



**TUGAS AKHIR - RE 091324**

# **EVALUASI EFISIENSI KINERJA UNIT CLEARATOR DI INSTALASI PDAM NGAGEL I SURABAYA**

RB. Rakhmat Anjar P.  
3307 100 046

Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, Msc

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015



**FINAL PROJECT - RE 091324**

**PERFORMANCE EFFICIENCY  
EVALUATION UNIT INSTALLATION  
CLEARATOR IN PDAM NGAGEL I  
SURABAYA**

RB. Rakhmat Anjar P.  
3307 100 046

Supervisor  
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, Msc

DEPARTEMENT OF ENVIROMENTAL ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING  
INSTITUTE OF TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

**EVALUASI EFISIENSI KINERJA UNIT CLEARATOR DI INSTALASI  
PDAM NGAGEL I SURABAYA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RB. RAKHMAT ANJAR P.**

**NRP. 3307 100 046**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, Msc

(NIP: 19550128 1985032001)



**SURABAYA, JANUARI 2015**

## Evaluasi Efisiensi Kinerja Unit Clearator Di Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya

Nama : RB. Rakhmat Anjar P.  
NRP : 3307 100 046  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, Msc.

### Abstrak

Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) adalah alat utama PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dalam melayani kebutuhan air bersih para pelanggannya. Oleh karena itulah, IPAM harus bekerja secara kontinyu 24 jam dengan kualitas dan kuantitas yang terjaga. Instalasi PDAM Ngagel I dengan kapasitas 1300 l/dt.

Pada unit bangunan Instalasi PDAM Ngagel I ini, terdapat bagian yang mempunyai peranan terhadap kualitas hasil produksi IPAM, yaitu Clearator. Karena di Clearator ini proses penjernihan paling utama yang terdiri dari flokulasi, koagulasi dan sedimentasi terjadi. Sedang pada unit berikutnya yaitu filter lebih bersifat menyempurnakan dari sisa-sisa flok kotor yang belum terendapkan di Clearator.

Dari hasil evaluasi didapatkan data-data yaitu: Pada unit Clearator parameter kinerja OFR (Over Flow Rate) belum memenuhi kriteria desain yaitu  $17.78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ , Kinerja waktu detensi juga belum memenuhi kriteria desain yaitu 50.27 menit, Gradien kecepatan flokulator pada kompartemen I belum memenuhi kriteria desain yaitu 642.49 l/detik, Kompartemen II, III, kompartemen upflow memenuhi kriteria desain yaitu 81.75/detik, 65.49 l/detik, dan 9.85/detik, pada bilangan reynold belum memenuhi kriteria desain yaitu  $N_{re} = 218.83$ , pada solid loading rate juga belum memenuhi kriteria desain yaitu 5.78 m/jam.

**Kata kunci:** PDAM Ngagel I, Kriteria Desain, Kekeruhan

# Performance Efficiency Evaluation Unit Installation Clearator In PDAM Ngagel I Surabaya

**Nama** : RB. Rakhmat Anjar P.  
**NRP** : 3307 100 046  
**Jurusan** : Teknik Lingkungan  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, Msc.

## Abstract

Drinking Water Treatment Plant (WTP) is the main tool PDAM Surya Sembada Surabaya in serving customers needs clean water. Therefore, IPAM must work continuously 24 hours with the quality and quantity are maintained. PDAM Ngagel I installation with a capacity of 1300 l/dt newly constructed and operated is one of them

Installation building unit PDAM Ngagel I have, there is a section that has the most decisive role to the quality of production IPAM, namely Clearator. Because in this Clearator ultimate purification process that consists of flocculation, coagulation and sedimentation occurred. Being the next unit that filters are more complete than the remnants of floc dirt that has not been deposited in Clearator.

From the results of the evaluation of the data obtained, namely: At Clearator unit performance parameters OFR (Over Flow Rate) do not meet the design criteria is  $17.78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{day}$ , detention time performance is also not meet the design criteria is 50.27 minutes, flokulator velocity gradient in the first compartment not meet the design criteria is 642.49 l/sec, compartment II, III, upflow compartment meets the design criteria, namely 81.75/sec, 65.49 l/sec, and 9.85/sec, the Reynolds number not meet the design criteria that  $\text{NRE} = 218.83$ , on solid loading rate is also not meet the design criteria that is 5.78 m/h.

**Keywords:** PDAM Ngagel I, Design Criteria, Turbidity

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT dan Alhamdulillah atas segenap rahmat dan hidayah yang senantiasa diberikan, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “EVALUASI EFISIENSI KINERJA UNIT CLEARATOR DI INSTALASI PDAM NGAGEL I SURABAYA”. Tidak lupa saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak berkontribusi terhadap Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc., sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir, atas bimbingan yang diberikan kepada saya hingga terselesainya Tugas Akhir ini.
2. Ir. Eddy S Soedjono, Dipl.SE.,MSc.,PhD., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya.
3. Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng., selaku Dosen Wali.
4. Arseto Yekti Bagastyo, ST.,MT.,MPhil.,PhD selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Ir. Mohammad Razif, MM., Ir. Atiek Moesriati, M.Kes., Ibu Ipung Fitri Purwanti, ST. MT., selaku Dosen - Dosen Penguji
6. Keluarga khususnya kedua orang tua yang selalu menyemangati dan membantu agar cepat menyelesaikan Tugas Akhir
7. Instansi PDAM Ngagel I Surabaya, Pak Barry dan Pak Imron selaku Pembimbing lapangan yang telah banyak membantu.
8. Pihak-pihak lain yang belum saya sebutkan satu per satu

Saya menyadari masih ada kekurangan dalam laporan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa memberi manfaat sesuai dengan tujuan awal pembuatannya, yaitu memberikan manfaat bagi pendidikan, hidup, dan kemanusiaan,

