kapasitas produksi
- Jumlah wilayah layanan
- Jumlah penduduk, fasilitas sosial dan umum Kota Tangerang
- Kondisi geologi, geografis, topografi, hidrologi, klimatologi dan lain-lain Kota Tangerang.

### 3. Studi Literatur

Studi literatur didapat dari buku referensi, jurnal, internet, dan standar baku mutu air di Indonesia. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan bahan acuan yang akan digunakan dalam pengolahan data.



### 3.3. Metode Penelitian



**Gambar 3.1. Kerangka Berpikir**

Sumber : Hasil olahan

Metode penelitian yang digunakan dalam perencanaan penelitian di instalasi pengolahan air bersih Babakan ini terdiri dari:

- Pengumpulan data dan observasi langsung ke lapangan
- Analisa sumber air baku dan air produksi
- Perhitungan dan evaluasi kondisi eksisting instalasi
- Optimalisasi instalasi

### **Pengumpulan Data dan Observasi Langsung Ke lapangan**

Pengumpulan data dan observasi langsung ke lapangan bertujuan untuk mendapatkan data yang diperlukan dan kemudian dilakukan analisa. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder

### **Analisa Sumber Air Baku dan Air Produksi**

Air baku yang akan dijadikan sebagai sumber untuk diolah menjadi air minum akan dianalisa terlebih dahulu kualitasnya baik sebelum maupun sesudah dilakukan pengolahan. Analisa terhadap kualitas air baku sebelum pengolahan mengacu pada standar kualitas atau baku mutu air bersih yang terdapat pada Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001. Analisa ini meliputi analisa kualitas air bersih ditinjau dari parameter-parameter fisika dan kimia. Analisa terhadap kualitas air baku sebelum pengolahan ini bertujuan untuk mengetahui apakah air baku tersebut layak dijadikan sebagai sumber air baku untuk diolah menjadi air minum atau tidak. Selain itu dilakukan analisa terhadap trend kualitas air baku selama 3 tahun terakhir, yaitu dengan membuat grafik kualitas air baku per parameter dengan sumbu x yang menunjukkan bulan dan sumbu y merupakan konsentrasi dari parameter. Setelah itu di analisis grafik setiap parameter sehingga terlihat trend kualitas air baku tiap tahunnya. Serta kondisi geografis, kondisi hidrologi dan hidrogeologi, kondisi klimatologi menjadi pertimbangan dalam memprediksi kualitas air baku.

Analisa terhadap kualitas air baku setelah dilakukan pengolahan mengacu pada standar kualitas atau baku mutu air minum yang terdapat pada KEPMENKES No.907-MENKES/SK/VII/2002. Analisa ini meliputi analisa kualitas air minum ditinjau dari parameter-parameter fisika dan kimia. Analisa

terhadap air baku ini bertujuan untuk mengetahui apakah air baku yang telah diolah tersebut layak digunakan sebagai air minum atau tidak.

Analisa terhadap kualitas air baku sebelum pengolahan ini bertujuan untuk mengetahui apakah air baku tersebut layak dijadikan sebagai sumber air baku untuk diolah menjadi air minum atau tidak.

Analisa terhadap kualitas air baku setelah dilakukan pengolahan mengacu pada standar kualitas atau baku mutu air minum yang terdapat pada PERMENKES No. 907-MENKES/SK/VII/2002. Analisa ini meliputi analisa kualitas air minum ditinjau dari parameter-parameter fisika dan kimia. Analisa terhadap air baku ini bertujuan untuk mengetahui apakah air baku yang telah diolah tersebut layak digunakan sebagai air minum atau tidak.

### **Perhitungan dan Evaluasi Kondisi Eksisting Instalasi**

Perhitungan dan evaluasi akan dilakukan pada instalasi pengolahan yang telah beroperasi. Evaluasi ini melihat permasalahan-permasalahan yang terjadi di instalasi ditinjau dari segi teknis dan non teknis yang berpotensi dapat menimbulkan terganggunya proses pengolahan yang berlangsung sehingga menurunkan efisiensi pengolahannya.

Hal-hal yang dilakukan dalam mengevaluasi kondisi eksisting instalasi pengolahan air bersih ini diantaranya adalah:

- Membandingkan kondisi eksisting instalasi dengan standar dan peraturan yang berlaku dan kriteria desain tiap unit. Metode yang digunakan pada instalasi berguna untuk mengetahui unit apa saja yang digunakan di instalasi. Gambar detail unit dan dimensi unit akan dibandingkan dengan kriteria desain unit. Kapasitas instalasi akan dibandingkan dengan kapasitas produksi. Kualitas air produksi akan dibandingkan dengan standar kualitas air minum apakah sudah memenuhi. Kualitas air baku dibandingkan dengan standar kualitas air baku. Pada evaluasi, akan ditinjau juga apakah instalasi pengolahan (unit-unit pengolahan) eksisting sudah sesuai dengan kualitas air baku. Untuk membandingkan maka diperlukan perhitungan ulang mengenai desain instalasi eksisting, perhitungan tersebut meliputi dimensi unit dan kapasitas instalasi. Jika

terjadi kesalahan yang mengakibatkan instalasi tidak sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku dan kriteria desain tiap unit, maka akan dibuat rancangan perbaikan untuk instalasi.

Evaluasi terhadap kondisi eksisting instalasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah instalasi yang terbangun sudah memenuhi kondisi teoritis maupun kriteria desain instalasi pengolahan air minum yang terdapat pada berbagai literatur.

### **Optimalisasi Instalasi**

Setelah dilakukan evaluasi terhadap instalasi, maka akan diperoleh gambaran apakah sistem yang sedang beroperasi dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Jika hasil yang didapat mempunyai efisiensi yang rendah, maka dilakukan suatu perhitungan optimalisasi terhadap instalasi.

Adapun hal-hal yang termasuk dalam perencanaan optimalisasi antara lain:

- Perhitungan desain unit-unit pengolahan yang ada di instalasi
- Gambar rancangan unit-unit pengolahan
- Perencanaan desain optimalisasi unit-unit pengolahan

Evaluasi dan optimalisasi yang dilakukan meliputi kualitas air baku dan air produksi, kuantitas air baku dan air produksi, serta unit operasi dan proses.



## BAB 4

### GAMBARAN UMUM OBJEK STUDI

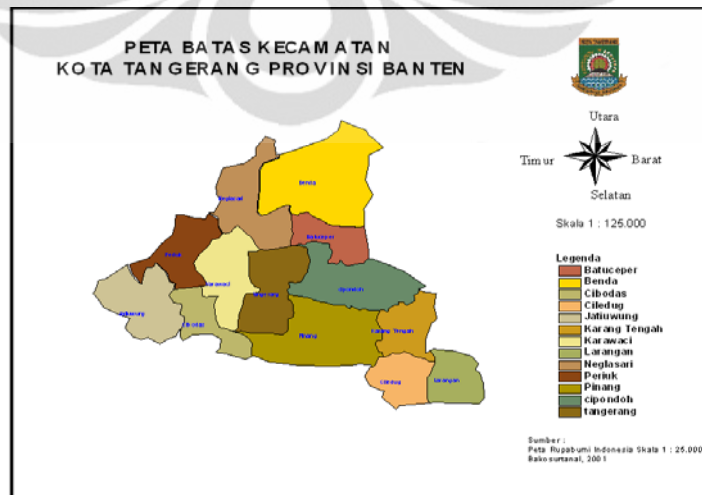
#### 4.1. Kota Tangerang

##### 4.1.1. Letak Kota Tangerang

Letak Kota Tangerang tersebut sangat strategis karena berada di antara Ibukota Negara DKI Jakarta dan Kabupaten Tangerang. Sesuai dengan Instruksi Presiden Nomor 13 Tahun 1976 tentang Pengembangan Jabotabek (Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi), Kota Tangerang merupakan salah satu daerah penyangga Ibukota Negara DKI Jakarta.

Posisi Kota Tangerang tersebut menjadikan pertumbuhannya pesat. Pada satu sisi wilayah Kota Tangerang menjadi daerah limpahan berbagai kegiatan di Ibukota Negara DKI Jakarta. Di sisi lain Kota Tangerang dapat menjadi daerah kolektor pengembangan wilayah Kabupaten Tangerang sebagai daerah dengan sumber daya alam yang produktif.

Pesatnya pertumbuhan Kota Tangerang dipercepat pula dengan keberadaan Bandara Internasional Soekarno-Hatta yang sebagian arealnya termasuk ke dalam wilayah administrasi Kota Tangerang. Gerbang perhubungan udara Indonesia tersebut telah membuka peluang bagi pengembangan kegiatan perdagangan dan jasa secara luas di Kota Tangerang.



**Gambar 4.1. Peta Tangerang**

#### **4.1.1. Geografis, Klimatologi, Hidrologi, Topografi dan Tata Guna Lahan**

##### **A. Topografi**

Wilayah Kota Tangerang rata-rata berada pada ketinggian 10-30 meter di atas permukaan laut, kemiringan lahan antara 0-3% dan curah hujan antara 1.500-2.000 mm per tahun. Bagian Utara memiliki rata-rata ketinggian 10 meter di atas permukaan laut seperti Kecamatan Neglasari, Kecamatan Batuaceper, dan Kecamatan Benda. Sedangkan bagian Selatan memiliki ketinggian 30 meter di atas permukaan laut seperti Kecamatan Ciledug dan Kecamatan Larangan. Dilihat dari kemiringan tanahnya, sebagian besar Kota Tangerang mempunyai tingkat kemiringan tanah 0-30 % dan sebagian kecil (yaitu di bagian Selatan kota) kemiringan tanahnya antara 3-8% berada di Kelurahan Parung Serab, Kelurahan Paninggilan Selatan dan Kelurahan Cipadu Jaya. Kota Tangerang meliputi 4 (empat) buah sungai yang melintasi wilayah kota sebagai badan air penerima dari sistem drainase kota yaitu:

1. Sungai Cisadane
2. Sungai Angke
3. Sungai Cirarab
4. Sungai Sabi

##### **B. Hidrologi**

Wilayah Kota Tangerang dilintasi oleh Sungai Cisadane yang membagi Kota Tangerang menjadi 2 (dua) bagian yaitu bagian Timur sungai dan bagian Barat sungai. Kecamatan yang terletak di bagian Barat Sungai Cisadane meliputi Kecamatan Jatiuwung dan sebagian Kecamatan Tangerang. Selain Sungai Cisadane, di Kota Tangerang terdapat pula sungai-sungai lain seperti Sungai Cirarab yang merupakan batas sebelah Barat, Kecamatan Jatiuwung dengan Kecamatan Pasar Kemis di Kabupaten Tangerang, Kali Ledug yang merupakan anak Sungai Cirarab, Kali Sabi dan Kali Cimode, sungai-sungai tersebut berada di sebelah Sungai Cisadane, sedangkan pada bagian Timur Sungai Cisadane terdapat pula sungai/kali yang meliputi Kali Pembuangan Cipondoh, Kali Angke, Kali Wetan, Kali Pasanggrahan, Kali Cantiga, Kali Pondok Bahar. Selain sungai/kali di Kota Tangerang terdapat

pula saluran air yang meliputi Saluran Mokekart, Saluran Irigasi Induk Tanah Tinggi, Saluran Induk Cisadane Barat, Saluran Induk Cisadane Timur dan Saluran Induk Cisadane Utara. Kota Tangerang dibelah Sungai Cisadane yang memiliki debit air  $88 \text{ m}^3$  per detik dan mengalir sejauh 13,8 km. Selain itu, terdapat pula 3 (tiga) aliran kali kecil yang membelah beberapa bagian wilayah Kota Tangerang yaitu Kali Pesanggrahan di Kecamatan Ciledug, Kali Angke di Kecamatan Ciledug dan Cipondoh, serta Kali Cirarab di Kecamatan Jatiuwung dan Tangerang.

Aliran sungai besar dan kecil ini sangat bermanfaat bagi penyediaan bahan baku air minum untuk pengembangan instalasi air minum Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Tangerang. Persediaan air permukaan tersebut juga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan air kegiatan industri. Kawasan sempadan Sungai Cisadane adalah kawasan sekitar aliran Sungai Cisadane yang membujur dari perbatasan Kabupaten Tangerang di sebelah Selatan Kota Tangerang dan perbatasan Kabupaten Tangerang di sebelah Utara Kota Tangerang. Wilayah ini meliputi bantaran sungai pada jarak minimal 20 m dan maksimal 50 m dari kiri dan kanan tepi sungai. Untuk wilayah padat di bagian tengah Kota Tangerang sempadan sungainya minimal 20 m. Untuk wilayah yang kepadatannya sedang sampai rendah yaitu di bagian Selatan dan Utara kota, sempadan sungainya minimal 50 m dari kiri dan kanan bantaran Sungai Cisadane. Menurut hasil pengukuran luas kawasan sempadan Sungai Cisadane adalah 152,08 Ha.

Kawasan Situ Cipondoh adalah kawasan yang berada di Kecamatan Cipondoh dengan luas kurang lebih 126,1757 Ha. Di sekitar Situ Cipondoh pada bagian yang mengalami pendangkalan dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian lahan basah sehingga perlu kontrol yang lebih ketat agar tidak beralih fungsi. Selama ini Situ Cipondoh difungsikan sebagai pengendali banjir, irigasi, cadangan air baku dan rekreasi. Kondisi Situ Cipondoh saat ini cenderung mengalami pendangkalan terutama di tepi situ karena banyak ditumbuhi tanaman eceng gondok yang memenuhi permukaan air Situ Cipondoh. Data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan menunjukkan bahwa 79,88% penduduk Kota Tangerang telah menggunakan air minum. Dari

persentase tersebut sarana air minum yang paling banyak digunakan penduduk adalah sumur pompa (54,92%) dan sambungan langsung PDAM (21,92%).

#### **4.1.2. Status Sosial Ekonomi**

Pendidikan merupakan suatu faktor kebutuhan dasar untuk setiap manusia sehingga upaya mencerdaskan kehidupan bangsa melalui pendidikan merupakan bagian dari upaya peningkatan kesejahteraan rakyat. Jika pembangunan yang dilakukan tidak dapat mengandalkan sumber daya alam yang keberadaannya terbatas maka peningkatan sumber daya manusia yang hasilnya merupakan modal untuk penggerak pembangunan. Pemerataan kesempatan pendidikan sangat dipengaruhi oleh tersedianya sarana dan prasarana pendidikan seperti gedung sekolah, perpustakaan, dan buku-buku penunjang pelajaran serta tenaga pendidik (guru).

Fasilitas pendidikan di Kota Tangerang tersedia dari tingkat TK sampai Perguruan Tinggi dan rata-rata jumlahnya meningkat di setiap jenjang dibandingkan tahun sebelumnya. Bagi anak-anak pra sekolah tersedia sekolah taman kanak-kanak (TK) sebanyak 236, satu diantaranya berstatus negeri dan lainnya swasta. Bagi anak-anak usia sekolah dasar (SD) terdapat 469 SD terdiri dari 377 SD Negeri dan 92 SD Swasta, mampu menampung 148.515 siswa SD, Murid SD tersebut mendapat bimbingan 2.357 guru negeri dan 2.903 guru swasta. Banyak SLTP di Kota Tangerang selama tahun 2005 yang terdiri dari 21 sekolah negeri dan 122 SLTP swasta. Dengan jumlah siswa 56.266 siswa dan jumlah guru yang membimbing 2.729 Orang. Fasilitas pendidikan untuk tingkat SMA lebih sedikit jika dibandingkan 2 jenjang sebelumnya terdapat 69 sekolah terdiri 14 SMA Negeri dan 55 SMA Swasta dan dapat menampung 27.355 Murid dengan dibimbing oleh 2.058 guru.

Jika dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, Perkembangan Perguruan tinggi di Kota Tangerang cukup pesat, sampai saat ini yang tercatat, antara lain UNIS Tangerang, STISIP Yuppentek Tangerang, STIE Muhammadiyah Tangerang, STIKES Muhammadiyah Tangerang, STIA Muhammadiyah Tangerang, STMIK Raharja Tangerang, STIE BUDHI Tangerang, dan

Politeknik Tangerang. Fasilitas pendidikan lainnya berupa sekolah dibawah binaan Depag antara lain Madrasah Ibtidaiyah (MI), Madrasah Tsanawiyah (MTs), dan Madrasah Aliyah (MA). Secara detail Jumlah MI sebanyak 99, MTs sebanyak 45 dan MA sebanyak 19.

Pemerintah Kota Tangerang membangun 220 sekolah yang dimulai pada Juni 2005 dan dilaksanakan secara serentak di seluruh lokasi. Pelaksanaan pembangunannya sendiri dilaksanakan kontraktor yang secara administrasi memenuhi syarat dan memiliki modal yang cukup, terdiri dari kontraktor kelas kecil sebanyak 51 kontraktor, kelas menengah 28 kontraktor, dan kelas berat 4 kontraktor. Pembangunan sekolah inipun, pada akhirnya mampu menyerap tenaga kerja yang cukup besar, yaitu lebih kurang 5.500 orang. Diharapkan dengan selesainya pembangunan gedung sekolah yang baru, saat ini sebanyak 254.620 siswa dapat belajar lebih baik karena kondisi sekolah yang nyaman dan aman, tidak was-was dan orang tua murid terbebas dari biaya iuran pembangunan yang cukup besar. Penerimaan siswa baru mulai tahun 2005 hingga seterusnya, sudah tidak lagi dibayangi pengenaan iuran pembangunan sekolah. Di masa depan pengembangan sektor perumahan masih terus berprospek cerah seiring masih terjadinya pengembangan sentra-sentra permukiman baru, perluasan permukiman lama dan perindustrian yang terjadi di Kota Tangerang ini. Lahan bagi pengembangannya sendiri cukup luas.

Di sektor pengembangan permukiman, baik permukiman perkampungan maupun perumahan baru, mengalami ledakan sejak tahun 1976 hampir di seluruh wilayah kota Tangerang. Hal ini dimungkinkan kebutuhan atas sarana papan beriringan dengan bertambahnya jumlah penduduk akibat tingginya angka migrasi karena mereka mulai bekerja di sentra-sentra kegiatan ekonomi kota Tangerang dan penduduk komuter dari DKI Jakarta yang memilih bertempat tinggal di Tangerang tetapi tetap bekerja di DKI Jakarta. Sampai Tahun 2006, terdapat 125 pengembang/developer yang telah melakukan pembangunan perumahan yang tersebar di 13 Kecamatan Kota Tangerang diperuntukkan bagi pengembangan perumahan baru skala kecil, menengah, dan besar.

Di masa depan, pengembangan sektor ini masih terbuka lebar di Kota Tangerang, beriringan masih akan terus berkembang pesatnya kota ini yang ditunjang dengan diberlakukannya otonomi daerah. Adapun lahan peruntukan bagi pengembangan perumahan baru masih tersedia cukup luas di seluruh wilayah ini. Apalagi ada rencana Pemerintah Kota Tangerang akan mencabut izin-izin lokasi yang terlanjur dipegang pengembang, tetapi tak dikembangkan karena terimbas krisis ekonomi. Penggunaan lahan untuk kegiatan perumahan dan permukiman termasuk penggunaan yang paling dominan dalam pemanfaatan lahan terbangun. Keegiatannya dapat dibedakan dalam 2 (dua) kelompok:

- Perumahan yang tumbuh dan berkembang tidak tertata dalam skala ruang yang relatif kecil atau yang lazim disebut perkampungan.
- Perumahan yang tumbuh dan berkembang dibangun secara masal oleh perusahaan atau lembaga pengembang dalam skala ruang yang relatif besar dengan berbagai kelengkapan fasilitas sosial yang umumnya disebut kompleks perumahan.

Seiring dengan perkembangan jumlah penduduk dan semakin sempitnya lahan di wilayah Kota Tangerang, Pemerintah Kota Tangerang selain mengembangkan permukiman yang bersifat horizontal juga akan mengembangkan permukiman yang bersifat vertikal (rumah susun), pembangunan rumah susun ini diprioritaskan untuk menunjang kawasan industri sesuai dengan program tahun 2005–2009 direncanakan akan dibangun rumah susun di lima lokasi yaitu di Kelurahan Jatake, Kelurahan Neglasari, Kelurahan Poris Plawad, Kelurahan Pabuaran Tumpeng dan Kelurahan Periuk Jaya. Sampai dengan tahun 2006 pemerintah kota telah membangun dan memfungsikan 3 rumah susun untuk pekerja industri yaitu Rusun Alam jaya terdiri dari 2 blok dengan 96 kamar, Rusun Manis Jaya terdiri dari 2 blok dengan 128 kamar dan Rusun Perumnas 192 kamar.

Kota Tangerang memiliki 5 lokasi yang harus ditata sehingga menjadi kawasan yang layak huni, lokasi tersebut terletak di Kelurahan Babakan dengan kegiatan penataan berupa pergeseran rumah dari GSS Cisadane dan bagi warganya akan dilakukan pelatihan pembuatan batako, Kelurahan

Mekarsari melalui kegiatan pembangunan MCK, Kelurahan Neglasari direncanakan akan dibangun Rumah Susun, Kelurahan Kedaung Wetan melalui kegiatan pembangunan MCK, jalan lingkungan, sarana dan prasarana air minum, saluran drainase dan perbaikan rumah serta kelurahan Kedaung Baru melalui kegiatan pembangunan rumah bagi squater.

Tempat Pemakaman Umum (TPU). Sebagai kota metropolitan dengan jumlah penduduk 1,4 juta jiwa pada saat ini Pemkot Tangerang telah memiliki tempat pemakaman umum (TPU) yang diperuntukan bagi warga kota terletak di Kelurahan Selapajang Jaya Kecamatan Neglasari dengan luas 104.000 m<sup>2</sup> yang dilengkapi dengan prasarana jalan lingkungan, kantor, musholla dan tempat parkir seluas 20.800 m<sup>2</sup>, dan sisanya seluas 83.200 m<sup>2</sup> lahan siap pakai untuk 23.771 jenazah dengan rincian 33.280 m<sup>2</sup> untuk non muslim dan 45.920 m<sup>2</sup> untuk muslim, sampai dengan akhir 2006 jenazah yang telah dimakamkan sebanyak 3.044 jenazah terdiri dari 2.535 jenazah muslim dan 512 jenazah non muslim.

Pembangunan di bidang kesehatan bertujuan agar semua lapisan masyarakat dapat memperoleh pelayanan kesehatan mudah, merata, dan murah. Dengan adanya upaya tersebut, diharapkan akan tercapai derajat kesehatan masyarakat yang baik dimana pada gilirannya akan meningkat

Untuk melayani masyarakat di Kota Tangerang tersedia fasilitas kesehatan berupa 15 unit rumah sakit, 25 puskesmas, 9 puskesmas pembantu, dan 11 puskesmas keliling roda empat, juga tersedia 938 posyandu.

**Tabel 4.1. Jumlah Puskesmas di Kota Tangerang Tahun 2005**

Kecamatan	Puskesmas	Puskesmas Pembantu	Puskesmas Keliling
Ciledug	2	-	1
Larangan	1	1	1
Karang Tengah	1	1	1
Cipondoh	2	1	1
Pinang	2	1	-
Tangerang	2	-	2
Karawaci	4	1	1
Cibodas	2	-	-
Jatiuwung	1	-	1
Periuk	2	1	1
Neglasari	2	-	-
Batuceper	2	1	1
Benda	2	1	1
<b>Jumlah</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>11</b>

Pada tahun 2008, 1.000 Posyandu dijadikan pusat kegiatan warga. Saat ini Kota Tangerang telah memiliki 938 Pos Pelayanan Terpadu (Posyandu) dan akan dikembangkan menjadi 1.000 Posyandu yang tersebar di lingkup RT/RW di 104 Kelurahan dan 13 Kecamatan.

Nantinya Posyandu akan berfungsi sebagai pusat kegiatan warga seperti kegiatan pendidikan anak usia dini (PAUD), bina lansia (BKL), penimbangan balita, penyuluhan kesehatan ibu dan anak, pemeriksaan ibu hamil, konsultasi KB dan seputar kesehatan keluarga dan lingkungan.

Pembangunan Posyandu dialokasikan pada APBD tahun anggaran 2007 dan 2008 dengan nilai Rp. 25 juta untuk pembangunan satu unit Posyandu. Jumlah Posyandu yang dibangun Pemkot Tangerang mulai triwulan III (Juli-Agustus) sebanyak 37 Posyandu, pengadaan sarana dan prasarana 33 Posyandu, pengadaan konstruksi 9 Posyandu, pengadaan rehabilitasi 9 Posyandu, Pengadaan renovasi 2 Posyandu, pengadaan mebelair 5 Posyandu, serta pemagaran 3 Posyandu dan sisanya akan dibangun pada tahun anggaran 2008.

#### 4.2. PDAM Tirta Kerta Raharja

Pada awalnya PDAM 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 Kab. Tangerang sesuai dengan Perda Nomor 16 tahun 2001.

PDAM Tirta Kerta Raharja merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) milik Pemerintah Kabupaten dan Kota Tangerang yang bergerak dalam bidang penyediaan air minum dan pelayanan pengolahan air kotor yang dibutuhkan masyarakat dengan tujuan pokok memberikan pelayanan kepada masyarakat. PDAM Tirta Kerta Raharja mempunyai Instalasi Pengolahan Air (IPA) sebanyak 5 Instalasi yaitu Instalasi Babakan, Serpong, Cikokol, Perumnas, dan Teluk Naga.

Ketersediaan air minum di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota dan Kabupaten Tangerang, masih terbatas sehingga pada tahun 2008 hanya mampu memenuhi kebutuhan 20 persen dari 125 ribu pelanggan. Komposisi golongan pelanggan PDAM Kab Tangerang terdiri atas sosial 41 unit, rumah tangga 12.534 unit, usaha 245 unit, industri 34 unit, dan instansi pemerintah 16 unit. Hasil produksi air dijual dengan tarif dasar yang digolongkan menjadi 3, yaitu tarif rendah Rp1.850 per meter kubik, tarif dasar Rp2.250 per meter kubik, dan tarif penuh Rp2.700 per meter kubik (tahun 2008). Masyarakat yang belum terpenuhi kebutuhan airnya melalui PDAM memanfaatkan air tanah dan air permukaan untuk memenuhi kebutuhan airnya.

Visi PDAM Tirta Kerta Raharja adalah: *“Menjadi Perusahaan Air Minum yang sehat dan senantiasa memberikan Pelayanan yang Terbaik kepada masyarakat, demi mewujudkan keinginannya dalam memperoleh kehidupan yang lebih baik”* .

Dan misi PDAM Tirta Kerta Raharja adalah:

1. Menyediakan kebutuhan air minum bagi masyarakat secara berkesinambungan, melalui pelayanan prima.

2. Memproduksi air minum sesuai dengan standar yang berlaku.
3. Menyelenggarakan pengelolaan air minum dengan menerapkan teknologi yang tepat.
4. Memberikan kontribusi yang optimal bagi Pendapatan Asli Daerah (PAD).
5. Memberikan pelayanan air minum dengan tarif yang terjangkau.
6. Meningkatkan kualitas SDM agar mampu berkreasi dan berinovasi secara profesional.
7. Menjalankan aktivitas usaha dengan selalu menjaga keseimbangan lingkungan.

IPA Babakan yang menjadi tempat penelitian terletak di daerah Cikokol, Kota Tangerang, tepatnya di PDAM Tirta Kerta Raharja. Hingga saat ini (tahun 2010), IPA Babakan bersama-sama IPA Cikokol melayani kebutuhan air khususnya Kota Tangerang, Kabupaten Tangerang. Instalasi ini terdiri dari satu paket unit pengolahan bertipe konvensional berkapasitas 80 liter/detik. Sumber air baku yang digunakan pada instalasi ini adalah air Sungai Cisadane.

## BAB 5

### KONDISI EKSISTING IPA BABAKAN

#### 5.1. Umum

Saat ini salah satu instalasi yang dimiliki PDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang yang berlokasi di Jl. Kisamaun Tangerang, merupakan Instalasi yang mempunyai kapasitas produksi sebesar 80 liter/detik. Instalasi ini mulai dibangun pada tahun 1982.

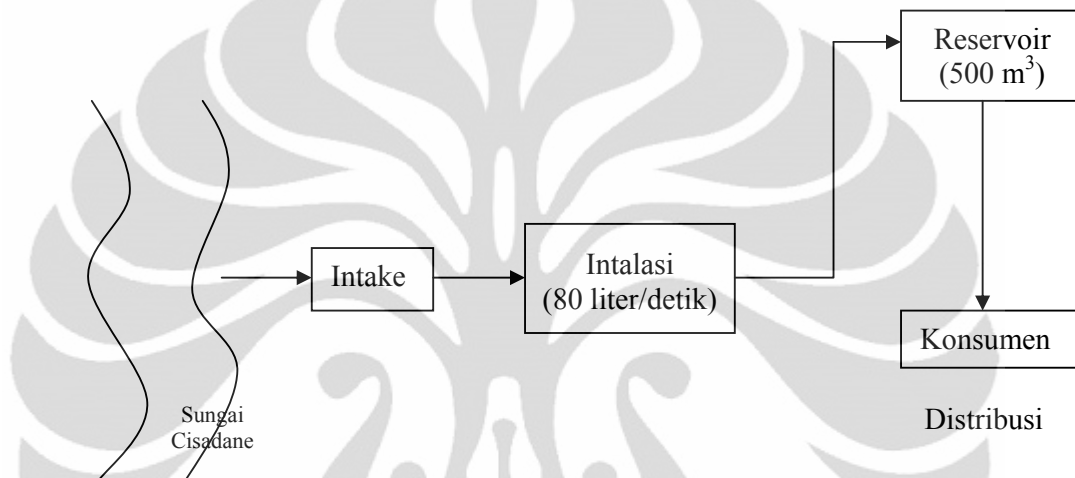
Kapasitas awal instalasi pengolahan air ini pada saat dibangun adalah 60 liter/detik, namun demikian telah dilakukan peningkatan kapasitasnya menjadi 80 liter/detik dengan cara melakukan modifikasi pada unit flokulasi dan Sedimentasi serta menambah pompa intake.

Secara umum, IPA yang bersifat konvensional dan menggunakan konstruksi beton ini dapat dikatakan masih dapat beroperasi cukup baik apabila dibandingkan dengan usianya yang cukup tua (28 tahun). Namun demikian, terkait dengan kehandalan IPA, ditemukan beberapa kekurangan dan keterbatasan yang dikarenakan usia peralatan yang ada, peralatan yang sudah tidak layak operasi, ketersediaan suku cadang (*spare part*), serta permasalahan teknis dan non-teknis lainnya.

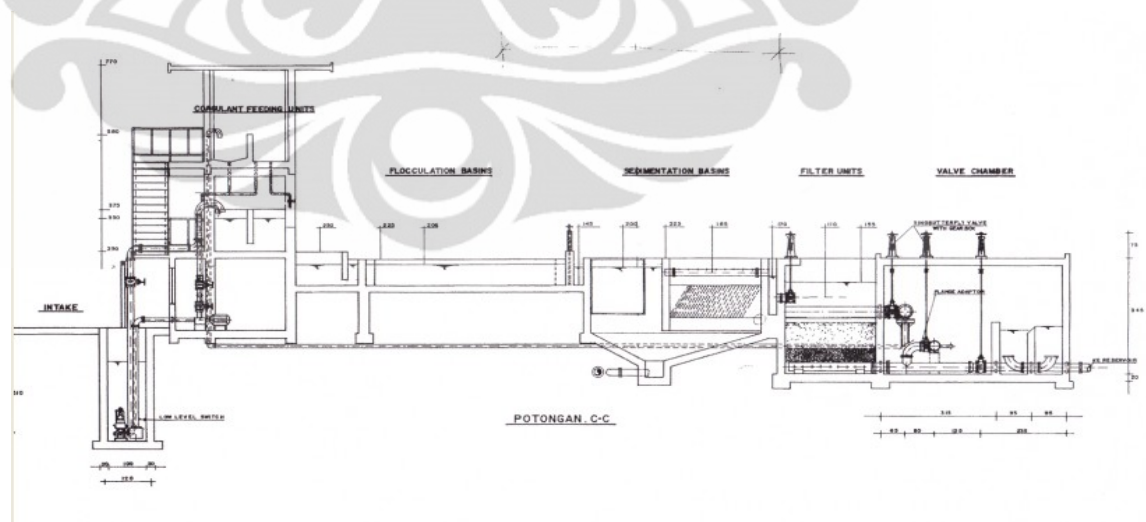
Sumber air baku yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan produksi IPA Babakan ini memanfaatkan air Sungai Cisadane melalui 3 buah saluran terbuka yang dikendalikan dengan pintu air manual. Air baku ini mengalir secara gravitasi menuju *pump pit* dan dipompakan ke bak pencampur atau unit koagulasi. Ada 2 jenis pompa air baku yang terpasang di *pump pit* ini yaitu pompa *submersible* sebanyak 2 unit dan pompa centrifugal sebanyak 3 unit. Lokasi intake berdekatan dengan sungai dan juga dengan lokasi IPA Babakan.

Selanjutnya Air Baku ini dibubuhi bahan kimia atau koagulan yang pengadukannya dilakukan secara hidrolis dengan menggunakan terjunan. Dengan terjunan ini air mengalir secara gravitasi ke unit proses berikutnya, yaitu flokulasi berupa saluran yang berbelok-belok (*buffle channel*), sedimentasi yang terdiri dari 4 unit dan filtrasi dengan menggunakan *gravity filter* dengan media pasir.

Hasil produksi dan IPA Babakan ini ditampung di dalam reservoir dengan kapasitas 500 m<sup>3</sup> sebelum didistribusikan ke pelanggan. Dan dari reservoir ini sebagian air dipompakan ke menara air dengan kapasitas 300 m<sup>3</sup> yang digunakan sebagai cadangan air untuk melakukan pencucian filter yang telah mampat (*clogging*) dengan cara pengaturan bukaan valvenya. Berikut ini adalah gambar sistem pengolahan air minum pada Instalasi Babakan:



**Gambar 5.1. Sistem pengolahan air minum eksisting**  
(Pengolahan Penulis, 2011)



**Gambar 5.2. Unit pengolahan Instalasi Babakan**

Sumber : PDAM Tirta Kerta Raharja

Untuk lebih jelasnya, akan dijelaskan sistem pengolahan air di IPA Babakan ini mulai dari intake hingga reservoir.