Surabaya, Januari 2015

Penyusun

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Karakteristik Air Baku.....	3
2.2 Air Bersih dan Air Minum.....	7
2.2.1 Persyaratan Kualitas Air Minum.....	8
2.3 Clarifier.....	9
2.3.1 Upflow Clarifiers.....	12
2.3.2 Kriteria Desain Clarifier.....	14
2.4 Clearator.....	14
2.5 Proses Pengolahan Air Minum.....	18
2.5.1 Koagulasi Flokulasi.....	18
2.6 Bahan - Bahan Kimia.....	27
2.6.1 Aluminium Sulfat.....	20
2.6.2 Polymer.....	20
<b>BAB III KONDISI EKSISTING PDAM NGAGEL I SURABAYA</b>	
3.1 Umum.....	21
3.2 Proses Pengolahan Air Minum PDAM Ngagel I.....	21
3.3 Clearator.....	24

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

4.1 Umum.....	25
4.2 Kerangka Penelitian.....	25
4.3 Ide Penelitian.....	25
4.4 Rumusan Masalah.....	25
4.5 Studi Literatur.....	27
4.6 Pengumpulan Data.....	27
4.6.1 Data Primer.....	27
4.6.2 Tahapan Analisa Sampel.....	28
4.7 Data Sekunder.....	28
4.8 Analisa dan Pembahasan.....	29
4.9 Kesimpulan dan Saran.....	29

## **BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN**

5.1 Analisa Data Primer.....	30
5.2 Analisa Data Sekunder.....	33
5.3 Volume Pembuangan Lumpur Otomatis Clearator.....	34
5.4 Kinerja Tube Settler Clearator.....	36
5.5 Pemeliharaan Kolam Unit Clearator.....	37
5.7 Analisa Kinerja Clearator.....	41
5.8 Pengkajian Evaluasi Efisiensi Kinerja.....	58
5.8.1 Identifikasi Permasalahan.....	58

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan.....	60
6.2 Saran.....	60

## **DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN**

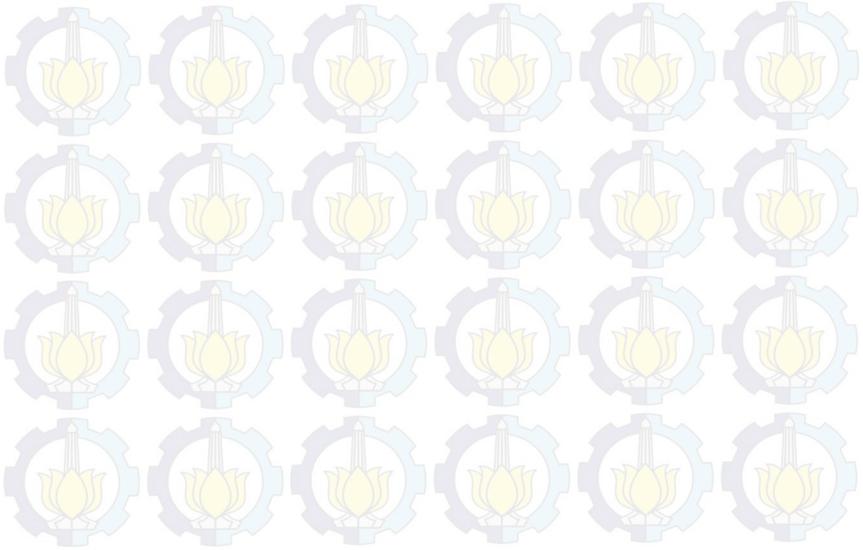
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Kualitas Air Minum.....	8
Tabel 2.2 Kriteria Desain Clarifier.....	14
Tabel 2.3 Kriteria Desain Clearator.....	18
Tabel 2.4 Pengendapan Partikel di dalam air.....	19
Tabel 5.1 Kualitas Air Baku Harian Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014.....	30
Tabel 5.2 Kualitas Air Produksi Harian Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014.....	31
Tabel 5.3 Kualitas Air Efluen Harian Clearator Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014.....	32
Tabel 5.4 Kondisi Permukaan Kolam.....	37
Tabel 5.5 Catatan Pemeriksaan Harian.....	40
Tabel 5.6 Catatan Pemeriksaan Mingguan.....	41
Tabel 5.7 Catatan Pemeriksaan Bulanan.....	41
Tabel 5.8 Hasil Evaluasi Efisiensi Kinerja Clearator.....	53
Tabel 5.9 Hasil Evaluasi Efisiensi Kinerja Clearator.....	54
Tabel 5.10 Hasil Evaluasi Efisiensi Kinerja Clearator.....	55
Tabel 5.11 Hasil Evaluasi Efisiensi Kinerja Clearator.....	56



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Clearator.....	16
Gambar 3.1 Clearator.....	24
Gambar 4.1 Kerangka Penelitian.....	26
Gambar 4.2 Outlet Clearator.....	28
Gambar 5.1 Grafik Kekeruhan Clearator.....	33
Gambar 5.2 Grafik pH Clearator.....	33
Gambar 5.3 Grafik Zat Organik Clearator.....	34
Gambar 5.4 Pipa Pembuangan Lumpur.....	35
Gambar 5.5 Pipa Diameter 150 mm.....	36
Gambar 5.6 Pipa Diameter 250 mm.....	36
Gambar 5.7 Tube Settler.....	37
Gambar 5.8 Sketsa Clearator.....	42
Gambar 5.9 Detail Tube Settler.....	44
Gambar 5.10 Sketsa Bangunan Kompartemen Clearator.....	45
Gambar 5.11 Ruang Flokulasi pada Clearator.....	47
Gambar 5.12 Performance curves for settling basin of varying effectiveness.....	52



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kali Surabaya, disamping digunakan sebagai sumber air baku untuk IPAM PDAM Kota Surabaya yang terdiri dari IPAM Karang Pilang (I,II,III) dan IPAM Ngagel (I,II,III). Limbah industri yang masuk ke Kali Surabaya sudah sangat memprihatinkan. Lebih dari 100 pabrik skala kecil dan besar semua membuang limbahnya ke Kali Surabaya. Pencemaran terbesar menurut BTKL (Balai Teknik Kesehatan Lingkungan) Surabaya adalah berasal dari Kali Tengah dimana di sepanjang Kali tersebut terdapat sekitar 25 unit industri besar di wilayah Driyorejo yang membuang limbahnya ke Kali Tengah yang kemudian masuk ke Kali Surabaya.