## **5.2. Raw Water Intake (Penyadapan Air Baku)**

Seperti telah dijelaskan sebelumnya sumber air baku IPA Babakan adalah dari Sungai Cisadane dimana lokasi intake terletak di pinggir Sungai Cisadane. Air baku diambil dari Sungai Cisadane dengan menggunakan 3 buah saluran terbuka dengan lebar masing-masing 0,95 m, 1 m dan 0,84 m yang dikontrol dengan menggunakan pintu air manual dengan lebar masing-masing pintu air 0,79 m, 1,00 m dan 0,65 m. Air ini kemudian disalurkan melalui kanal dengan ukuran lebar 0,79 m, 1 m dan 0,65 m menuju *pump pit* untuk dipompakan ke bak pencampuran. Pompa air baku yang digunakan dalam *pump pit* ini ada 2 jenis, yaitu pompa *submersible* sebanyak 2 unit dan pompa *centrifugal* sebanyak 3 unit, dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

### ***Pompa submersible***

Jumlah	: 2 unit
Merk	: EBARA
Type	: 100 DL
Kapasitas	: 20 lps
Head	: 10,6 m
Daya	: 3,7 kW
Power supply	: 380 V/150 Hz

### ***Pompa centrifugal***

Jumlah	: 3 unit
Merk	: EBARA
Type	: 150 SQPB
Kapasitas	: 30 lps
Daya	: 5 kW
Power supply	: 380 V/50 Hz

Ketinggian air minimum yang dihitung dari dasar saluran adalah 0,5 m dan 1,45 m pada saat normal. Sedangkan ketinggian air maksimum dalam saluran

adalah sebesar 2 m. Adapun kedalaman saluran intakenya adalah sebesar 2,65 m. Hasil pengukuran langsung dilapangan saat IPA Babakan dioperasikan dengan kapasitas 80 lps, ketinggian air dari dasar saluran adalah 1,65 m

Secara garis besar sistem penyadapan air baku IPA Babakan terdiri dari 3 unsur utama yaitu *screen* (saringan), saluran terbuka dan pompa intake.



**Gambar 5.3. Intake IPA Babakan**

Sumber : Dokumentasi di lapangan

### 5.2.1. *Screen* (Saringan)

Dalam suatu sistem pengolahan air sangat disarankan untuk digunakannya suatu sistem pengolahan awal (*preliminary treatment*) sebelum air baku dialirkan pada tahap pengolahan utama selanjutnya. Biasanya pengolahan awal ini berupa perlakuan fisik atau mekanis yang bertujuan memisahkan material atau kandungan di dalam air yang karena jumlahnya atau ukurannya dapat mengakibatkan gangguan pada proses pengolahan selanjutnya.

Pada sistem penyadapan air baku di intake IPA Babakan digunakan dua

tahap penyaringan yaitu dengan menggunakan kawat pagar dan *bar screen* dari besi. Kawat pagar dipasang disekeliling mulut saluran intake yang berfungsi untuk menahan kotoran atau sampah yang berukuran besar supaya tidak memasuki saluran.

Untuk *bar screen* di depan penstock digunakan material besi tebal 5 mm dengan jarak kerapatan 20 mm yang pembersihannya dilakukan secara manual.

### 5.2.2. Pompa Air Baku

Pada saat awal dibangunnya pada tahun 1982 intake IPA Babakan telah dipasang pompa air baku sebanyak 3 unit dengan kapasitas masing-masing 30 lps. Namun seiring dengan bertambahnya waktu dilakukan penambahan pompa air baku jenis *submersible* sebanyak 2 unit dengan kapasitas masing-masing 20 lps. Pada saat survey dilakukan pompa intake yang ada masing-masing mempunyai kapasitas dan kondisi sebagai berikut :

- BK1-1	30 Ips	Overhaul
- BK1-2	30 Ips	Dapat beroperasi
- BK1-3	30 Ips	Dapat beroperasi
- BK1-4	20 Ips	Overhaul
- BK1-5	20 lps	Dapat Beroperasi

Perpipaan yang terpasang saat ini masih dapat difungsikan, tetapi terlihat adanya korosi pada perpipaan yang berpotensi terjadi kebocoran.

### 5.3. Bak Pengumpul Air Baku

Air baku dari saluran intake akan masuk ke *pump pit* dan dipompakan ke bak pengumpul, yang kemudian melimpah ke bak pencampuran antara air baku dengan bahan kimia koagulan dan terjun melalui *V notch* menuju unit proses koagulasi dan flokulasi dengan *baffle channel*.

Ada 2 buah bak pengumpul dan pencampuran yang masing-masing menuju ke unit flokulasi yang tidak berhubungan satu dengan lainnya sampai menuju unit proses sedimentasi.

Air baku yang bercampur dengan koagulan pada bak pencampur diharapkan dapat tercampur secara merata dengan adanya terjunan setelah *V Notch* dengan ketinggian terjunan sekitar 1 m. Sehingga diharapkan pencampuran

tersebut terjadi sempurna dan tidak mengganggu proses pengolahan selanjutnya.

Berikut ini adalah data teknis bak pengumpul eksisting:

Jumlah	: 2 unit
Konstruksi	: Beton
Bentuk	: Segi empat
Panjang	: 1,85 m
Lebar	: 1,25 m
Tinggi	: 1,25 m
Free board	: 0,35 m



**Gambar 5.4. Bak Pengumpul Air Baku**

Sumber : Dokumentasi di lapangan

#### **5.4. Bak Pengaduk Cepat dan Lambat**

Dari bak pengumpul air akan masuk ke bak koagulasi, melimpah secara gravitasi melalui *V Notch*. Pelimpahan yang terjadi adalah berupa terjunan setinggi 1 m. Dengan adanya terjunan tersebut diharapkan terjadi pengadukan cepat (*flash mixing*) antara air baku dan koagulan, sehingga didapatkan campuran yang homogen dan sempurna.

Adapun data-data teknis dan bak koagulasi adalah sebagai berikut:

Jumlah bak	: 2 buah
Bentuk	: Empat persegi
Panjang masing- masing bak	: 1,25 m



Lebar masing-masing bak	: 1,25 m
Dalam masing-masing bak	: 1 m
Free board	: 0,25 m



**Gambar 5.5. Bak Koagulasi**

Sumber : Dokumentasi di lapangan

Setelah melalui proses Koagulasi, air baku yang telah bercampur dengan koagulan ini melalui opening yang berukuran lebar 1,25 m dan tinggi 0,16 m akan mengalir ke saluran berbelok-belok (*baffle channel*) dan diharapkan terjadi pembentukan flok yang cukup besar yang akan diendapkan pada bak sedimentasi.

Data teknis untuk *baffle channel* aliran horizontal di IPA Babakan adalah sebagai berikut.

***Baffle channel sebelah kiri :***

➤ *Kompartemen 1*

Panjang Saluran	: 5 m
Lebar Saluran	: 0,25 m
Dalam Saluran	: 0,80 m
Lebar belokan	: 0,25 m
Jumlah belokan	: 7

➤ *Kompartemen 2*

Panjang Saluran	: 4,3 m
Lebar Saluran	: 0,35 m
Dalam Saluran	: 0,80 m
Lebar belokan	: 0,35

Jumlah belokan : 11

***Baffle channel sebelah kanan***

➤ *Kompartemen 1*

Panjang Saluran : 5 m

Lebar Saluran : 0,25 m

Dalam Saluran : 0,80 m

Lebar belokan : 0,25 m

Jumlah belokan : 7

➤ *Kompartemen 2*

Panjang Saluran : 4,3 m

Lebar Saluran : 0,35 m

Dalam Saluran : 0,80 m

Lebar belokan : 0,35

Jumlah belokan : 11



**Gambar 5.6. Bak Flokulasi**

Sumber : Dokumentasi di lapangan

Setelah melalui saluran berbelok-belok ini, air baku mengalir melalui saluran terbuka dengan lebar 0,35 m sepanjang 5,08 m menuju manual *penstock* sebanyak 4 unit yang berukuran lebar 0,47 m dan tinggi 0,76 m dan openingnya berukuran lebar 0,47 m dan tinggi 0,76 m.

Setelah melalui manual *penstock* ini air mengalir melalui saluran terbuka

dengan lebar 0,27 m dan kedalaman 0,80 m sepanjang 4 m dengan *opening* di bagian akhir yang berukuran lebar 0,20 m dan tinggi 0,21 m.

### 5.5. Bak Sedimentasi

IPA Babakan memiliki 4 unit bak sedimentasi yang dilengkapi dengan *plate settler*. Secara visual kondisi bak sedimentasi masih dalam kondisi yang cukup baik dapat berfungsi dengan baik pada debit 80 lps. Dari survey yang dilakukan ada beberapa kondisi yang perlu diperhatikan:

1. *Pipa puddle* pada pipa pengumpul air hasil sedimentasi/*clarified water* sudah berkarat
2. Tidak ada sarana untuk mengambil sampling lumpur pada saat pembuangan, untuk melihat apakah *setting frekuensi* dan durasi buangan lumpur sudah sesuai. Hal ini sangat penting untuk mengendalikan jumlah endapan lumpur dalam ruang lumpur agar proses sedimentasi berjalan dengan baik
3. Pembuangan lumpur ke saluran pembuangan lumpur yang disatukan dengan buangan hasil *backwash filter* dan dekat dengan saluran penyadapan air baku.

Data teknis dari bak sedimentasi adalah sebagai berikut:

#### ***Zone Inlet***

Jumlah	: 4 unit
Bentuk	: Empat persegi
Konstruksi	: Beton
Panjang	: 0,6 m
Lebar	: 4 m
Kedalaman	: 2,25 m
Tinggi muka air	: 2,10 m

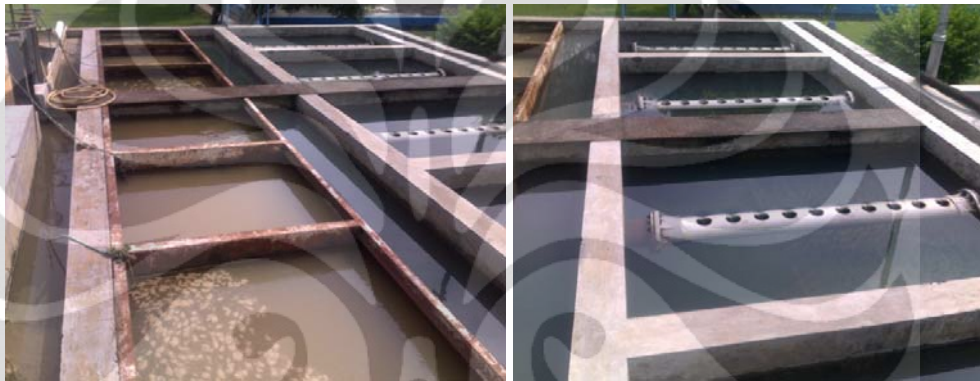
#### ***Zone Sedimentasi***

Jumlah	: 4 unit
Bentuk	: Empat persegi
Konstruksi	: Beton
Panjang	: 2,5 m
Lebar	: 4 m
Kedalaman	: 2,6 m

Tinggi muka air	: 2,2 m
Tinggi pelat (60 °)	: 0,95 m
Kemiringan pelat	: 60 °

#### ***Ruang Lumpur***

Jumlah	: 4 unit
Volume/unit	: 16 m <sup>3</sup>
Diameter pipa lumpur	: 200 mm



**Gambar 5.7. Bak Sedimentasi**

Sumber : Dokumentasi di lapangan

Dari survey yang dilakukan ada beberapa kondisi yang perlu diperhatikan:

1. Kondisi bak flokulasi aliran vertikal hasil modifikasi sebelumnya yang terbuat dari *steel* sudah berkarat
2. Pipa *puddle* pengumpul air hasil sedimentasi sudah berkarat
3. Susunan *plat settler* mulai tidak beraturan

#### **5.6. Unit Filter**

Unit filtrasi pada instalasi pengolahan air minum pada umumnya menggunakan filter gravitasi (terbuka) yang terbuat dan konstruksi beton.

Tipe filter yang digunakan pada IPA Babakan adalah filter pasir cepat yang beroperasi secara gravitasi dan pencucian dengan menggunakan air yang berasal dari menara air dengan ketinggian menara sekitar 25 m yang dilengkapi dengan manual *valve* untuk pengaturan tekanan.

Di IPA Babakan ini terdapat 6 unit filter dengan ukuran masing-masing  $1,50 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 3,75 \text{ m}^2$ . Pada sistem filtrasi menggunakan pasir silika yang berukuran homogen antara 0,85 mm sampai dengan 1,15 mm. Air buangan hasil pencucian filter pada saat *backwash* ini dialirkan melalui pipa *steel* diameter 300 mm menuju saluran buangan dan dibuang ke sungai dimana titik pembuangannya di sungai berdekatan dengan titik pengambilan air baku di intake.



**Gambar 5.8. Bak Filtrasi**

Sumber : Dokumentasi di lapangan

Air hasil filtrasi dialirkan melalui pipa diameter 200 mm ke bak *effluent* filter yang berukuran 1,50 m (P) x 0,7 m (L) dengan kedalaman bak 1,5 m. Dari bak effluent filter ini air hasil filtrasi melimpah ke saluran yang akan mengalirkan air hasil filtrasi menuju reservoir melalui pipa diameter 250 mm. Dimensi saluran ini berukuran : 10 m (P) x 0,7 m (L) dan kedalaman 1,64 m. Pada ujung saluran terdapat pipa *overflow* diameter 300 mm.

### 5.7. Reservoir

Reservoir berfungsi untuk menampung air yang telah melalui proses filtrasi (penyaringan) dan sebagai cadangan penyimpanan air sementara waktu sebelum air itu didistribusikan. Reservoir yang digunakan pada instalasi ini berjenis *ground storage reservoir* yang berjumlah 1 unit dengan kapasitas  $500 \text{ m}^3$ .



**Gambar 5.9. Bak reservoir**

Sumber : Dokumentasi di lapangan

## **5.8. Sistem Bahan Kimia**

### **5.8.1. Kondisi Eksisting**

Pada saat ini, persiapan bahan kimia yang akan digunakan untuk injeksi di IPA Babakan dilakukan di bak pencampuran bahan kimia yang berfungsi sebagai tempat pelarutan, dan penginjeksian bahan kimia, sedangkan untuk penyimpanan bahan kimia, untuk sementara diletakan di dekat bak pelarutan tersebut. Adapun bahan kimia yang digunakan terdiri dari koagulan dan desinfektan.

### **5.8.2. Koagulan**

Bahan kimia yang dipakai sebagai koagulan adalah Alum padat dalam bentuk powder yang disimpan dalam kemasan karung 50 kg sebelum dilarutkan di dalam tangki pelarutan. Sarana/peralatan yang tersedia terdiri dari bak pelarutan, pipa dan *valve*.

- **Tangki Pelarutan Alum**, berukuran 2 m (P) x 1,25 m (L) dan Kedalaman 0,9 m dengan ketinggian *free board* 0,30 m, berjumlah 2 (dua) unit yang masih terlihat cukup baik. Semua dalam keadaan dioperasikan namun kebersihan belum terjaga dengan baik karena tempat penyimpanan bahan kimianya masih diletakan di sebelah bak. Selain itu letak bak pelarutan yang tinggi ini dari tanah akan cukup menyulitkan operator pada saat akan menyimpan stok

bahak kimia ke lokasi pembubuhan.

- **Peralatan Lain**, yaitu sistem perpipaan menggunakan pipa PVC diameter 25 mm yang jumlah injeksi bahan kimianya diatur dengan menggunakan *valve* dengan kalibrasi terlebih dahulu. Akurasi sistem injeksi ini diragukan karena dengan menurunnya level air di atas bak pelarut, jumlah injeksi akan menurun juga.



**Gambar 5.10. Bak Pembubuhan Koagulan**

Sumber : Dokumentasi di lapangan

### 5.8.3. Desinfektan

Desinfektan yang digunakan adalah gas chlor, dan masih berfungsi dengan baik. Sistem chlorinatornya sangat sederhana dengan mengandalkan penguapan yang terjadi di gas chlor.

Chlorinator yang digunakan menggunakan pompa booster yang kemudian disuntikkan pada bak reservoir. Berdasarkan pengamatan belum ada metoda kalibrasi sistem pendosisan gas chlor.

Pada sistem kimia di IPA Babakan ini desain awalnya menggunakan lime saturator untuk pH adjustment, tapi kondisi saat ini sudah tidak dipergunakan lagi karena pH air bersih hasil olahan rata-rata sudah cukup baik dan berada dalam batasan standar yang diperbolehkan. Untuk jangka panjang perlu disiapkan sistem penyesuaian pH, mengingat kualitas air baku yang dapat berubah setiap saat, sehingga kualitas hasil olahan dapat terjaga secara konstan sepanjang waktu.



**Gambar 5.11. Bak Disinfektan**

Sumber : Dokumentasi di lapangan

### **5.9. Kualitas Air**

Pengecekan kualitas air di Instalasi Babakan terdiri dari kualitas air baku yang berasal dari Sungai Cisadane dan kualitas air produksi. Pengecekan kualitas air ini dilakukan oleh pihak dari laboratorium PDAM Tirta Kerta Raharja yang dilakukan sebanyak 3-4 kali dalam sebulan. Pada Laboratorium PDAM Tirta Kerta Raharja, kualitas air baku hasil pengecekan dibandingkan dengan PP RI Nomor 82 Tahun 2001, sedangkan pengecekan kualitas air produksi dibandingkan dengan Kepmenkes no.907 tahun 2002. Berikut ini adalah kualitas air baku pada tahun 2009 dan kualitas air produksi pada tahun 2009:



Tabel 5.1. Kualitas Air Baku Tahun 2009

No	Parameter Analisis	Satuan	Kualitas air baku tahun 2009											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
<b>A</b>	<b>Fisika</b>													
1	Suhu	°C	29,5	28,5	29,2	28,8	28,9	28,4	28,2	26,5	29,7	28,3	28,2	26,4
2	Kekeruhan	NTU	26,6	35,6	45,3	26,5	27	13,8	28,8	70	39,6	32,7	8,35	42,7
3	Warna	PtCo	182	135	191	224	165	159	233	205	409	331	85	459
4	Zat Padat Terlarut	mg/l	31,3	65	66,7	53,6	64,7	108	60,6	133	76,5	7	69,6	92,8
5	Daya Hantar Listrik	µ/cm	66,6	129,5	133,5	106,5	127,8	172	121,3	226	146,2	162,2	136,5	185,5
<b>B</b>	<b>Kimia An-Organik</b>													
1	pH	-	6,7	6,75	6,84	6,92	6,8	6,34	6,65	6,83	6,7	6,56	6,54	6,52
2	Amoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0,16	0,15	0,13	0,13	0,03	0,09	0,01	< 0,01	0,06	0,06	0,06	0,04
3	Aluminium (Al)	mg/l	0,045	0,028	0,007	0,059	0,001	0,118	0,038	0,046	0,028	0,037	0,041	0,024
4	Besi (Fe)	mg/l	1,3	0,52	1,53	1,78	0,56	1,17	1,44	0,62	1,15	0,95	0,3	0,97
5	Cadmium	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,023	0,022	0,003	0,003
6	Chromium Valensi 6 <sup>+</sup> (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,015	0,041	0,023	0,109	0,02	0,04	0,05	0,03	0,07	0,07	0,02	0,09
7	Cyanide (Cn)	mg/l	0,014	0,018	0,021	0,036	0,008	0,008	0,005	0,007	0,02	0,19	0,006	0,031
8	COD	mg/l	10	7	7	8	106	6	1	15	1	1	46	1
9	Fluoride (F)	mg/l	0,45	0,01	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,19	0,11	< 0,01	1,04	0,27	0,07
10	Kesadahan (sebagai CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	39	52	74,75	52	58,14	47,88	34,20	26,65	36,41	49,65	36,41	69,51
11	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	4,79	8,6	7,66	6,7	5,6	10,53	3,9	17,5	13,36	27,76	15,4	17,48
12	Mangan (Mn)	mg/l	0,059	0,159	0,147	0,116	< 0,001	0,096	0,113	0,048	0,156	0,153	0,024	0,208
13	Nitrat (NO <sub>3</sub> ), sebagai N	mg/l	5,2	3,5	5,9	5,6	4,8	5,8	4,8	4,2	8,2	3,3	2,6	48,3
14	Nitrit (NO <sub>2</sub> ), sebagai N	mg/l	0,033	0,024	0,065	0,052	0,025	0,042	0,032	0,042	0,053	0,057	0,027	0,061
15	Phosphat (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,18	0,28	0,34	0,44	0,68	0,62	0,25	2,46	0,52	0,1	0,65	1,01
16	Selenium (Se)	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Seng (Zn)	mg/l	< 0,01	0,01	0,04	0,01	0,04	0,06	0,01	0,19	1,29	0,01	0,16	0,01
18	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	17	26	22	19	15	18	15	31	19	1	12	24
19	Tembaga (Cu)	mg/l	0,3	0,28	0,45	0,58	0,23	0,33	0,22	0,19	0,49	1	0,14	0,52

20	Oksigen Terlarut	mg/l	7,44	5,63	5,27	5,5	5,75	5,92	6,4	4,41	5,93	6,7	4,67	6,25
<b>C</b>	<b>Kimia Organik</b>													
1	Detergent	mg/l	-	0,006	0,009	0,002	0,031	0,061	0,05	0,053	0,016	0,015	0,015	0,048
2	Zat Organik	mg/l	13,25	8,52	9,72	9,72	14,95	7,82	11,06	7,82	5,77	8,89	8,89	12,2
<b>D</b>	<b>Mikrobiologi</b>													
1	Fecal Coliform	Coloni/100 ml	2000	2000	2000	3000	2000	2000	3500	3000	3000	3000	3000	3000
2	Total Coliform	Coloni/100 ml	5000	5000	4000	6000	5000	4000	7000	6000	6000	7000	7000	6000

Sumber: PDAM Tirta Kerta Raharja

Tabel 5.2. Kualitas Air Produksi Tahun 2009

No	Parameter Analisis	Satuan	Kualitas Air Reservoir 2009											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
<b>PARAMETER I *</b>														
<b>A</b>	<b>Mikrobiologi</b>													
1	Fecal Coliform	Coloni/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Total Coliform	Coloni/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>B Kimia An Organik</b>														
1	Arsen ***	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Cadmium (Cd)	mg/l	0,002	0,003	0,003	< 0,001	< 0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
3	Chromium Valensi 6 <sup>+</sup> (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,005	0,02	0,033	0,006	< 0,001	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	< 0,001
4	Cyanide (Cn)	mg/l	0,004	0,005	0,007	0,004	0,003	0,002	0,001	0,007	0,005	0,007	0,001	0,011
5	Fluoride (F)	mg/l	< 0,01	0,01	< 0,01	0	< 0,01	< 0,01	0,53	0,11	0,04	0,7	0,03	0,28
6	Nitrat (NO <sub>3</sub> ), Sebagai N	mg/l	0,8	1,9	1,5	1,2	1,5	1,5	1,4	4,2	2,1	8	3,3	8,7
7	Nitrit (NO <sub>2</sub> ), Sebagai N	mg/l	0,003	0,012	0,004	0,002	0,009	0,009	< 0,001	0,042	0,04	0,003	0,005	0,003
8	Selenium (Se) ***	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	6,74	0,32	6,73	5,36	6,48	6,74	6,51	7,35	6,14	7,11	5,67	6,53
<b>PARAMETER II **</b>														
<b>A</b>	<b>Fisika</b>													
1	Bau	-	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau
2	Rasa	-	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa
3	Suhu	°C	28,9	27,4	29,2	29,3	28,9	26,3	26,3	26,3	29,6	28,3	27,3	26,5
4	Warna	PtCo	9	12	9	2	3	6	1	1	15	10	1	5
5	Kekeruhan	NTU	0,56	1,23	0,45	0,69	1,07	0,626	0,91	0,62	3,39	0,779	0,522	0,505
6	Zat Padat Terlarut	mg/l	68,2	62	65,2	70,6	147	75,8	63,7	63,5	58,6	68	115,1	57,3
7	Daya Hantar Listrik	µ/cm	136,4	122,4	130,9	132,1	316	150,5	121,1	127	117,6	144,4	116,3	114,5
<b>B</b>	<b>Kimia An Organik</b>													
1	pH	-	6,56	6,52	<b>6,44</b>	<b>6,15</b>	6,71	<b>6,04</b>	<b>6,35</b>	6,67	6,59	<b>6,43</b>	<b>6,41</b>	6,5
2	Amoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/l	< 0,01	0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
3	Aluminium (Al)	mg/l	0,067	0,058	0,033	0,082	0,011	0,086	0,057	0,012	0,015	0,04	0,013	0,034

4	Besi (Fe)	mg/l	0,03	0,06	0,09	0,06	0,06	0,12	0,04	0,05	0,25	0,08	0,02	0,01
5	Kesadahan	mg/l	29,76	68,95	71,50	97,5	22,02	53,01	39,33	56,27	33,1	43,03	33,10	46,34
6	Klorida (Cl)	mg/l	15,7	8,5	9,57	8,62	5	6,70	3,9	17,5	21,59	22,62	10,28	15,42
7	Mangan (Mn)	mg/l	0,007	0,055	0,020	0,026	< 0,001	0,035	0,014	0,02	0,042	0,09	0,038	0,003
8	Seng (Zn)	mg/l	0,12	0,04	0,06	0,05	1,23	0,01	< 0,01	0,26	0,82	0,02	0,13	0,03
9	Sisa Klor	mg/l	0,4	0,2	0,2	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,6
10	Sulfat (SO4)	mg/l	25	30	26	26	45	37	21	18	35	23	20	18
11	Tembaga (Cu)	mg/l	0,01	0,03	0,03	0,03	0,01	0,08	< 0,01	0,14	0,08	0,03	0,07	0,02
<b>C</b>	<b>Kimia Organik</b>													
1	Zat Organik	mg/l	7,14	8,52	9,17	6,68	9,51	5,78	3,16	3,12	4,86	1,58	11,93	9,07
2	Detergent	mg/l	-	0,005	0,019	0,039	0,035	0,048	0,02	0,027	0,024	0,028	0,037	0,028

Sumber: PDAM Tirta Kerta Raharja

## **BAB 6**

### **EVALUASI INSTALASI BABAKAN**

#### **6.1. Evaluasi Kualitas Air**

##### **6.1.1. Evaluasi Kualitas Air Baku**

Parameter kualitas air baku, baik parameter fisika, parameter kimia, dan parameter biologi dicek di laboratorium PDAM Tirta Kerta Raharja yang berlokasi tidak jauh dari Instalasi Babakan. Parameter kualitas air baku hasil pemeriksaan di laboratorium PDAM Tirta Kerta Raharja dibandingkan dengan kriteria mutu air kelas I pada PP RI Nomor 82 Tahun 2001. Dari perbandingan tersebut maka dapat dilihat bahwa ada beberapa parameter yang melebihi standar kualitas air baku, yaitu mangan, fosfat, oksigen terlarut dan fecal coliform.

Berdasarkan perbandingan tersebut, air Sungai Cisadane sebenarnya tidak bisa dijadikan atau dimanfaatkan untuk air baku di Instalasi Babakan. Buruknya kualitas air baku ini dipengaruhi oleh banyaknya limbah baik domestik atau industri yang terkandung di air Sungai Cisadane tersebut. Pencemaran tersebut disebabkan karena disekitar sungai banyak rumah-rumah penduduk dan industri yang langsung membuang limbahnya ke sungai.

Pada Instalasi Babakan eksisting, kombinasi unit operasi dan proses yang digunakan sudah sesuai untuk menurunkan konsentrasi pencemar pada air baku yang digunakan mulai intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan desinfeksi. Instalasi Babakan sudah mampu mengolah air baku yang berasal dari Sungai Cisadane dengan kualitasnya sehingga menghasilkan air produksi yang kualitasnya sesuai dengan standar kualitas air minum di Indonesia PerMenKes Nomor 907 Tahun 2002. Unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dapat menurunkan konsentrasi pencemar (kekeruhan, mangan, fosfat), meningkatkan kandungan oksigen terlarut, dan lain sebagainya. Sedangkan unit desinfeksi dapat menurunkan jumlah fecal coliform yang terdapat dalam air sehingga sesuai dengan standar kualitas air minum. Berikut ini adalah hasil pemeriksaan kualitas air baku Sungai Cisadane pada tahun 2009:

Tabel 6.1. Perbandingan Kualitas Air Baku Sungai Cisadane Tahun 2009 Dengan Standar Kualitas Air Baku di Indonesia

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	Kualitas air baku tahun 2009											
				Jan	Cek	Feb	Cek	Mar	Cek	Apr	Cek	Mei	Cek	Juni	Cek
<b>A</b>	<b>Fisika</b>														
1	Suhu	°C	Suhu ruang ± 3°C	29,5	√	28,5	√	29,2	√	28,8	√	28,9	√	28,4	√
2	Kekeruhan	NTU	-	26,6	√	35,6	√	45,3	√	26,5	√	27	√	13,8	√
3	Warna	PtCo	-	182	√	135	√	191	√	224	√	165	√	159	√
4	Zat Padat Terlarut	mg/l	1000	31,3	√	65	√	66,7	√	53,6	√	64,7	√	108	√
5	Daya Hantar Listrik	μ/cm	-	66,6	√	129,5	√	133,5	√	106,5	√	127,8	√	172	√
<b>B</b>	<b>Kimia An-Organik</b>														
1	pH	-	6 – 9 *	6,7	√	6,75	√	6,84	√	6,92	√	6,8	√	6,34	√
2	Amoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0,5	0,16	√	0,15	√	0,13	√	0,13	√	0,03	√	0,09	√
3	Aluminium (Al)	mg/l	-	0,045	√	0,028	√	0,007	√	0,059	√	0,001	√	0,118	√
4	Besi (Fe)	mg/l	5	1,3	√	0,52	√	1,53	√	1,78	√	0,56	√	1,17	√
5	Cadmium	mg/l	0,01	0,01	√	0,01	√	0,01	√	0,01	√	0,01	√	0,01	√
6	Chromium Valensi 6 <sup>+</sup> (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,05	0,015	√	0,041	√	0,023	√	0,109	x	0,02	√	0,04	√
7	Cyanide (Cn)	mg/l	0,02	0,014	√	0,018	√	0,021	x	0,036	x	0,008	√	0,008	√
8	COD	mg/l	10	10	√	7	√	7	√	8	√	10	√	6	√
9	Fluoride (F)	mg/l	0,5	0,45	√	0,01	√	0,01	√	0,01	√	< 0,01	√	< 0,01	√
10	Kesadahan (sebagai CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	-	39	√	52	√	74,75	√	52	√	58,14	√	47,88	√
11	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	600	4,79	√	8,6	√	7,66	√	6,7	√	5,6	√	10,53	√
12	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	0,059	√	0,159	x	0,147	x	0,116	x	< 0,001	√	0,096	√
13	Nitrat (NO <sub>3</sub> ), sebagai N	mg/l	10	5,2	√	3,5	√	5,9	√	5,6	√	4,8	√	5,8	√
14	Nitrit (NO <sub>2</sub> ), sebagai N	mg/l	1	0,033	√	0,024	√	0,065	√	0,052	√	0,025	√	0,042	√
15	Phosphat (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,2	0,18	√	0,28	x	0,34	x	0,44	x	0,68	x	0,62	x
16	Selenium (Se)	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Seng (Zn)	mg/l	5	< 0,01	√	0,01	√	0,04	√	0,01	√	0,04	√	0,06	√
18	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	400	17	√	26	√	22	√	19	√	15	√	18	√

19	Tembaga (Cu)	mg/l	<b>1</b>	0,3	√	0,28	√	0,45	√	0,58	√	0,23	√	0,33	√
20	Oksigen Terlarut	mg/l	<b>6 **</b>	7,44	√	<b>5,63</b>	x	<b>5,27</b>	x	<b>5,5</b>	x	<b>5,75</b>	x	<b>5,92</b>	x
<b>C Kimia Organik</b>															
1	Detergent	mg/l	<b>0,2</b>	-	√	0,006	√	0,009	√	0,002	√	0,031	√	0,061	√
2	Zat Organik	mg/l	-	13,25	√	8,52	√	9,72	√	9,72	√	14,95	√	7,82	√
<b>D Mikrobiologi</b>															
1	Fecal Coliform	Coloni/100 ml	<b>2000</b>	2000	√	2000	√	2000	√	<b>3000</b>	x	2000	√	2000	√
2	Total Coliform	Coloni/100 ml	<b>10.000</b>	5000	√	5000	√	4000	√	6000	√	5000	√	4000	√

Sumber: Telah diolah kembali

**Tabel 6.1. Perbandingan Kualitas Air Baku Sungai Cisadane Tahun 2009 Dengan Standar Kualitas Air Baku di Indonesia (Lanjutan)**