Kualitas air Kali Surabaya sebelum masuknya Kali Tengah relatif masih bagus, masuk kelas 2 (golongan B). Berdasarkan kenyataan di atas, maka diperlukan sebuah instalasi pengolahan air minum (IPAM) yang mampu mengolah dalam berbagai kondisi kualitas air baku yang terjadi. Pada Instalasi PDAM Ngagel I, terdapat unit bangunan pengolah yang mempunyai tugas penting sebagai penjernih dalam sistem pengolahan air bersih, yaitu Clearator.

Clearator merupakan modifikasi dari bangunan bak koagulasi/flokulasi sedimentasi dengan menggunakan tube settler. Di dalam clearator terjadi peristiwa proses fisik pembentukan flok-flok kecil sebagai wujud dari reaksi kimia antara ion negatif kotoran pada air baku dan ion-ion positif bahan kimia yang dibutuhkan, kemudian terjadi penggumpalan flok kecil menjadi lebih besar dan pemisahan antara unsur kotoran dan air bersih serta pengendapan gumpalan flok menjadi lumpur. Air baku yang sebelumnya kotor dengan kekeruhan tinggi, setelah melewati clearator menjadi tampak bersih dengan tingkat kekeruhan rendah. Kekeruhan, pH, dan zat organik dalam efluen akhir pada proses unit Clearator dapat menimbulkan dampak pencemaran. maka diperlukan penghilangan kekeruhan, pH, dan zat organik dengan proses pemisahan lumpur yaitu proses sedimentasi yang dipengaruhi oleh, waktu tinggal lumpur, konsentrasi biomassa, pembebanan organik, laju pembuangan lumpur, dan karakteristik pengendapan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana mengevaluasi efisiensi kinerja unit Clearator di Instalasi PDAM Ngagel I sehingga didapatkan point penting yaitu kualitas kekeruhan air efluen Clearator, volume pembuangan lumpur otomatis Clearator, kinerja tube settler Clearator, pemeliharaan kolam unit Clearator, dan analisa kinerja unit Clearator.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Mengevaluasi kinerja unit Clearator instalasi Pengolahan Air PDAM Ngagel I yang meliputi, Kualitas kekeruhan air efluen Clearator, Volume pembuangan lumpur otomatis Clearator, Kinerja tube settler Clearator, Pemeliharaan kolam unit Clearator, dan Analisa kinerja Clearator.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Untuk mengetahui efisiensi kinerja unit Clearator di Instalasi PDAM Ngagel I dan turut membantu menjaga kualitas produksi agar tetap memenuhi standar kualitas air bersih yang ditetapkan.

## **1.5 Ruang Lingkup**

- Wilayah studi adalah di Instalasi PDAM Ngagel I Kota Surabaya dan secara khusus pada unit Clearatornya.
- Data primer yaitu: Kualitas air baku dan air produksi Instalasi PDAM Ngagel I, Kualitas air minum (Kekeruhan, Zat Organik, pH) pada efluen unit Clearator instalasi PDAM Ngagel I, sedangkan data sekunder yaitu: Kondisi eksisting Instalasi PDAM Ngagel I, Kualitas kekeruhan air efluen Clearator, Volume pembuangan lumpur otomatis Clearator, Kinerja tube settler Clearator, Pemeliharaan kolam Clearator, Analisa kerja Clearator.
- Baku mutu yang digunakan adalah Kepmenkes RI No 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang syarat - syarat dan pengawasan kualitas air minum.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Karakteristik Air Baku (Fisik, Kimia, Biologis)**

Air baku pada Instalasi PDAM Ngagel I diambil dari hulu sungai Jagir, dan air baku dialirkan secara gravitasi ke kanal utama (intake). Kualitas air baku yang masuk ke dalam Instalasi PDAM Ngagel I cukup fluktuatif, hal ini dipengaruhi oleh beberapa sebab, salah satunya dipengaruhi oleh cuaca yang sedang berlangsung.

Pada musim kemarau tingkat pencemaran pada air baku sangat tinggi, hal ini dikarenakan pembuangan limbah ke sungai Jagir secara berlanjut, dengan kuantitas air baku PDAM Ngagel I cukup konstan. Dalam memilih air baku ada beberapa hal harus diperhatikan, antara lain:

1. **Kualitas air baku (PP No. 82 Tahun 2001) tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air**

Air murni dalam bentuk  $H_2O$  tanpa campuran apapun, tidak terdapat di alam. Air hujan sebagai kelanjutan proses kondensi uap air yang ada di bumi, menyerap debu, oksigen,  $CO_2$  dan gas-gas lain di atmosfer. Air tanah melarutkan mineral dalam tanah yang diantaranya menyebabkan rasa payau, masam, maupun bau besi. Air permukaan dipengaruhi daerah aliran air sungai sehingga mengandung mineral, bakteri, pencemar dari industri. Air dengan kesadahan tinggi belum tentu menyebabkan penyakit ginjal. Air minum merupakan air yang aman dan nyaman diminum oleh penduduk. Air terkontaminasi adalah air yang mengandung bakteri, bahan kimia yang memerlukan pengolahan lengkap.