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	Kualitas air baku tahun 2009											
				Juli	Cek	Ags	Cek	Sept	Cek	Okt	Cek	Nov	Cek	Des	Cek
<b>A</b>	<b>Fisika</b>														
1	Suhu	°C	Suhu ruang ± 3°C	28,2	√	26,5	√	29,7	√	28,3	√	28,2	√	26,4	√
2	Kekeruhan	NTU	-	28,8	√	70	√	39,6	√	32,7	√	8,35	√	42,7	√
3	Warna	PtCo	-	233	√	205	√	409	√	331	√	85	√	459	√
4	Zat Padat Terlarut	mg/l	1000	60,6	√	133	√	76,5	√	7	√	69,6	√	92,8	√
5	Daya Hantar Listrik	μ/cm	-	121,3	√	226	√	146,2	√	162,2	√	136,5	√	185,5	√
<b>B</b>	<b>Kimia An-Organik</b>														
1	pH	-	6 – 9 *	6,65	√	6,83	√	6,7	√	6,56	√	6,54	√	6,52	√
2	Amoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0,5	0,01	√	< 0,01	√	0,06	√	0,06	√	0,06	√	0,04	√
3	Aluminium (Al)	mg/l	-	0,038	√	0,046	√	0,028	√	0,037	√	0,041	√	0,024	√
4	Besi (Fe)	mg/l	5	1,44	√	0,62	√	1,15	√	0,95	√	0,3	√	0,97	√
5	Cadmium	mg/l	0,01	0,01	√	0,01	√	0,023	√	0,022	√	0,003	√	0,003	√
6	Chromium Valensi 6 <sup>+</sup> (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,05	0,05	√	0,03	√	0,07	x	0,07	x	0,02	√	0,09	x
7	Cyanide (Cn)	mg/l	0,02	0,005	√	0,007	√	0,02	√	0,19	x	0,006	√	0,031	x
8	COD	mg/l	10	1	√	15	x	1	√	1	√	46	x	1	√
9	Fluoride (F)	mg/l	0,5	0,19	√	0,11	√	< 0,01	√	1,04	x	0,27	√	0,07	√
10	Kesadahan (sebagai CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	-	34,20	√	26,65	√	36,41	√	49,65	√	36,41	√	69,51	√
11	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	600	3,9	√	17,5	√	13,36	√	27,76	√	15,4	√	17,48	√
12	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	0,113	x	0,048	√	0,156	x	0,153	x	0,024	√	0,208	x
13	Nitrat (NO <sub>3</sub> ), sebagai N	mg/l	10	4,8	√	4,2	√	8,2	√	3,3	√	2,6	√	48,3	√
14	Nitrit (NO <sub>2</sub> ), sebagai N	mg/l	1	0,032	√	0,042	√	0,053	√	0,057	√	0,027	√	0,061	√
15	Phosphat (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,2	0,25	x	2,46	x	0,52	x	0,1	√	0,65	x	1,01	x
16	Selenium (Se)	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Seng (Zn)	mg/l	5	0,01	√	0,19	√	1,29	√	0,01	√	0,16	√	0,01	√

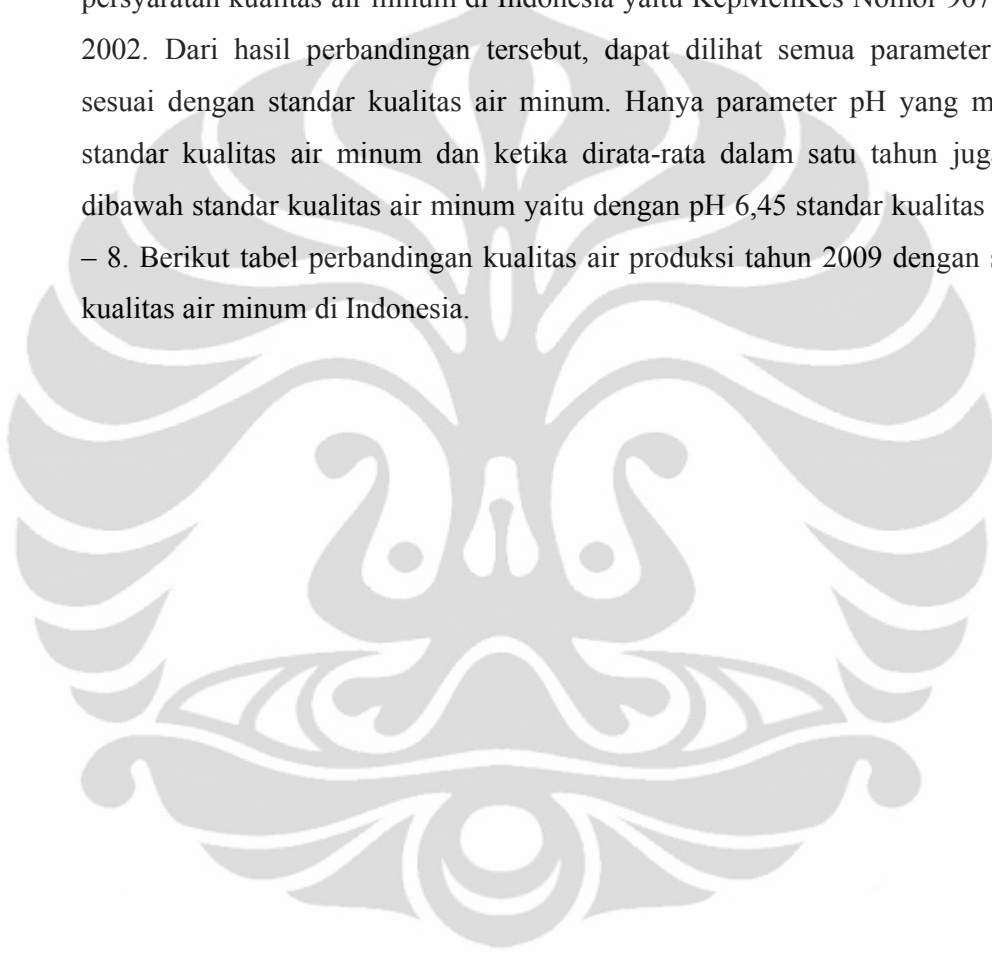


18	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	<b>400</b>	15	√	31	√	19	√	1	√	12	√	24	√
19	Tembaga (Cu)	mg/l	<b>1</b>	0,22	√	0,19	√	0,49	√	1	√	0,14	√	0,52	√
20	Oksigen Terlarut	mg/l	<b>6 **</b>	6,4	√	<b>4,41</b>	x	<b>5,93</b>	x	6,7	√	<b>4,67</b>	x	<b>6,25</b>	x
<b>C</b>	<b>Kimia Organik</b>														
1	Detergent	mg/l	<b>0,2</b>	0,05	√	0,053	√	0,016	√	0,015	√	0,015	√	0,048	√
2	Zat Organik	mg/l	-	11,06	√	7,82	√	5,77	√	8,89	√	8,89	√	12,2	√
<b>D</b>	<b>Mikrobiologi</b>														
1	Fecal Coliform	Coloni/100 ml	<b>2000</b>	<b>3500</b>	x	<b>3000</b>	x	<b>3000</b>	x	<b>3000</b>	x	<b>3000</b>	x	<b>3000</b>	x
2	Total Coliform	Coloni/100 ml	<b>10.000</b>	7000	√	6000	√	6000	√	7000	√	7000	√	6000	√

Sumber: Telah diolah kembali

### 6.1.2. Evaluasi Kualitas Air Produksi

Kualitas air produksi di Instalasi Babakan diperiksa di Laboratorium PDAM Tirta Kerta Raharja dengan parameter kimia (organik dan an-organik), fisika, dan biologi. Kemudian parameter-parameter tersebut dibandingkan dengan persyaratan kualitas air minum di Indonesia yaitu KepMenKes Nomor 907 Tahun 2002. Dari hasil perbandingan tersebut, dapat dilihat semua parameter sudah sesuai dengan standar kualitas air minum. Hanya parameter pH yang melebihi standar kualitas air minum dan ketika dirata-rata dalam satu tahun juga tetap dibawah standar kualitas air minum yaitu dengan pH 6,45 standar kualitas pH 6,5 – 8. Berikut tabel perbandingan kualitas air produksi tahun 2009 dengan standar kualitas air minum di Indonesia.



Tabel 6.2. Perbandingan Kualitas Air Produksi Instalasi Babakan Tahun 2009 Dengan Standar Kualitas Air Minum

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	Kualitas Air Reservoir 2009											
				Jan	Cek	Feb	Cek	Mar	Cek	Apr	Cek	Mei	Cek	Jun	Cek
<b>PARAMETER I *</b>															
<b>A Mikrobiologi</b>															
1	Fecal Coliform	Coloni/100 ml	0	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
2	Total Coliform	Coloni/100 ml	0	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
<b>B Kimia An Organik</b>															
1	Arsen ***	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Cadmium (Cd)	mg/l	0,003	0,002	√	0,003	√	0,003	√	< 0,001	√	< 0,001	√	0,001	√
3	Chromium Valensi 6 <sup>+</sup> (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,05	0,005	√	0,02	√	0,033	√	0,006	√	< 0,001	√	0,01	√
4	Cyanide (Cn)	mg/l	0,07	0,004	√	0,005	√	0,007	√	0,004	√	0,003	√	0,002	√
5	Fluoride (F)	mg/l	1,5	< 0,01	√	0,01	√	< 0,01	√	0	√	< 0,01	√	< 0,01	√
6	Nitrat (NO <sub>3</sub> ), Sebagai N	mg/l	50	0,8	√	1,9	√	1,5	√	1,2	√	1,5	√	1,5	√
7	Nitrit (NO <sub>2</sub> ), Sebagai N	mg/l	3	0,003	√	0,012	√	0,004	√	0,002	√	0,009	√	0,009	√
8	Selenium (Se) ***	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,005	-	-	-
9	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	-	6,74	√	0,32	√	6,73	√	5,36	√	6,48	√	6,74	√
<b>PARAMETER II **</b>															
<b>A Fisika</b>															
1	Bau	-	Tak berbau	Tak berbau	√	Tak berbau	√	Tak berbau	√	Tak berbau	√	Tak berbau	√	Tak berbau	√
2	Rasa	-	Tak berasa	Tak berasa	√	Tak berasa	√	Tak berasa	√	Tak berasa	√	Tak berasa	√	Tak berasa	√
3	Suhu	°C	Suhu ruang ± 3°C	28,9	√	27,4	√	29,2	√	29,3	√	28,9	√	26,3	√
4	Warna	PtCo	15	9	√	12	√	9	√	2	√	3	√	6	√
5	Kekeruhan	NTU	5	0,56	√	1,23	√	0,45	√	0,69	√	1,07	√	0,626	√
6	Zat Padat Terlarut	mg/l	1000	68,2	√	62	√	65,2	√	70,6	√	147	√	75,8	√
7	Daya Hantar Listrik	μ/cm	-	136,4	√	122,4	√	130,9	√	132,1	√	316	√	150,5	√
<b>B Kimia An Organik</b>															
1	pH	-	6,5 - 8,5	6,56	√	6,52	√	6,44	x	6,15	x	6,71	√	6,04	x
2	Amoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/l	1,5	< 0,01	√	0,01	√	0,02	√	< 0,01	√	< 0,01	√	0,03	√
3	Aluminium (Al)	mg/l	0,2	0,067	√	0,058	√	0,033	√	0,082	√	0,011	√	0,086	√

4	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,03	√	0,06	√	0,09	√	0,06	√	0,06	√	0,12	√
5	Kesadahan	mg/l	500	29,76	√	68,95	√	71,50	√	97,5	√	22,02	√	53,01	√
6	Klorida (Cl)	mg/l	250	15,7	√	8,5	√	9,57	√	8,62	√	5	√	6,70	√
7	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	0,007	√	0,055	√	0,020	√	0,026	√	< 0,001	√	0,035	√
8	Seng (Zn)	mg/l	3	0,12	√	0,04	√	0,06	√	0,05	√	1,23	√	0,01	√
9	Sisa Klor	mg/l	5	0,4	√	0,2	√	0,2	√	0,5	√	0,4	√	0,3	√
10	Sulfat (SO4)	mg/l	250	25	√	30	√	26	√	26	√	45	√	37	√
11	Tembaga (Cu)	mg/l	1	0,01	√	0,03	√	0,03	√	0,03	√	0,01	√	0,08	√
<b>C</b>	<b>Kimia Organik</b>														
1	Zat Organik	mg/l	-	7,14	√	8,52	√	9,17	√	6,68	√	9,51	√	5,78	√
2	Detergent	mg/l	0,05	-	√	0,005	√	0,019	√	0,039	√	0,035	√	0,048	√

Sumber: Telah diolah kembali

Tabel 6.2. Perbandingan Kualitas Air Produksi Instalasi Babakan Tahun 2009 Dengan Standar Kualitas Air Minum (Lanjutan)

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	Kualitas Air Reservoir 2009											
				Jul	Cek	Ags	Cek	Sep	Cek	Okt	Cek	Nov	Cek	Des	Cek
<b>PARAMETER I *</b>															
<b>A Mikrobiologi</b>															
1	Fecal Coliform	Coloni/100 ml	0	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
2	Total Coliform	Coloni/100 ml	0	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
<b>B Kimia An Organik</b>															
1	Arsen ***	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Cadmium (Cd)	mg/l	0,003	0,002	√	0,002	√	0,002	√	0,001	√	0,001	√	0,001	√
3	Chromium Valensi 6 <sup>+</sup> (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,05	0,01	√	0,03	√	0,02	√	0,02	√	0,01	√	< 0,001	√
4	Cyanide (Cn)	mg/l	0,07	0,001	√	0,007	√	0,005	√	0,007	√	0,001	√	0,011	√
5	Fluoride (F)	mg/l	1,5	0,53	√	0,11	√	0,04	√	0,7	√	0,03	√	0,28	√
6	Nitrat (NO <sub>3</sub> ), Sebagai N	mg/l	50	1,4	√	4,2	√	2,1	√	8	√	3,3	√	8,7	√
7	Nitrit (NO <sub>2</sub> ), Sebagai N	mg/l	3	< 0,001	√	0,042	√	0,04	√	0,003	√	0,005	√	0,003	√
8	Selenium (Se) ***	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	-	6,51	√	7,35	√	6,14	√	7,11	√	5,67	√	6,53	√
<b>PARAMETER II **</b>															
<b>A Fisika</b>															
1	Bau	-	Tak berbau	Tak berbau	√	Tak berbau	√	Tak berbau	√	Tak berbau	√	Tak berbau	√	Tak berbau	√
2	Rasa	-	Tak berasa	Tak berasa	√	Tak berasa	√	Tak berasa	√	Tak berasa	√	Tak berasa	√	Tak berasa	√
3	Suhu	°C	Suhu ruang ± 3°C	26,3	√	26,3	√	29,6	√	28,3	√	27,3	√	26,5	√
4	Warna	PtCo	15	1	√	1	√	15	√	10	√	1	√	5	√
5	Kekeruhan	NTU	5	0,91	√	0,62	√	3,39	√	0,779	√	0,522	√	0,505	√
6	Zat Padat Terlarut	mg/l	1000	63,7	√	63,5	√	58,6	√	68	√	115,1	√	57,3	√
7	Daya Hantar Listrik	μ/cm	-	121,1	√	127	√	117,6	√	144,4	√	116,3	√	114,5	√
<b>B Kimia An Organik</b>															
1	pH	-	6,5 - 8,5	6,35	x	6,67	√	6,59	x	6,43	x	6,41	x	6,5	√
2	Amoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/l	1,5	< 0,01	√	< 0,01	√	< 0,01	√	< 0,01	√	< 0,01	√	< 0,01	√
3	Aluminium (Al)	mg/l	0,2	0,057	√	0,012	√	0,015	√	0,04	√	0,013	√	0,034	√

4	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,04	√	0,05	√	0,25	√	0,08	√	0,02	√	0,01	√
5	Kesadahan	mg/l	500	39,33	√	56,27	√	33,1	√	43,03	√	33,10	√	46,34	√
6	Klorida (Cl)	mg/l	250	3,9	√	17,5	√	21,59	√	22,62	√	10,28	√	15,42	√
7	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	0,014	√	0,02	√	0,042	√	0,09	√	0,038	√	0,003	√
8	Seng (Zn)	mg/l	3	< 0,01	√	0,26	√	0,82	√	0,02	√	0,13	√	0,03	√
9	Sisa Khlor	mg/l	5	0,4	√	0,2	√	0,4	√	0,4	√	0,4	√	0,6	√
10	Sulfat (SO4)	mg/l	250	21	√	18	√	35	√	23	√	20	√	18	√
11	Tembaga (Cu)	mg/l	1	< 0,01	√	0,14	√	0,08	√	0,03	√	0,07	√	0,02	√
<b>C</b>	<b>Kimia Organik</b>						√		√						
1	Zat Organik	mg/l	-	3,16	√	3,12	√	4,86	√	1,58	√	11,93	√	9,07	√
2	Detergent	mg/l	0,05	0,02	√	0,027	√	0,024	√	0,028	√	0,037	√	0,028	√

Sumber: Telah diolah kembali

Keterangan: (√) = sesuai (x) = tidak sesuai. Peraturan yang digunakan KepMenKes No.907 Tahun 2002

**Tabel 6.3. Perbandingan Kualitas Air Baku dan Air Produksi Instalasi Babakan Tahun 2009 Beserta Standar Kualitasnya Masing-masing**

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	Kualitas Air Baku		Standar	Kualitas Air Produksi	
				Rata-rata	Cek		Rata-rata	Cek
<b>A Fisika</b>								
1	Suhu	°C	Suhu ruang ± 3°C	28,4	√	Suhu ruang ± 3°C	27,9	√
2	Kekeruhan	NTU	-	33,1	√	5	1	√
3	Warna	PtCo	-	232	√	15	6,2	√
4	Zat Padat Terlarut	mg/l	1000	69,1	√	1000	457,5	√
5	Daya Hantar Listrik	μ/cm	-	142,8	√	-	144	√
<b>B Kimia An-Organik</b>								
1	pH	-	6 – 9 *	6,7	√	6,5 - 8,5	6,5	√
2	Amoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0,5	0,07	√	1,5	0,01	√
3	Aluminium (Al)	mg/l	-	0,04	√	0,2	0,04	√
4	Besi (Fe)	mg/l	5	1,02	√	0,3	0,07	√
5	Cadmium	mg/l	0,01	0,01	√	0,003	0,002	√
6	Chromium Valensi 6 <sup>+</sup> (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,05	0,048	√	0,05	0,01	√
7	Cyanide (Cn)	mg/l	0,02	0,03	x	0,07	0,004	√
8	Fluoride (F)	mg/l	0,5	0,2	√	1,5	0,2	√
9	Kesadahan (sebagai CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	-	48	√	500	49,5	√
10	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	600	11,6	√	250	12,1	√
11	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	0,1	√	0,1	0,03	√
12	Nitrat (NO <sub>3</sub> ), sebagai N	mg/l	10	4,9	√	50	3	√
13	Nitrit (NO <sub>2</sub> ), sebagai N	mg/l	1	0,04	√	3	0,01	√
14	Selenium (Se)	mg/l	0,01	-	-	0,01	-	-
15	Seng (Zn)	mg/l	5	0,2	√	3	0,23	√
16	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	400	18	√	250	27	√
17	Tembaga (Cu)	mg/l	1	0,4	√	1	0,045	√

18	Oksigen Terlarut	mg/l	<b>6 **</b>	<b>5,8</b>	<b>x</b>	-	5,9	√
<b>C Kimia Organik</b>								
1	Detergent	mg/l	<b>0,2</b>	0,03	√	<b>0,05</b>	0,03	√
2	Zat Organik	mg/l	-	9,9	√	-	6,71	√
<b>D Mikrobiologi</b>								
1	Fecal Coliform	Coloni/100 ml	<b>2000</b>	2625	√	<b>0</b>	0	√
2	Total Coliform	Coloni/100 ml	<b>10.000</b>	5667	√	<b>0</b>	0	√

Sumber: Telah diolah kembali

Keterangan: (√) = sesuai (x) = tidak sesuai.



## 6.2. Evaluasi IPA Babakan

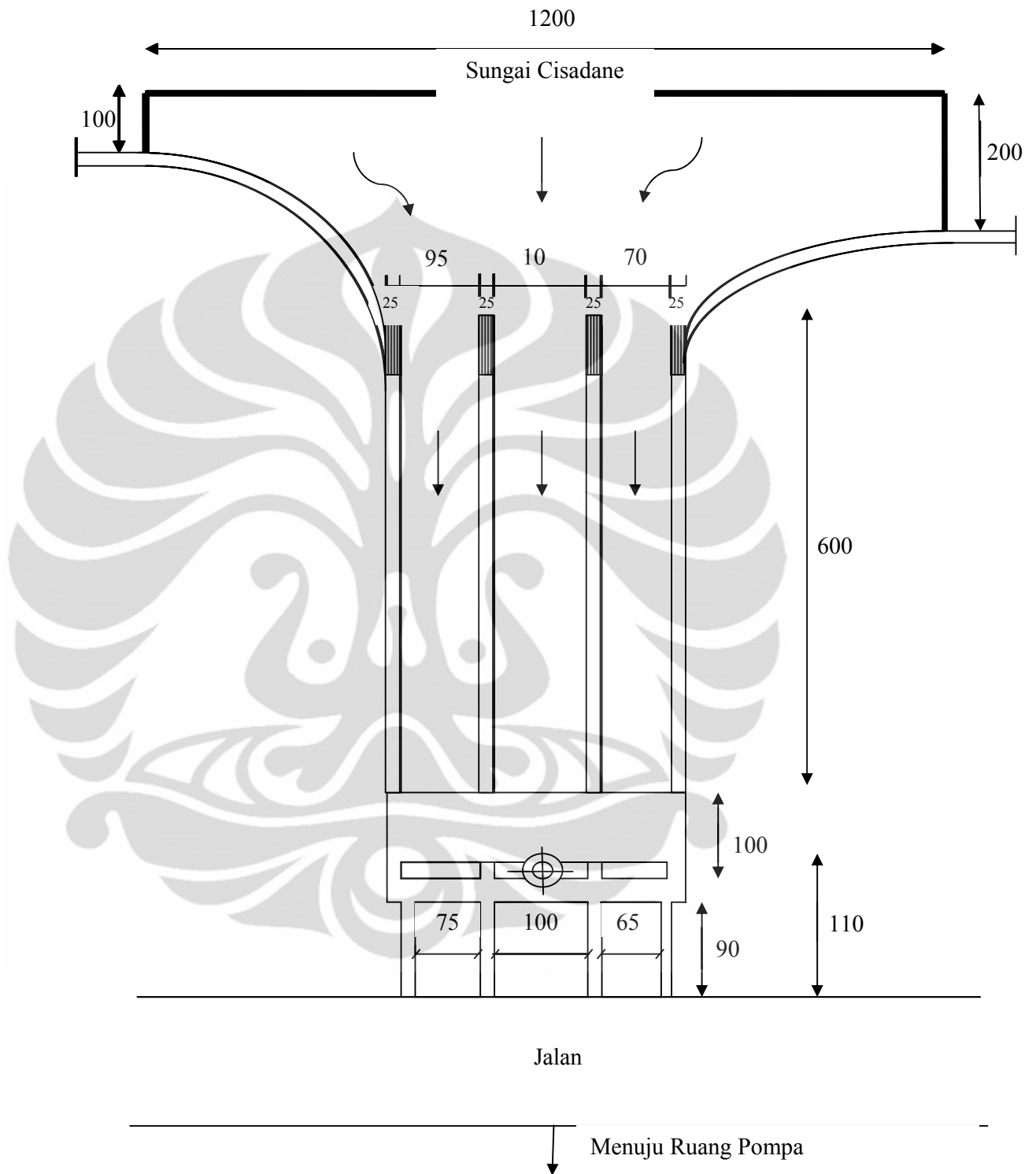
Pada evaluasi instalasi akan dilakukan perhitungan berdasarkan dimensi dan data-data yang terkait dari masing-masing unit pengolahan yang ada di IPA Babakan sesuai dengan parameter-parameter pada setiap unit pengolahan tersebut. Evaluasi yang akan dilakukan meliputi debit eksisting instalasi yaitu sebesar 80 L/detik, untuk mengetahui kinerja pada tiap unit pengolahan yang ada di IPA Babakan apakah sudah sesuai dengan standar dan kriteria desain. Setelah dilakukan perhitungan dan jika ditemui unit yang bermasalah atau tidak sesuai dengan standar dan kriteria desain, maka akan diberi usulan perbaikan berupa rekomendasi penyelesaian yang dapat diaplikasikan pada instalasi eksisting. Evaluasi yang akan dilakukan di IPA Babakan ini yaitu dari intake sampai ke reservoir.

### 6.2.1. Intake

Pintu intake pada IPA Babakan terdiri dari 1 unit, sedangkan saringannya terdiri dari 2 saringan, yaitu 1 saringan kasar (kawat pagar) dan 1 saringan halus (*bar screen*). Berikut ini adalah dimensi unit intake:

- Level sungai
  - Maksimum : 2 m
  - Minimum : 0,95 m
  - Rata-rata : 1,45 m
- Kedalaman saluran : 3 m
- Jumlah unit : 3
- Saringan Kasar
- Dimensi Saluran Terbuka
  - Saluran A
    - Lebar saluran : 0,95 m
    - Lebar bukaan : 5 cm
    - Tebal plat : 0,5 cm
  - Saluran B
    - Lebar saluran : 1 m

- Lebar bukaan : 5 cm
- Tebal plat : 0,5 cm
- Saluran C
  - Lebar saluran : 0,7 m
  - Lebar bukaan : 5 cm
  - Tebal plat : 0,5 cm
- Saringan Halus (*bar screen*)
  - Tebal besi : 5 mm
  - Jarak Kerapatan : 20 mm
- Dimensi kanal (saluran tertutup)
  - Saluran A
    - Tinggi saluran : 3,5 m
    - Lebar saluran : 0,75 m
    - Lebar bukaan : 1 cm
    - Tebal plat : 0,5 cm
  - Saluran B
    - Tinggi saluran : 3,5 m
    - Lebar saluran : 1 m
    - Lebar bukaan : 1 cm
    - Tebal plat : 0,5 cm
  - Saluran C
    - Tinggi saluran : 3,5 m
    - Lebar saluran : 0,65 m
    - Lebar bukaan : 1 cm
    - Tebal plat : 0,5 cm
- Pompa
  - Jumlah unit : 5
  - Debit pompa 1,2,3 : 30 L/s
  - Debit pompa 4,5 : 20 L/s



**Gambar 6.1. Saluran Intake**

Sumber : Digambar ulang

### Kriteria desain

- Kecepatan aliran pada saringan kasar < 0.08 m/s
- Kecepatan aliran pada pintu intake < 0.08 m/s
- Kecepatan aliran pada saringan halus < 0.2 m/s
- Lebar bukaan saringan kasar 5 – 8 cm
- Lebar bukaan saringan halus  $\pm$  5 cm

### Perhitungan

- Kecepatan pada saringan kasar

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

Rumus :

Keterangan:

v = kecepatan (m/s)

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

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

$$v_A = \frac{Q}{A} = \frac{0.08 \text{ m}^3 / \text{s}}{0.95 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0.0120 \text{ m} / \text{s}$$

$$v_B = \frac{Q}{A} = \frac{0.08 \text{ m}^3 / \text{s}}{1 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0.0114 \text{ m} / \text{s}$$

$$v_C = \frac{Q}{A} = \frac{0.08 \text{ m}^3 / \text{s}}{0.7 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0.0163 \text{ m} / \text{s}$$

(Sesuai)

- Kecepatan pada saringan halus

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

Rumus :

Keterangan :

v = kecepatan aliran (m/s)

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

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

Eff = efisiensi saringan (0.5 – 0.6)

$$v_a = \frac{Q}{A \times eff} = \frac{0.08m^3/s}{0.95m \times 7m \times 0.5} = 0.024m/s$$

$$v_b = \frac{Q}{A \times eff} = \frac{0.08m^3/s}{1m \times 7m \times 0.5} = 0.033m/s$$

$$v_c = \frac{Q}{A \times eff} = \frac{0.08m^3/s}{0.7m \times 7m \times 0.5} = 0.024m/s$$

(Sesuai)

- Kecepatan aliran air pada pintu intake  
kecepatan aliran yang melewati bukaan pintu intake diasumsikan sebesar kecepatan maksimal yaitu 0,08 m/s.
  - Debit minimum yang masuk ke intake  
Dengan mengasumsikan kecepatan bukaan pintu intake = 0,08 m/s  
Luas bukaan (A) = Luas bidang intake = 12 m x 2 m = 24 m<sup>2</sup>  
Maka, dapat diperkirakan debit minimum yang masuk ke zona intake :  
$$Q = A \times v = 24 \text{ m}^2 \times 0,08 \text{ m/s} = 1,92 \text{ m}^3/\text{s}$$
  - Debit pompa  
Pada kondisi eksisting, jumlah pompa yang tersedia ada 5 buah dalam kondisi baik semuanya yang terdiri dari 3 buah pompa dengan debit masing-masing 30 L/s dan 2 buah pompa dengan debit masing-masing 20 L/s. Pompa digunakan secara bergantian dengan 1 pompa cadangan.
- ❖ Berdasarkan perhitungan pada intake IPA Babakan ini, sudah sesuai dengan kriteria desain yang ada. Hanya dibutuhkan penambahan pada pompa untuk pompa cadangan jika nantinya ada pompa yang rusak.

### 6.2.2. Bak Pengumpul atau Bak Penenang

#### Data eksisting

- Jumlah bak = 2 bak
- Debit per bak =  $0,08 / 2 = 0,04 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- Panjang = 1,85 m
- Lebar = 1,25 m
- Tinggi = 1,25 m

#### Kriteria desain

- Waktu detensi > 1,5 menit

#### Perhitungan

- Waktu detensi dalam bak pengumpul  

$$t_d = V/Q = (1,85 \times 1,25 \times 1,25) / 0,04 = 72,3 \text{ dtk} = 1,2 \text{ menit}$$

(Tidak sesuai)

#### Evaluasi:

- Waktu detensi dalam bak pengumpul yaitu sebesar 1,2 menit tidak sesuai dengan kriteria desain (>1,5 menit). Waktu deteksi yang diperoleh berdasarkan perhitungan lebih kecil dari 1,5 menit. Agar waktu detensi dalam bak pengumpul sesuai dengan kriteria desain dapat dilakukan dengan memperbesar dimensi bak.

### 6.2.3. Unit Koagulasi

#### Data eksisting

- Debit (Q) = 80 ltr/dtk =  $0,08 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- Tipe : pengaduk cepat dengan terjunan
- Jumlah terjunan (n) = 2
- Debit tiap terjunan (q) =  $0,04 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- Panjang bak (p) = 1,25 m
- Lebar bak (l) = 1,25 m

- Tinggi bak ( $t$ ) = 0,75 m
- Freeboard = 0,25 m
- Tinggi terjunan ( $H$ ) = 1 m
- Viskositas kinematik pada 25° ( $\nu$ ) =  $0,893 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}$

Kriteria desain:

$$G : (100 - 1000) \text{ dtk}^{-1}$$

$$G \times t_d : (30,000 - 60,000)$$

$$t_d : 10 \text{ dtk} - 5 \text{ menit}$$

Perhitungan

- Total volume

$$V = p \times l \times t$$

$$V = 1,25 \times 1,25 \times 0,75$$

$$V = 1,172 \text{ m}^3$$

- Waktu detensi

$$t_d = \frac{V}{q} = \frac{1,172 \text{ m}^3}{0,04 \text{ m}^3/\text{dtk}} = 29,3 \text{ dtk} \text{ (sesuai)}$$

- Gradien kecepatan

$$G = \sqrt{\frac{g \times h}{\nu \times t_d}} = \sqrt{\frac{9,81 \times 1}{0,893 \times 10^{-6} \times 29,3 \text{ dtk}}} = 612,3 \text{ dtk}^{-1} \text{ (sesuai)}$$

- Nilai GT

$$GT_d = G \times T_d = 612,3 \text{ dtk}^{-1} \times 29,3 \text{ dtk} = 17.940,4 \text{ (sesuai)}$$

**Tabel 6.4. Hasil Perhitungan Unit Koagulasi**

Parameter	Kriteria desain	Nilai	Keterangan
Waktu detensi ( $t_d$ )	10 dtk – 5 menit	29,3 dtk	Sesuai
Gradien kecepatan (G)	100 – 1000 dtk <sup>-1</sup>	612,3 dtk <sup>-1</sup>	Sesuai
G x $t_d$	30,000 – 60,000	17.940,4	Sesuai

Sumber : Hasil olahan

Evaluasi

- Unit koagulasi yaitu unit pengadukan cepat dilakukan dengan memanfaatkan terjunan air yang disuntikkan koagulan sehingga diharapkan terjadi pencampuran yang sempurna.
- Keuntungan pengadukan cepat dengan terjunan ini sangat menghemat energi, karena hanya memanfaatkan perbedaan tinggi tanpa menggunakan energi listrik.
- Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai  $td$ ,  $G$ , dan  $G \times td$  masih sesuai dengan kriteria desain masing-masing nilai. Jadi pada unit koagulasi ini tidak terjadi permasalahan apa-apa.