2. **Kuantitas air baku**

Perencanaan bangunan pengolahan air minum memerlukan kajian kuantitas air baku (yang berasal dari mata air, air tanah, maupun air sungai/danau) yang dapat dipertanggung jawabkan kontinuitasnya. Pemilihan air baku yang akan digunakan untuk air minum berdasarkan mata air, air tanah, dan air sungai. Berdasarkan mahalnnya biaya operasi dan pemeliharaan biaya konstruksi perlu dilakukan studi kelayakan membandingkan ketiga alternatif, ditinjau secara teknis dan ekonomis.

3. **Kondisi iklim di daerah sumber air baku**

Kondisi ini semakin lengkap dengan masih lemahnya proteksi sumber air baku, tingginya kepadatan penduduk dan kurangnya kepedulian terhadap lingkungan, yang secara keseluruhan tidak sebanding dengan kemampuan ekosistem alam untuk mencapai keseimbangan baru. Gerakan efisiensi air perlu dimasyarakatkan untuk menjaga agar kebutuhan air generasi berikutnya dapat tetap terpelihara salah satunya dengan cara menabung air untuk menyiasati kekeringan.

4. Lokasi sumber air baku tetap, tidak mengalami kemungkinan pindah atau tertutup

Sumber air baku yang digunakan berasal dari mata air. Untuk mengalirkan air ke pelanggan digunakan beberapa cara diantaranya adalah dengan menggunakan grafitasi untuk lokasi yang air bakunya berasal dari mata air,

5. Konstruksi intake yang memenuhi syarat dan kesulitan yang kecil  
Intake adalah suatu konstruksi yang berguna untuk mengambil air dari sumber air di permukaan tanah seperti reservoir, sungai, danau atau kanal. Konstruksi intake disesuaikan menurut konstruksi bangunan air, dan umumnya secara kualitas airnya kurang baik namun biasanya secara kuantitas airnya cukup banyak.

6. Kemungkinan timbulnya pencemar di masa yang akan datang  
Saringan pasir lambat diketahui efektif dalam menyisihkan pencemar dalam air baku yang tingkat kekeruhannya tidak terlalu tinggi. Saringan pasir konvensional ini menyisihkan pencemar terutama secara fisis dan biologis. Untuk meningkatkan kemampuan dan efisiensinya, dibuat modifikasi dari filter konvensional ini

7. Fasilitas dan biaya operasi dan perawatan yang tersedia mencukupi

Pengolahan air secara terpadu sangat penting untuk menghindari biaya yang tinggi, baik biaya industri maupun biaya sosial. Pemilihan sumber air dan teknologi pengolahan yang tepat, ekonomis, dan dapat memenuhi baku mutu dalam peraturan merupakan hal strategis bagi kelangsungan suatu industri. Di dalam industri, biaya yang terkait dengan air antara lain biaya pembelian air baku.

8. Elevasi muka air sumber mencukupi

Elevasi permukaan air merupakan gelombang irreguler yang merupakan superposisi dari beberapa gelombang reguler, sehingga

parameter elevasi muka air dapat ditentukan berdasarkan pada parameter statistik.

Persyaratan air baku yang harus dipenuhi untuk air minum antara lain sebagai berikut:

1. Syarat kualitas

a. Syarat fisik:

- Suhu

Suhu air adalah salah satu parameter penting dalam pengolahan air. Sebagai contoh, bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan lebih mudah larut dalam air yang hangat dibandingkan dalam air dingin. Partikel-partikel juga akan mengendap lebih cepat dalam air hangat.

- Rasa dan bau

Bau dan rasa dalam air dapat disebabkan oleh berbagai jenis material, seperti alga atau mikroorganisme lain, zat organik yang membusuk, mineral seperti besi dan mangan, juga gas terlarut seperti hidrogen sulfida atau klor.

- Warna

Warna air alami terlihat coklat kekuning-kuningan. Air permukaan, terutama air genangan, seringkali memiliki warna yang menyebabkan air tersebut tidak memenuhi syarat untuk digunakan dalam keperluan domestik maupun industri. Warna yang terjadi berasal dari kontak air dengan sisa zat organik seperti daun-daunan, ranting atau kayu dalam bentuk berbagai tahap dekomposisi. Warna bisa dibedakan menjadi warna semu dan warna sejati. Warna semu disebabkan oleh partikel-partikel tersuspensi dalam air, sedangkan warna sejati disebabkan oleh zat-zat organik yang larut dalam air.

- Kekeruhan

Material penyebab kekeruhan adalah silt/clay atau bahan organik yang berasal dari limbah dan mikroorganisme seperti algae. Air tanah pada umumnya jernih karena tersaring butir-butir tanah. Pada musim kemarau, air sungai lebih jernih bila dibandingkan pada saat musim hujan (meskipun belum tentu mudah dijernihkan dengan tawas/alum). Kekeruhan maximum untuk air minum menurut US EPA adalah 10 mg/l

- Zat padat terlarut

Padatan (solids) dapat berupa terlarut (TDS) atau tersuspensi (TSS). Padatan dapat juga berupa material organik atau anorganik.

Karakteristik padatan tersuspensi terkait erat dengan kekeruhan yang bersifat organik, maupun anorganik.

b. Syarat kimia:

- pH

Alkalinity dan acidity air baku, juga terlihat dari Ph airnya, yang menunjukkan kadar ion hydrogen atau  $-\log(H^+)$ . Air dengan  $pH > 7$  bersifat basa (alkaline), sedangkan air dengan  $pH < 7$  bersifat asam (acidic)

- Zat organik dan anorganik

Kadar zat organik yang berlebihan dalam air minum tidak diperbolehkan karena selain menimbulkan warna, bau dan rasa yang tidak diinginkan, juga mungkin bersifat toksis baik secara langsung maupun setelah bersenyawa dengan zat lain yang ada.