#### 6.2.4. Unit Flokulasi

##### Data eksisting

- Tipe : pengaduk lambat *Buffel Channel*
- Jumlah bak = 2 bak
- Debit tiap bak ( $q$ ) =  $0,04 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- Jumlah kompartemen = 2
- Kompartemen 1
  - Panjang (P) = 5 m
  - Lebar (L) = 0,25 m
  - Kedalaman (H) = 0,8 m
  - Kedalaman air = 0,61 m
  - Jumlah belokan (s) = 7
  - Panjang belokan ( $P_b$ ) = 0,65 m
- Kompartemen 2
  - Panjang (P) = 4,3 m
  - Lebar (L) = 0,35 m
  - Kedalaman (H) = 0,8 m
  - Kedalaman air = 0,61 m
  - Jumlah belokan (s) = 11
  - Panjang belokan ( $P_b$ ) = 0,85 m

##### Kriteria Desain



- Waktu detensi ( $t_d$ ) = 15 – 45 menit
- Gradien Kecepatan ( $G$ ) = 10 – 60  $\text{dtk}^{-1}$
- $G \times t_d = 10^4 - 10^5$
- Koefisien gesekan ( $k$ ) = 2 – 3.5
- Kehilangan tekanan ( $h_L$ ) = 0,3 – 1 m
- Viskositas kinematik pada 25° ( $\nu$ ) =  $0,893 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}$

Perhitungan

### Untuk Kompartemen 1

- ❖ Debit ( $q$ ) =  $0,04 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- ❖ Jumlah belokan ( $s$ ) = 7 buah
- ❖ Dimensi
  - Panjang ( $P$ ) = 5 m
  - Lebar ( $L$ ) = 0,25 m
  - Kedalaman Sal ( $T$ ) = 0,8 m
  - Kedalaman air ( $H$ ) = 0,61 m
  - Luas penampang saluran (Luas basah)  
 $A = L \times H = 0,25 \times 0,61 = 0,15 \text{ m}^2$
  - Keliling basah  
 $P = L + 2H = 0,25 + (2 \times 0,61) = 1,47 \text{ m}$
  - Jari-jari basah  
 $R = A/P = 0,15 \text{ m}^2 / 1,47 \text{ m} = 0,1 \text{ m}$   
 Sloof ( $S$ ) =  $\Delta H/P = 0,19 \text{ m} / 5 \text{ m} = 0,038$
  - Volume  
 $V = P \times L \times T = 5 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 1 \text{ m}^3$
- ❖ Kecepatan aliran saluran

$$V_L = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} = \frac{1}{0,013} \cdot 0,1^{2/3} \cdot 0,038^{1/2} = 3,23 \frac{\text{m}}{\text{dtk}}$$

Koefisien kekasaran saluran terbuat dari beton ( $n$ ) = 0,013

- ❖  $H_L$  (kehilangan tekanan pada saat aliran lurus)

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

$$H_L = \left( \frac{0,019 \cdot 3,29 \cdot 9^{1/2}}{0,1^{1/2}} \right)^2$$

$$H_L = 0,43 \text{ m}$$

❖ Belokan

- Jumlah (s) = 7 buah
- Panjang (Pb) = 0,65 m
- Lebar (Lb) = 0,25 m
- Dalam air (Hb) = 0,61 m
- Total volume air belokan

$$V_{ab} = P_b \times L_b \times H_b \times s$$

$$V_{ab} = 0,65 \times 0,25 \times 0,61 \times 7$$

$$V_{ab} = 0,69 \text{ m}^3$$

- Luas penampang
- $$A_b = L_b \times H_b = 0,25 \times 0,61 = 0,15 \text{ m}^2$$
- Kecepatan air pada belokan
- $$V_b = q/A_b = 0,04/0,15 = 0,27 \text{ m/dtk}$$
- Headloss

$$H_b = k \frac{V_b^2}{2g} = 2 \frac{0,27^2}{2 \times 9,81} = 0,0074 \text{ m}$$

Dimana k adalah koefisien gesekan = 2

❖ Kehilangan tekanan total ( $H_{tot}$ )

$$H_{tot} = H_L + H_b = 0,43 + 0,0074 = 0,4374 \text{ m}$$

(Sesuai)

❖ Waktu detensi

$$t_d = V/Q = 1 (7)/0,04 = 175 \text{ dtk} = 3 \text{ menit}$$

(Tidak sesuai)

❖ Gradien kecepatan

$$G = \sqrt{\frac{g \times H_L}{V \times t_d}} = \sqrt{\frac{9,81 \times 0,43}{0,899 \times 10^{-6} \times 175}} = 164,3 \text{ dtk}^{-1}$$

(Tidak sesuai)

❖  $G \times t_d$

$$G \times t_d = 175 \times 164,3 = 28.752,5$$

(Sesuai)

**Untuk Kompartemen 2**

- ❖ Debit (q) = 0,04 m<sup>3</sup>/dtk
- ❖ Jumlah belokan (s) = 11 buah
- ❖ Dimensi

- Panjang (P) = 4,3 m
- Lebar (L) = 0,35 m
- Kedalaman Sal (T) = 0,8 m
- Kedalaman air (H) = 0,61 m
- Luas penampang saluran (Luas basah)

$$A = L \times H = 0,35 \times 0,61 = 0,21 \text{ m}^2$$

- Keliling basah

$$P = L + 2H = 0,35 + (2 \times 0,61) = 1,57 \text{ m}$$

- Jari-jari basah

$$R = A/P = 0,21 \text{ m}^2 / 1,57 \text{ m} = 0,134 \text{ m}$$

$$\text{Sloof (S)} = \Delta H/P = 0,19 \text{ m} / 4,3 \text{ m} = 0,044$$

- Volume

$$V = P \times L \times T = 4,3 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 1,2 \text{ m}^3$$

- ❖ Kecepatan aliran saluran

$$V_L = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} = \frac{1}{0,013} \cdot 0,134^{2/3} \cdot 0,044^{1/2} = 4,29 \frac{\text{m}}{\text{dtk}}$$

Koefisien kekasaran saluran terbuat dari beton (n) = 0,013

- ❖  $H_L$  (kehilangan tekanan pada saat aliran lurus)

$$H_L = \left( \frac{n \cdot V_L \cdot L^{1/2}}{R^{4/3}} \right)^2$$

$$H_L = \left( \frac{0,013 \cdot 4,29 \cdot 4,3^{1/2}}{0,134^{4/3}} \right)^2$$

$$H_L = 0,19 \text{ m}$$

- ❖ Belokan

- Jumlah (s) = 11 buah
- Panjang (Pb) = 0,85 m
- Lebar (Lb) = 0,35 m
- Dalam air (Hb) = 0,61 m
- Total volume air belokan

$$V_{ab} = P_b \times L_b \times H_b \times s$$

$$V_{ab} = 0,85 \times 0,35 \times 0,61 \times 11$$

$$V_{ab} = 1,99 \text{ m}^3$$

- Luas penampang
- Kecepatan air pada belokan
- Headloss

$$A_b = L_b \times H_b = 0,35 \times 0,61 = 0,21 \text{ m}^2$$

$$V_b = q/A_b = 0,04/0,21 = 0,19 \text{ m/dtk}$$

$$H_b = k \frac{V^2}{2g} = 2 \frac{0,19^2}{2 \times 9,81} = 0,0037 \text{ m}$$

Dimana k adalah koefisien gesekan = 2

- ❖ Kehilangan tekanan total ( $H_{tot}$ )

$$H_{tot} = H_L + H_b = 0,19 + 0,0037 = 0,2 \text{ m}$$

(Tidak Sesuai)

- ❖ Waktu detensi

$$t_d = V/Q = 1,2 (11)/0,04 = 330 \text{ dtk} = 5,5 \text{ menit} \rightarrow 6 \text{ menit}$$

(Tidak sesuai)

- ❖ Gradien kecepatan

$$G = \sqrt{\frac{g \times H_L}{\nu \times t_d}} = \sqrt{\frac{9,81 \times 0,19}{0,893 \times 10^{-6} \times 330}} = 79,5 \text{ dtk}^{-1}$$

(Tidak sesuai)

- ❖  $G \times t_d$

$$G \times t_d = 330 \times 79,5 = 26.235$$

(Sesuai)

Tabel 6.5. Hasil Perhitungan Unit Flokulasi

Parameter	Kriteria desain	Nilai			
		Kompartemen 1	Keterangan	Kompartemen 2	Keterangan
Kehilangan tekanan ( $h_L/H_{tot}$ )	0,3 – 1 m	0,4374 m	Sesuai	0,2 m	Tidak sesuai
Waktu detensi ( $t_d$ )	15 – 45 menit	3 menit	Tidak sesuai	6 menit	Tidak sesuai
Gradien kecepatan (G)	10 – 60 $dtk^{-1}$	164,3 $dtk^{-1}$	Tidak sesuai	79,5 $dtk^{-1}$	Tidak sesuai
$G \times t_d$	$10^4 - 10^5$	28.752,5	Sesuai	26.235	Sesuai

Sumber : Hasil olahan

### Evaluasi

- Flokulasi *baffle channel* ini merupakan tipe pengaduk lambat yaitu dengan aliran yang berbelok-belok pada setiap kompartemennya yang diharapkan dapat terjadi pengadukan pada saat air mengalir dan terjadi pengadukan yang lambat atau pelan.
- Nilai  $t_d$  total akumulasi dari kompartemen 1 dan kompartemen 2 yaitu sebesar 9 menit tidak sesuai dengan kriteria desain 15 menit minimum (Droste, 1997).
- Nilai G yang didapat dari perhitungan terlihat terlalu besar dari nilai kriteria desain. Namun, nilai G tersebut menunjukkan penurunan dari kompartemen 1 ke kompartemen 2 sehingga terlihat ada terjadi pengadukan lambat dan pembentukan flok. Akan tetapi diperlukan pengaturan dan perhitungan kembali pada setiap kompartemen agar nilai G sesuai dengan kriteria desain sehingga dapat terjadi flokulasi yang baik.

### 6.2.5. Unit Sedimentasi

Data eksisting

- Jumlah bak = 4 bak
- Debit per unit =  $0,08 \text{ m}^3/dtk / 4 = 0,02 \text{ m}^3/dtk$
- Panjang (P) = 2,5 m
- Lebar (L) = 4 m

- Kedalaman (H) = 2,6 m
- Tinggi muka air = 2,2 m
- Kemiringan settler = 60°

Pada saat pengurasan bak sedimentasi hanya tiga bak yang berfungsi karena pengurasan dilakukan pada tiap 1 bak.

#### Kriteria desain

- *Surface loading rate* = (60 - 150) m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·day
- *Weir loading rate* = (90 - 360) m<sup>3</sup>/m·day
- Waktu detensi bak = 2 jam = 120 menit
- Waktu detensi settler = 6 - 25 menit
- Rasio panjang terhadap lebar = 3:1 - 5:1
- Kecepatan pada settler = (0.05 - 0.13) m/min
- *Reynold number* < 2000
- *Froude number* > 10<sup>-5</sup>

#### Perhitungan

- Rasio panjang-lebar bak

$$\text{Rasio} = \frac{2,5}{4} = 0,625$$

(Tidak Sesuai)

- *Surface loading rate*

$$v_t = \frac{(0,02 \text{ m}^3 / \text{detik} \times (86.400 \text{ detik} / \text{hari}))}{2,5 \text{ m} \times 4 \text{ m}} = 172,8 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

(Tidak Sesuai)

*Surface loading rate* saat pengurasan

$$Q_{\text{bak}} = \frac{Q_{\text{instalasi}}}{3} = \frac{0,08 \text{ m}^3 / \text{detik}}{3} = 0,03 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$$v_t = \frac{(0,03 \text{ m}^3 / \text{detik} \times (86.400 \text{ detik} / \text{hari}))}{2,5 \text{ m} \times 4 \text{ m}} = 259,2 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

(Tidak Sesuai)

- Kecepatan aliran pada *settler*

$$v_o = \frac{0,02m^3 / \text{det ik}}{(2,5 \times 4)m^2 \times \sin 60} = 2,3 \times 10^{-3} m / \text{det ik} = 0,139m / \text{menit}$$

(Tidak sesuai)

Kecepatan aliran pada *settler* saat pengurasan

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,08m^3 / \text{det ik}}{3} = 0,03m^3 / \text{det ik}$$

$$v_o = \frac{0,03m^3 / \text{det ik}}{(2,5 \times 4)m^2 \times \sin 60} = 3,46 \times 10^{-3} m / \text{det ik} = 0,21m / \text{menit}$$

(Tidak Sesuai)

- *Weir loading rate*

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,02m^3 / \text{det ik} \times 86.400 \text{det ik} / \text{hari})}{(7 \times 4m)} = 61,7m^3 / m.\text{hari}$$

(Tidak sesuai)

*Weir loading rate* saat pengurasan

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,08m^3 / \text{det ik}}{3} = 0,03m^3 / \text{det ik}$$

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,03m^3 / \text{det ik} \times 86.400 \text{det ik} / \text{hari})}{(7 \times 4m)} = 92,6m^3 / m.\text{hari}$$

(Sesuai)

- Bilangan Reynold dan bilangan Froude

$$\text{Luas permukaan } settler = 0,00554 m^2$$

$$\text{Keliling } settler = 6 \times \text{sisi} = 6 \times 0,0462 m = 0,2772 m$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,00554m^2}{0,2772m} = 0,02m$$

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu} = \frac{2,3 \times 10^{-3} \times 0,02}{0,8774 \times 10^{-6}} = 52,4$$

(Sesuai)

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R} = \frac{(2,3 \times 10^{-3})^2}{9,8 \times 0,02} = 2,7 \times 10^{-5}$$

(Tidak Sesuai)

Bilangan Reynold dan bilangan Froude saat pengurasan

$$Re = \frac{v_0 \times R}{\nu} = \frac{3,46 \times 10^{-3} \times 0,02}{0,8774 \times 10^{-6}} = 78,9$$

(Sesuai)

$$Fr = \frac{v_0^2}{g \times R} = \frac{(3,46 \times 10^{-3})^2}{9,8 \times 0,02} = 6,1 \times 10^{-5}$$

(Tidak Sesuai)

- Waktu detensi bak

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4m \times 2,5m \times 2,2m}{0,02m^3 / \text{detik}} = 1100 \text{ detik} = 18,33 \text{ menit}$$

(Sesuai)

Waktu detensi bak saat pengurasan

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4m \times 2,5m \times 2,2m}{0,03m^3 / \text{detik}} = 733,33 \text{ detik} = 12,22 \text{ menit}$$

(Sesuai)

- Waktu detensi *settler*

$$T = \frac{(4 \times 2,5) \sin 60 \times 0,95}{0,02} = 411,4 \text{ detik} = 6,86 \text{ menit}$$

(Sesuai)

Waktu detensi *settler* saat pengurasan

$$T = \frac{(4 \times 2,5) \sin 60 \times 0,95}{0,03} = 274,2 \text{ detik} = 4,57 \text{ menit}$$

(Tidak Sesuai)



**Tabel 6.6. Hasil Perhitungan Unit Sedimentasi**

<b>Parameter</b>	<b>Kriteria desain</b>	<b>Nilai</b>	<b>Keterangan</b>
Rasio panjang lebar	3:1 – 5:1	0,625	<b>Tidak sesuai</b>
Surface loading rate			
○ Normal	(60 - 150)	172,8	<b>Tidak sesuai</b>
○ Pengurasan	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .day	259,2	<b>Tidak sesuai</b>
Kecepatan pada settler			
○ Normal	(0.05 – 0.13)	0.139	<b>Tidak sesuai</b>
○ Pengurasan	m/min	0.21	<b>Tidak sesuai</b>
Weir loading rate			
○ Normal	(90 – 360)	61,7	<b>Tidak sesuai</b>
○ Pengurasan	m <sup>3</sup> /m.day	92,6	Sesuai
Reynold number			
○ Normal	< 200	52,4	Sesuai
○ Pengurasan		78,9	Sesuai
Froude number			
○ Normal	> 10 <sup>-5</sup>	2,7 x 10 <sup>-5</sup>	<b>Tidak sesuai</b>
○ Pengurasan		6,1 x 10 <sup>-5</sup>	<b>Tidak sesuai</b>
Waktu detensi bak			
○ Normal	< 120 menit	18,33 ≈ 18	Sesuai
○ Pengurasan		12,22 ≈ 12	Sesuai
Waktu detensi settler			
○ Normal	6 – 25 menit	6,86 ≈ 7	Sesuai
○ Pengurasan		4,57 ≈ 5	<b>Tidak sesuai</b>

Sumber : Hasil olahan

### Evaluasi

- Nilai rasio panjang lebar tidak sesuai dengan kriteria desain yaitu jauh lebih kecil dari kriteria desain (3:1).
- Berdasarkan hasil perhitungan, nilai *surface loading rate* atau beban permukaan bak sedimentasi jauh lebih besar dari kriteria desain (>150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.day). Nilai beban permukaan bak sangat mempengaruhi dari efisiensi penghilangan partikel dari air yang pada umumnya digunakan sebagai kriteria dalam menentukan panjang dan lebar dari bak. Untuk menurunkan nilai *surface loading rate* dapat dilakukan memperbesar luas permukaan bak.

- Dari perhitungan, kecepatan pada settler lebih besar dari kriteria desain. Hal ini dapat menyebabkan penggerusan pada permukaan settler dan menyebabkan aliran menjadi tidak laminar.
- Beban weir pada saat normal (bak beroperasi semua) kurang dari  $90 \text{ m}^2/\text{m.day}$  (nilai minimum kriteria desain), namun pada saat pengurasan beban weir melebihi nilai minimum yaitu  $92 \text{ m}^2/\text{m.day}$ . Nilai beban weir ini dibutuhkan pada zona sedimentasi agar alirannya tetap laminar.
- Salah satu parameter kunci dari bak sedimentasi dengan tipe settler ini adalah adanya aliran air yang laminar dan *uniform* yang diwujudkan dengan nilai  $Re$  dan  $Fr$ . Dari hasil perhitungan diketahui aliran sudah laminar ( $Re < 200$ ) sehingga pengendapan dapat terjadi, sedangkan nilai  $Fr$  yang didapat lebih dari  $10^{-5}$  sehingga keseragaman (*uniform*) aliran belum terjadi. Untuk menurunkan nilai  $Fr$  dapat dilakukan mengubah kemiringan settler atau mengganti ukuran settler.
- Waktu detensi bak pada saat normal atau pengurasan masih sesuai dengan kriteria desain yaitu kurang dari 2 jam atau 120 menit. Pada saat pengurasan (satu bak tidak beroperasi), waktu tinggal menjadi lebih singkat. Waktu tinggal yang singkat dapat menyebabkan aliran air tidak seragam (*uniform*) dan menurunkan efisiensi pengendapan. Namun karena waktu tinggal pada saat normal dan pengurasan masih sesuai dengan kriteria desain, maka pengendapan dan keseragaman aliran air terjadi.
- Waktu tinggal di dalam settler pada kondisi normal (4 bak beroperasi) masih sesuai dengan kriteria desain, namun pada saat pengurasan (1 bak tidak beroperasi) waktu tinggal di dalam settler kurang dari 6 menit (minimum kriteria desain). Waktu tinggal di dalam settler berpengaruh terhadap waktu flok-flok mengalir dan tertahan (mengendap) pada settler. Akan tetapi karena waktu pengurasan yang tidak terlalu lama, maka dampak waktu tinggal yang lebih singkat tidak terlalu signifikan.

### 6.2.6. Unit Filtrasi

#### Data Eksisting

- Jenis : Saringan pasir cepat dengan aliran dari atas ke bawah menggunakan gravitasi
- Jumlah = 6 unit (bak)
- Q per bak = 0,0133 m<sup>3</sup>/dtk
- Panjang (P) x Lebar (L) x Kedalaman (H) = (2,5 x 1,5 x 6) m
- Lama operasi (to) = (24 – 48) jam
- Diameter pipa inlet (D<sub>pi</sub>) = 20 cm
- Media saringan (*Single media filter*)
  - Lapisan Pasir silika (L<sub>fp</sub>) tebal 90 cm,  $\psi=0,82$ ,  $S_g=2,65$ ,  $e=0,42$
- Media penyangga dengan kerikil/gravel tebal 10 cm,  $\psi=0,7$ ,  $S_g=2,65$ ,  $e=0,5$

#### Kriteria Desain

- Lebar (L) = 3-6 m
- Rasio P:L = 2:1 sampai 4:1
- Kedalaman (H) = 5,5-7,5 m
- Luas area = 25-80 m<sup>2</sup>
- Kecepatan filtrasi = 100-475 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari
- Kedalaman media filter = 0,75 m
- Kedalaman media penyangga = 0,5 m
- Lama operasi = 12-24-72 jam
- Kecepatan aliran pipa inlet (V<sub>pi</sub>)= 0,6-1,8 m/dtk

#### Perhitungan

- Jumlah filter (Persamaan 2.36)

$$\text{Jumlah filter} = 12\sqrt{0,08} = 3,4 \approx 4$$

Jumlah minimal filter di instalasi adalah 4 filter, sehingga jumlah filter pada kondisi eksisting (6 filter) memenuhi jumlah minimalnya.

- Kecepatan aliran pipa inlet:

$$V_{pi} = Q/A = 0,0133 / (0,20 \cdot \pi \cdot 0,20^2) = 0,53 \text{ m/dtk} < 0,6 \text{ m/dtk}$$

(Tidak sesuai)

- Dimensi, geometri, dan lama operasi bak filtrasi :

$$L = 1,5 < 3 \text{ m}$$

(Tidak sesuai)

$$P:L = 2,5/1,5 = 1,67$$

(Tidak sesuai)

$$H = 6 \text{ m}$$

(sesuai)

$$\text{Lama operasi (to)} = 24\text{-}48 \text{ jam}$$

(sesuai)

- Luas area bak dan kecepatan penyaringan (filtrasi)

$$A_s = P \times L = 2,5 \times 1,5 = 3,75 \text{ m}^2 < 25 \text{ m}^2$$

(Tidak sesuai)

$$V_f = \frac{Q}{A} = \frac{(0,0133 \text{ m}^3/\text{dtk})}{(2,5 \times 1,5) \text{ m}^2} = 3,6 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 311,04 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

(Sesuai)

Cek kondisi saat dua filter sedang di backwash ( $Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{dtk}$  (4 filter))

$$V_f = \frac{Q}{A} = \frac{(0,02/\text{dtk})}{(2,5 \times 1,5) \text{ m}^2} = 5,33 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 460,512 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

(Sesuai)

- Kedalaman (tebal) media filter dan media penyangga :

$$L_f = L_{fp} = 0,9 \text{ m} > 0,75 \text{ m}$$

(Tidak sesuai)

$$L_p = 0,1 < 0,5 \text{ m}$$

(Tidak sesuai)

- Kehilangan tekanan (headloss) saat penyaringan
  - Kehilangan tekanan pada media saringan dan penyangga :  
Perhitungan kehilangan tekanan pada filter dengan menggunakan persamaan Carman-Kozency dalam Droste (1997), sebagai berikut:

$$h_L = \left( \frac{1-a}{a} \right) \frac{v^2}{g} L \sum f_i \frac{x_i}{d_i}$$

**Tabel 6.7. Perhitungan Headloss Media Saringan dan Penyangga**

Jenis Media	d1 mm	d2 mm	d rerata mm	Re	f <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	x <sub>i</sub> /d <sub>i</sub> l/mm	L m	f <sub>i</sub> · (x <sub>i</sub> /d <sub>i</sub> ) l/m	f <sub>i</sub> · (x <sub>i</sub> /d <sub>i</sub> ) l/m	h <sub>L</sub> m
Pasir	1	1	1.1113	0.9143	96.9048	1	0.8998	1	87.1995	87.1995	0.1232
Kerikil	2	4	2.8300	1.9877	39.4821	1	0.3534	0	13.9513	13.9513	0.1620
							<b>Σ</b>	<b>1</b>		<b>Σ</b>	<b>0.2852</b>

Sumber : Hasil olahan

Dimana:

$$D \text{ rerata} = (d1 \times d2)^{1/2}$$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\mu}$$

$$f_i = 150 \frac{1-a}{a} + k$$

- Kehilangan tekanan pada sistem underdrain :  
Underdrain menggunakan plat berlubang dimana kehilangan tekanan dihitung berdasarkan bukaan lubang (orifice). Karena dimensi lubang dan jumlah lubang tidak diketahui, maka kehilangan tekanan akibat sistem underdrain tidak bisa dihitung.

**Tabel 6.8. Hasil Perhitungan Unit Filtrasi**

Parameter	Kriteria desain	Nilai	Keterangan
Kecepatan aliran pipa inlet	0,6-1,8 m/dtk	0,53 m/dtk	Tidak sesuai
Dimensi			
• Lebar	3-6 m	1,5 m	Tidak sesuai
• Rasio panjang & lebar	2:1 - 4:1	1,67	Tidak sesuai
• Kedalaman	5,5-7,5 m	6 m	Sesuai
• Luas area	25-80 m <sup>2</sup>	3,75 m <sup>2</sup>	Tidak sesuai
Kecepatan Filtrasi			
• Normal	100-475	311,04 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari	Sesuai
• <i>Backwash</i>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari	460,512 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari	Sesuai
Kedalaman			
• Media filter (Pasir silika)	0,75 m	0,9 m	Tidak sesuai
• Media penyangga (kerikil)	0,5 m	0,1 m	Tidak sesuai

Sumber : Hasil olahan

#### Evaluasi

- Kecepatan aliran di pipa inlet lebih kecil dari kriteria desain (<0,6 m/dtk). Akan tetapi jika pada saat pencucian filter ada 1 atau 2 bak filter yang dicuci, maka debit yang masuk ke filter lainnya juga akan bertambah sehingga penggunaan pipa dengan diameter 20 cm sudah tepat.
- Lebar dan rasio panjang & lebar bak filter terlalu kecil dan tidak sesuai dengan kriteria desain. Sedangkan kedalaman bak sudah sesuai dengan kriteria desain.
- Luas permukaan bak filter tidak sesuai dengan kriteria desain, akan tetapi kecepatan filtrasi sudah sesuai dengan kriteria desain. Kecepatan filtrasi merupakan salah satu parameter kunci yang digunakan untuk menentukan luas permukaan bak. Semakin besar kecepatan filtrasi maka luas bak yang dibutuhkan semakin kecil. Unit filtrasi ini juga masih dapat bekerja dengan baik saat *backwash* (2 unit tidak beroperasi) karena nilai kecepatan filtrasi pada saat *backwash* berdasarkan perhitungan diatas masih sesuai dengan kriteria desain.
- Tebal media filter sedikit lebih besar dari kriteria desain (0,75 m), sedangkan media penyangga setebal 0,1 m lebih kecil dari kriteria desain (0,5 m).

- *Headloss* (hL) pada media saringan dan penyangga sebesar 29 cm. Untuk hL pada *underdrain* tidak bisa dihitung karena tidak ada data dimensi dan jumlah lubangnya.
- Kehilangan tekan (*Headloss*) pada saat *backwash* tidak dapat dihitung karena tidak ada data kecepatan *backwash* maupun debit *backwash*. Data *headloss* pada saat filtrasi diperlukan untuk memperkirakan apakah tinggi air di bak penampung mencukupi dan juga kondisi media saat terekspansi.

### 6.2.7. Desinfeksi

Desinfektan yang digunakan adalah gas chlor, dan masih berfungsi dengan baik. Sistem chlorinatornya sangat sederhana dengan mengandalkan penguapan yang terjadi di gas chlor.

Chlorinator yang digunakan menggunakan pompa booster yang kemudian disuntikkan pada bak reservoir. Berdasarkan pengamatan belum ada metoda kalibrasi sistem pendosisan gas chlor. yang menjadi kekurangan pada sistem ini. Sehingga zat chlor yang digunakan bisa berlebihan dan membuat pengolahan ini menjadi lebih mahal.

Pada sistem kimia di IPA Babakan ini desain awalnya menggunakan lime saturator untuk pH adjusment, tapi kondisi saat ini sudah tidak dipergunakan lagi karena pH air bersih hasil olahan rata-rata sudah cukup baik dan berada dalam batasan standar yang diperbolehkan. Untuk jangka panjang perlu disiapkan sistem penyesuaian pH, mengingat kualitas air baku yang dapat berubah setiap saat, sehingga kualitas hasil olahan dapat terjaga secara konstan sepanjang waktu.



**Gambar 6.2. Desinfektan**

Sisa chlor di reservoir (Hasil uji Lab. PDAM Tirta Kerta Raharja tahun 2009):

- Minimum ( $C_{smin}$ ) = 0,2 mg/l
- rata- rata ( $C_{srerata}$ ) = 0,37 mg/l
- Maksimum ( $C_{smaks}$ ) = 0,6 mg/l

Sesuai dengan kriteria desain sisa chlor ( $C_s$ ) = 0,5 – 2 mg/l di reservoir

Minimum 0,2 mg/l di ujung jaringan distribusi

pH di reservoir (Hasil uji Lab. PDAM Tirta Kerta Raharja tahun 2009):

- Minimum ( $pH_{min}$ ) = 6,04
- rata- rata ( $pH_{rerata}$ ) = 6,5
- Maksimum ( $pH_{maks}$ ) = 6,67

Sesuai dengan kriteria desain pH = 6-8

### **6.2.8. Reservoir**

Data eksiting

- Jumlah unit : 1
- Debit : 80 lt/dt = 0,08 m<sup>3</sup>/dtk
- Kapasitas : 500 m<sup>3</sup>
- Panjang bak : 13 m
- Lebar bak : 8 m



- Tinggi bak : 5 m
- Tinggi jagaan : 0,4 m
- Kebutuhan air instalasi: 300 m<sup>3</sup>

#### Kriteria Desain

- Jumlah unit atau kompartemen > 2
- Kedalaman (H) = (3 – 6) m
- Tinggi jagaan (H<sub>j</sub>) > 30 cm
- Tinggi air minimum (H<sub>min</sub>) = 15 cm
- Waktu tinggal (t<sub>d</sub>) > 1 jam

#### Perhitungan

- Geometri reservoir

Jumlah kompartemen/unit = 1

(sesuai)

H = 5 m

(sesuai)

H<sub>j</sub> = 0,4 m = 40 cm

(sesuai)

- Kebutuhan volume efektif reservoir :

- Untuk kebutuhan operasional

Kebutuhan bahan kimia dan pencucian = 60% dari air produksi.

Volume reservoir (V) = 13 m x 8 m x 5 m = 520 m<sup>3</sup>

V<sub>ops</sub> = 300 m<sup>3</sup>

Persentase kebutuhan instalasi dari air produksi =

$$\frac{520 - 300}{520} \times 100 \% = 42,3 \%$$

- Waktu tinggal di reservoir

T<sub>d</sub> = V/Q = 520 m<sup>3</sup> / 0,08 m<sup>3</sup>/dtk = 6500 dtk = 108,33 menit = 1,8 jam

(Tidak sesuai)

#### Evaluasi

- Volume reservoir yang dibutuhkan adalah  $500 \text{ m}^3$ , sedangkan volume yang ada sekarang sebesar  $520 \text{ m}^3$  sudah mencukupi.
- Geometri reservoir yaitu kedalaman dan tinggi jagaan sudah sesuai dengan kriteria desain
- Waktu tinggal di reservoir melebihi kriteria desain yaitu 1 jam. Hal ini bisa berpengaruh terhadap kualitas air produksi.



## BAB 7

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

- a. Kinerja IPA Babakan saat ini dapat dikategorikan cukup baik. Salah satunya jika ditinjau dari kualitas air produksi yang dihasilkan instalasi Babakan ini yang umumnya sesuai standar yang ditetapkan Permenkes No. 907 tahun 2002. Dari data uji kualitas air Lab. Pusat PDAM Tirta Kerta Raharja tahun 2009 dan wawancara dengan pelaksana instalasi, hanya parameter pH terkadang kurang standar yang ada.
- b. Secara keseluruhan instalasi Babakan eksisting sudah dapat mengolah air sehingga air yang diolah dapat memenuhi baku mutu, namun terjadi beberapa masalah pada unit-unitnya antara lain :
  - Waktu tinggal pada bak pengumpul terlalu singkat sehingga perlu dilakukan perubahan pada dimensi bak, yaitu dengan memperbesar dimensi bak tersebut.
  - Nilai  $G \times t_d$ , gradien kecepatan, waktu detensi dan headloss pada bak flokulasi tidak memenuhi kriteria desain, sehingga perlu dilakukan perbaikan kembali untuk meningkatkan kemampuannya.
  - Pada unit sedimentasi, banyak parameter yang diperhitungkan tidak sesuai dengan kriteria desain yang ada. Hanya nilai Re dan waktu detensi pada bak sedimentasi yang memenuhi kriteria desain baik pada saat normal ataupun pengurasan.
  - Pada unit filtrasi, kecepatan aliran inlet, dimensi bak, dan kedalaman media filter dan penyangga tidak memenuhi kriteria desain.
  - Dosis gas chlor yang digunakan pada unit desinfektan tidak diketahui karena penggunaan chlorinator dengan pompa booster.
  - Sisa chlor dan pH di reservoir berdasarkan hasil uji di Lab. PDAM Tirta Kerta Raharja tahun 2009 sesuai dengan kriteria desain.
  - Waktu detensi pada bak reservoir tidak memenuhi kriteria desain
  - Kapasitas reservoir cukup dengan kapasitas desain yang dibutuhkan
  - Tidak terdapat pengolahan lumpur

## 7.2. Saran

Agar dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen akan air minum yang berkualitas pada IPA Babakan ini sebaiknya:

1. Melakukan perbaikan unit-unit pengolahan pada instalasi eksisting seperti yang disarankan dari hasil evaluasi dan pengamatan pada saat survey di lapangan supaya kinerja masing-masing unit dapat bekerja maksimal.
2. Perlu dilakukan kalibrasi pada Chlorinator (unit desinfektan).
3. Membuat jadwal yang rutin untuk pengurusan pada unit-unit pengolahan terutama untuk unit filtrasi dan reservoir.
4. Perlu dibuat sistem dan prosedur yang baku di dalam pengoperasian IPA Babakan untuk menjaga konsistensi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas produksi.
5. Peningkatan keahlian dan pengetahuan para operator dan teknisi sangat perlu untuk mengoperasikan instalasi secara baik dan benar, agar kinerja IPA Babakan dapat dilakukan dengan optimal.
6. Mengolah lumpur instalasi yang sekarang dibuang langsung ke sungai (yang berdekatan dengan intake) di pusat pengolahan limbah supaya tidak mencemari lingkungan dan sungai itu sendiri.
7. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan pengukuran langsung dimensi instalasi eksisting untuk dibandingkan dengan gambar teknik instalasinya

## DAFTAR REFERENSI

Al Layla, M.Anis, Shamin Ahmad and E.Joe Middebrooks. (1978). *Water Supply Engineering Design*. Michigan: Ann-Arbor Science.

AWWA, (1998). *Water Treatment Plant Design*. New York: McGraw Hill Companies, Inc.

Darmasetiawan. (2004). *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolah Air*. Jakarta: Ekamitra Engineering

Degremont. (1979). *Water Treatment Handbook, 5th ed.* New York: John Willey & Sons.

Fair, Geyer, Okun. (1968). *Water and Wastewater Engineering-Volume II : Water Purification and Wastewater Treatment and Diposal*. Toronto: John Wiley & Sons, Inc.

JICA. (1990). *Design Criteria for Waterwork Facilities*. Japan.

JWWA, (1978). *Design Criteria for Waterworks Faciliies*. Japan.

Kawamura, Susumu. (1991). *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. New York: John Willey & Sons, Inc.

Keputusan Menteri Kesehatan No.907/MENKES/SK/VII/2002 Tentang Syarat –Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.

Montgomery, J.M. (1985). *Water Treatment Principles and Design*. California: John Willey & Sons, Inc.

Peraturan Menteri Kesehatan No.416 Tahun 1990 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

PDAM Tirta Kerta Raharja. (2008). *Laporan Tahunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Babakan.*

Qasim, S.R, Motley, E.M, & Zhu, G. (2000). *Water Works Engineering : Planning, Design, and Operation.* London: Prentice-Hall.

Reynold, D. Tom. (1982). *Unit Operation and Processes in Environmental Engineering.* California: Brooks/Cole Engineering Division, Monterey.

Ronald L. Droste. (1997). *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment.* Canada:John Willey & Sons

Tchobanoglous, G., Burton, F.L, & Stensel, H.D., (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (4<sup>th</sup> ed).* New York: Metcalf & Eddy, Inc.

Terence, J., 1991. *Water Supply and Sewerage.* Singapore: McGraw-Hill Inc

Universitas Indonesia (2008). *Pedoman Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Indonesia.*