- Kadar mineral yang seimbang

Kadar mineral kalsium, magnesium, besi dan belerang jangan berlebih di dalam air karena bisa menurunkan produktivitas. Batasan kadar mineral kalsium, magnesium, besi dan belerang adalah 75; 200; 0,3-0,5 dan 25 mg/liter

c. Syarat biologis:

- Bebas dari bahan patogen dan mikroorganisme

Keadaan bebas dari kotoran, termasuk di antaranya bebas dari virus, bakteri patogen dan bahan kimia berbahaya. Mencuci adalah salah satu cara menjaga kebersihan dengan menggunakan air.

Selain beberapa persyaratan yang terdapat di atas, ada beberapa persyaratan lain yang harus dipenuhi antara lain:

a. Kualitas air baku yang dapat diolah dengan Instalasi Pengolahan Air adalah sebagai berikut:

- Kekeruhan, maksimum 600 NTU atau 400 mg/L

- Kandungan warna asli (apparent colour) tidak melebihi dari 100 Pt Co dan warna sementara mengikuti kekeruhan air baku

- Dalam hal air sungai daerah tertentu mempunyai kandungan warna, besi, dan bahan organik melebihi syarat tersebut di atas tetapi kekeruhan rendah ( $< 50$  NTU) maka digunakan IPA system DAF (Dissolved Air Flotation).

2. Syarat Kuantitas

Air baku yang akan digunakan harus mampu memenuhi jumlah kebutuhan

### 3. Syarat Kontinuitas

Keberadaan air harus terjaga dan terjamin setiap saat

## 2.2 Air Bersih Dan Air Minum

Perusahaan Daerah Air Minum Surabaya bertanggung jawab meningkatkan pelayanan umum dalam pengadaan air bersih. Jumlah penduduk Kota Surabaya adalah 3 juta jiwa dengan jumlah rata-rata pemakaian air 180L/jiwa/hari, sedangkan dari total 70% yang memperoleh air bersih. (Anonim, 1996)

Definisi Air Bersih adalah:

1. Menurut Permenkes RI No. 492/Menkes/PER/IX/2010, air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat diminum setelah dimasak.

Definisi Air Minum adalah:

2. Menurut Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002, air yang melalui proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan (bakteriologis, kimiawi, radioaktif, dan fisik) dan dapat langsung diminum.

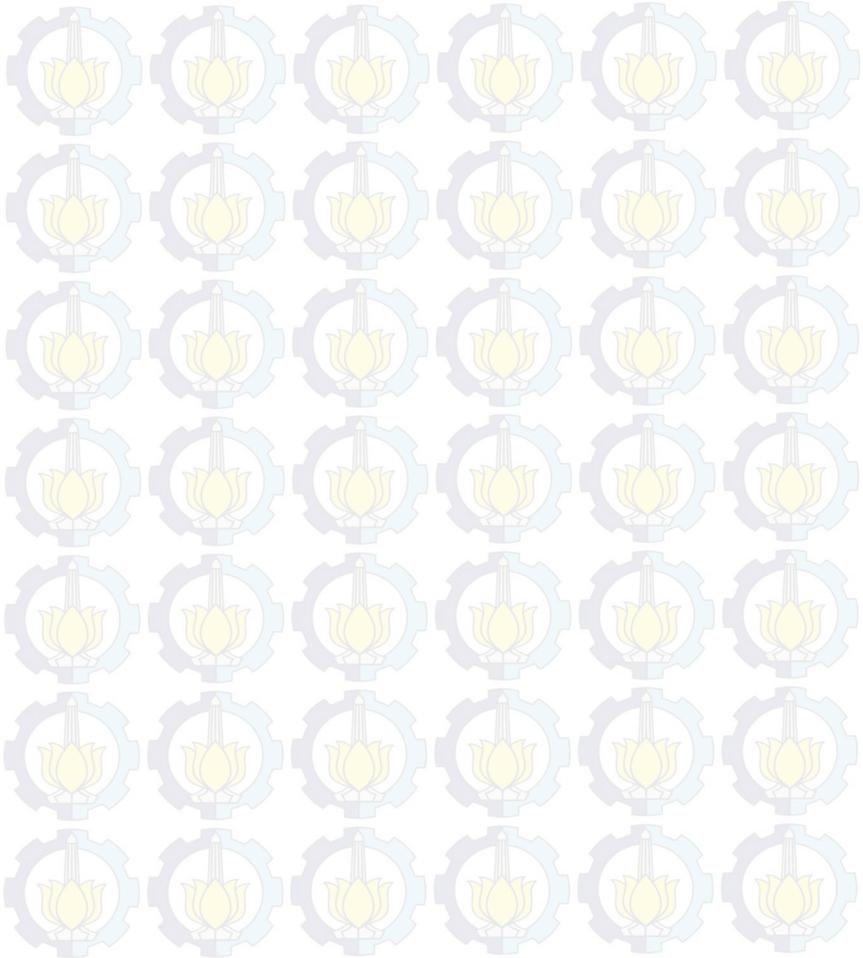
Penggolongan air berdasarkan PP No. 20/1990 Bab III, Pasal 7, Ayat 1 yaitu:

- ✓ Golongan A: Air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum secara langsung tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu
- ✓ Golongan B: Air yang dapat digunakan sebagai bahan baku air minum

Air bersih yang diproduksi harus memenuhi standar kualitas atau ketentuan air bersih/minum yang ditentukan oleh lembaga-lembaga yang bertanggung jawab (WHO) atau peraturan perundang-undangan yang ada pada suatu Negara. Standar air minum yang digunakan oleh PDAM adalah KEPMENKES No. 907/VII/2002.

Berdasarkan KEPMENKES No. 907/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, yang dimaksud air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di minum. Adapun syarat-syarat kualitas air secara fisik, kimia, dan biologi adalah sebagai berikut (Kepmenkes, 2002):

- Persyaratan fisik, meliputi warna, bau, rasa, kekeruhan, temperatur, dan daya hantar listrik
- Persyaratan kimia, meliputi pH, kesadahan, besi, mangan, seng, krom cadmium, nitrat, klor, sulfat, klorida, dan lain-lain
- Persyaratan radioaktif, meliputi sinar alpha dan sinar betha
- Persyaratan mikroorganismenya, meliputi total koliform dan koli tinja



### 2.2.1 Persyaratan Kualitas Air Minum

Air harus memenuhi kualitas sebagaimana ditentukan dalam standar kualitas air minum. Standar kualitas air minum ditetapkan sebagai acuan dalam menentukan kualitas air yang layak dikonsumsi/diminum.

**Tabel 2.1 Parameter Kualitas Air Minum (Bakteriologis, Kimia, Fisik)**

#### 1. Bakteriologis

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
<b>a. Air Minum</b> E. Coli atau fecal coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	
<b>b. Air yang masuk sistem distribusi</b> E. Coli atau fecal coli Total bakteri coliform	Jumlah per 100 ml sampel Jumlah per 100 ml sampel	0 0	
<b>c. Air pada sistem distribusi</b> E. Coli atau fecal coli Total bakteri coliform	Jumlah per 100 ml sampel Jumlah per 100 ml sampel	0 0	

#### 2. Kimia

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
pH		6.5 – 8.5	
Deterjen	mg/l	0.05	
Zat Organik	mg/l	10	

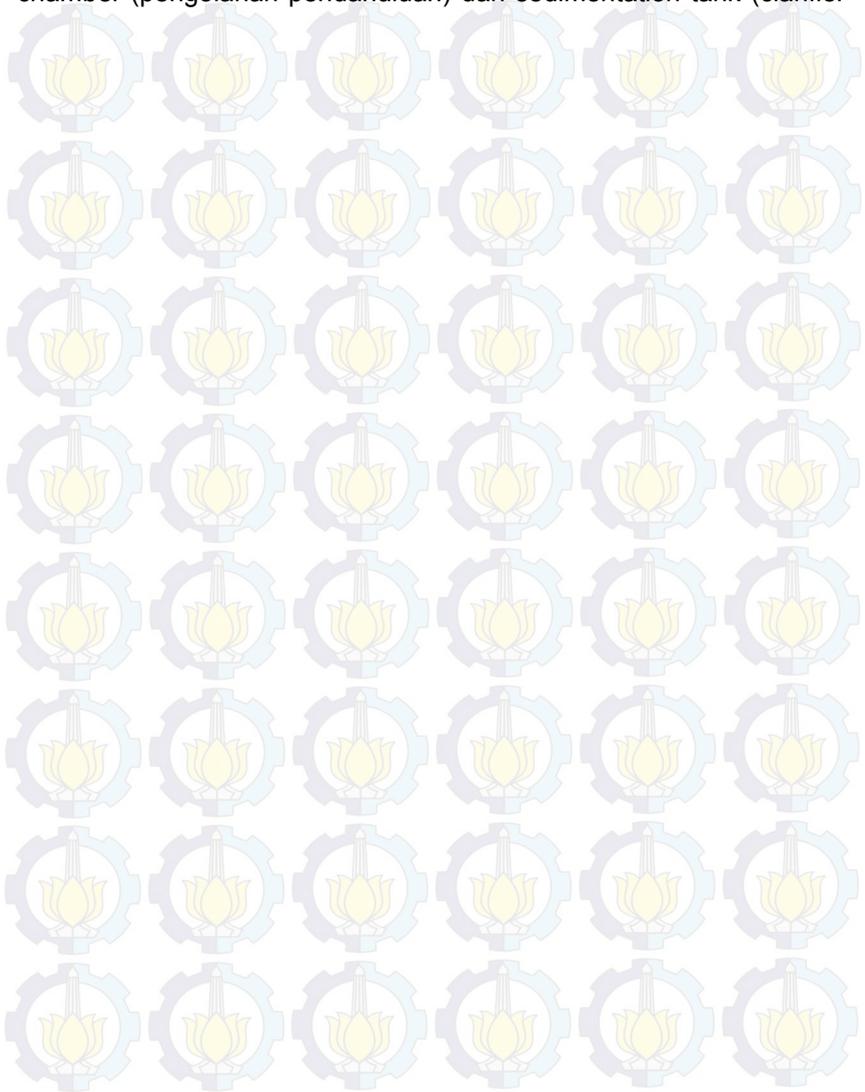
#### 3. Fisik

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Warna	TCU	15	
Kekeruhan	NTU	5	

(KEPMENKES No. 907/VII/2002)

### 2.3 Clarifier

Proses pengendapan terbagi dalam dua klasifikasi: grith chamber (pengolahan pendahuluan) dan sedimentation tank (clarifier)



s). (Kawamura, 1990).

Tujuan proses sedimentasi secara umum pada pengolahan air konvensional untuk mengurangi padatan yang terbawa setelah proses koagulasi dan flokulasi. Aplikasi berikutnya adalah menghilangkan padatan berat yang terendapkan dari air baku sehingga menghilangkan kekeruhan dan mengurangi beban dalam proses selanjutnya. (AWWA, 1990)

Range desain untuk unit clarifier yang digunakan dalam pengolahan air sangat bervariasi tergantung kualitas air baku dan karakteristik flok yang terbentuk, yaitu tergantung dari koagulan yang digunakan dan proses flokulasinya. (Droste, 1997)

Menurut Reynolds (1996), dalam bangunan sedimentasi sendiri terdapat empat zona yaitu zona inlet sebagai tempat masuknya air baku pasca koagulasi-flokulasi. Dalam zona ini diharapkan terjadi transisi aliran yang smooth dan stabil sehingga partikel dapat diproses dalam zona pengendapan.

Zona pengendapan merupakan area utama pada bangunan sedimentasi, dimana pada zona ini partikel-partikel tersuspensi yang telah bergabung menjadi flok mengendap. Zona ini merupakan zona bebas dari interferensi zona lainnya.

Zona lumpur merupakan zona tempat bersemayam flok-flok yang telah mengalami proses pengendapan. Selanjutnya zona outlet, pada zona ini merupakan tempat keluarnya air baku hasil pengolahan sedimentasi. Tujuan dari adanya zona outlet ini agar air dapat mengalir dengan teratur menuju pengolahan selanjutnya.

Tipe bangunan sedimentasi dapat didasarkan pada bentuk bangunan pengolahan yaitu, rectangular (persegi panjang) atau circular (lingkarang). Dimana pada kedua unit tersebut memiliki kecenderungan tipe pengendapan yang berbeda.

Untuk rectangular terjadi tipe pengendapan secara horizontal, hal tersebut berkaitan dengan tipe aliran yang terbentuk yaitu horizontal flow. Horizontal flow mungkin juga terjadi pada circular tetapi kecenderungannya sangat kecil karena arah aliran sudah berbeda.

Desain sedimentasi dengan tipe aliran horizontal ditekankan pada kecepatan yang sama serta ideal untuk pengendapan di semua titik dalam bak sedimentasi. Dengan adanya prinsip pengendapan tersebut maka semakin tampak perbedaan dari keempat zona yang terdapat pada sedimentasi. Untuk mendapatkan aliran

yang sesuai pada zona inlet ditambahkan perforated baffle atau dinding penghambat sehingga aliran yang terbentuk bisa cenderung laminar.

Untuk yang berbentuk lingkaran akan terbentuk aliran secara radial. Jadi pergerakan air dari pusat lingkaran menyebar ke seluruh bangunan sedimentasi tersebut kemudian akan naik dan menuju ke outlet. Untuk menghasilkan aliran laminar pada unit maka diperlukan cylindrical baffle.

Dalam circular sedimentasi memiliki prinsip yang sama dengan rectangular sedimentasi, seperti untuk menghitung kecepatan aliran (Reynolds, 1995):

$$V = \frac{Q}{2 \pi r H} \quad (2.1)$$

Dengan  $V$  = kecepatan aliran (m/s)

$Q$  = debit (m<sup>3</sup>/det)

$r$  = jari-jari ( $\pi$ )

$H$  = kedalaman reaktor (m)

$$V_0 = \frac{Q}{A_p} \quad (2.2)$$

Dengan:  $V_0$  = over flow rate (gpd/ft<sup>2</sup>)

$Q$  = debit (m<sup>3</sup>/det)

$A_p$  = luas permukaan reaktor (ft<sup>2</sup>)

$$H = V_0 t \quad (2.3) \quad \text{Dengan: } H = \text{kedalaman (m)}$$

$V_0$  = over flow rate (gpd/ft<sup>2</sup>)

$t$  = waktu detensi (detik)

Perhitungan di atas dengan kondisi tanpa adanya tube settler jika pada unit sedimentasi terdapat tube settler maka kecepatan aliran dan kecepatan pengendapan akan berbeda.

Kecepatan aliran

$$V = L' V_s \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned}
 H' & \\
 L' &= \frac{L}{\sin \alpha} \\
 H' &= H / \cos \alpha \\
 \text{Kecepatan pengendapan (Schultz, 1984)} \\
 V_s &= \frac{Q}{A_0 (\sin \alpha + Lu \cdot \cos \alpha)} \quad (2.5) \\
 Lu &= L_R - 0.013 NRe \\
 L_R &= \frac{L}{e}
 \end{aligned}$$

Dalam pengolahan air minum dan pengolahan air limbah suspensi terbesar adalah flokulan yang berada pada tingkatan yang pasti. Partikel flokulan pada ukuran dan densitas seperti partikel diskrit akan menahan zona lumpur pada waktu yang pendek karena flokulasi dan waktu pengendapan yang tinggal. Oleh karena itu apabila teori bak pengendap diterapkan pada sedikit partikel flokulan, ini akan menjadi konservatif. Meskipun terdapat perbedaan antara bak ideal dengan bak actual, teori bak pengendapan ideal memberikan pendekatan paling rational untuk mendesain dan menjabarkan bahwa parameter desain terpenting adalah overflowrate atau desain kecepatan pengendapan, waktu detensi, dan kedalaman. (Reynolds, 1996)

Untuk meningkatkan efisiensi pengendapan seringkali digunakan plate settler. Plate settler merupakan peralatan pengendapan multi settler, sebagai pengembangan dari bak sedimentasi konvensional yang telah dibangun sebelumnya. Bila plate settler ditambahkan pada bak sedimentasi, maka dapat menambah kapasitas dan memperbaiki kualitas efluen. Kapasitas produksi akan meningkat sebesar 50-150%. Tube settler didapatkan dari suatu fabrikasi sebelum disesuaikan dengan perencanaan unit. Plate settler direncanakan dari bahan yang tahan karat akibat larutan alum dan susah ditumbuhi alga, seperti bahan dari polyethylene atau bahan berlapis plastik. Sudut kemiringan plate settler direncanakan agar lumpur jatuh dengan sendirinya dan

tidak menempel pada plate ( $45^{\circ}$  -  $60^{\circ}$ ), namun biasanya direncanakan pada sudut  $55^{\circ}$  dari horizontal. (Schlutz, 1984).

Di berbagai tipe clarifier porsi besar yang disediakan berkisar 67% hingga 80% tertutupi tube. Bak pengendap menggunakan tube settler akan membutuhkan area yang lebih sedikit daripada bak pengendap konvensional. Tetapi penggunaan tube paling umum adalah untuk meningkatkan kapasitas pada clarifier yang telah ada. Overflowrate yang biasa menggunakan tube module adalah dari 147 hingga  $245 \text{ m}^3/\text{hari-m}^2$ . (Reynolds, 1996)

### **2.3.1 Upflow Clarifiers**

Menurut Reynolds (1996), Upflow clarifiers merupakan unit yang menggabungkan pengadukan, flokulasi, dan pengendapan ke dalam satu unit. Unit ini didesain untuk mengolah volume dengan kandungan padatan terflokulasi yang besar. Volume padatan pada contact zone bervariasi dari 5 hingga 50% volume, tergantung dari kegunaannya. Pada jenis sludge blanket filtration pengadukan dan flokulasi terjadi di center kompartemen. Air hasil proses flokulasi meninggalkan kompartemen dan dengan aliran naik melewati sludge blanket supaya flok terremoval karena terjadi kontak dengan padatan terflokulasi di blanket. Air kemudian mengalir upward melewati tempat klarifikasi dan kemudian menuju efluen.

Upflow clarifier dan reactor clarifier dapat bekerja dengan baik bila karakteristik air baku tingkatan beban hidroliknya konstan. Reaktor clarifier paling cocok untuk proses dengan pelunakan menggunakan kapur atau kapur soda abu karena adanya efek pembenihan (seeding) pada unitnya. Jadi paling cocok untuk digunakan pada air tanah dengan pelunakan menggunakan kapur. Angin dan pemaparan yang tidak merata terhadap matahari dapat juga mengganggu keefektifan proses klarifikasi. Upflow clarifiers dan reaktor clarifier biasanya kompak dan sudah dirancang terlebih dahulu oleh pembuat peralatannya. Oleh karenanya, biaya keseluruhan lebih murah daripada menggunakan tangki persegi panjang yang dirancang secara biasa. Lagipula endapan dapat dibuang dari tangki ini karena adanya lapisan endapan terfluidasi (fluidized sludge blanket) secara kontinyu.

Keuntungan utama dari unit ini dibandingkan dengan pengadukan konvensional, flokulasi, dan unit klarifikasi adalah ukuran yang tereduksi. Konsekuensinya adalah, unitnya lebih rapat dan membutuhkan lahan yang lebih sedikit. Unit ini paling sesuai untuk mengolah feed water yang mempunyai kualitas konstan. Karena pengadukan yang pendek, proses flokulasi dan waktu detensi klarifikasi, ini menjadi sulit untuk mengolah air baku dengan kualitas yang berubah-ubah. (Reynolds. 1996)

Rumus-rumus yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja Clearator adalah:

1. Loading rate (2.6)

$$t = \frac{V_{\text{settler}}}{Q/A} \text{ td}$$

Dimana:  $V_{\text{settler}}$  = kecepatan di plate settler

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

$A$  = luas permukaan ( $\text{m}^2$ )

2. Kecepatan di plate settler (2.7)

$$V_{\text{settler}} = \frac{Q}{A \times (\sin \alpha + \ln \cos \alpha)}$$

3. Kehilangan tekanan (2.8)

$$H_f = \frac{G^2 \times \mu \times \text{td}}{g}$$

Dimana:  $G$  = gradien kecepatan (detik)

$g$  = gravitasi

$\mu$  = viskositas absolute air ( $\text{kg detik}/\text{m}^2$ )

$\text{td}$  = time detension (detik)

4. Kecepatan diffuser (2.9)

$$V = \frac{\sqrt{H_f \times 2g}}{\sqrt{K}}$$

Dimana:  $H_f$  = head loss

$K$  = koefisien kontraksi

5. Beban permukaan

(3.0)

$$S_0 = \frac{Q}{A_{\text{eff}}} \times \frac{w}{(h \times (\cos \alpha) + w (\cos^2 \alpha))}$$

Dimana:  $S_0$  = beban permukaan ( $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{detik}$ )

$Q$  = debit ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$w$  = diameter tube settler (m)

$h$  = tinggi tube (m)

$\alpha$  = sudut settler ( $^\circ$ )

### 2.3.2 Kriteria Desain Clarifier

Menurut Droste (1997), Range untuk variabel desain untuk konfigurasi yang berbeda-beda ditunjukkan dalam Tabel 2.2 di bawah ini

**Tabel 2.2 Kriteria Desain Clarifier**

Clarifiers in Water Treatment	
-------------------------------	--

Rectangular and clarifiers Depth, m(ft)	2.4 – 4.9 (8 – 16)
Weir Loading Rate, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d (gal/ft <sup>2</sup> /d)	less than 1250 (100000)
Maximum length of rectangular basin, m (ft)	70 – 75 (230 – 250)
Upflow Solid Contact Clarifiers Overflow rate, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d (gal/ft <sup>2</sup> /d)	24 – 550 (590 – 13500)

## 2.4 Clearator

Bangunan Clearator merupakan modifikasi dari bangunan bak koagulasi/flokulasi sedimentasi dengan menggunakan tube settler. Proses flokulasi dapat ditempuh karena air baku telah mengalami proses pengadukan cepat di aerator. Untuk proses pengendapan Clearator dilengkapi tube settler. Clearator berbentuk tangki bundar berjumlah 4 buah dengan diameter masing - masing 20.5 m, kedalaman rata - rata 5 m, volume 1500 m<sup>3</sup> dan waktu tinggal 57 menit (sumber: Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya). Bak Clearator mempunyai kapasitas masing-masing 450 L/det dan memiliki debit air sebesar 4.8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jam. Untuk efisiensi pengendapan dan dilengkapi tube settler yang dipakai mempunyai panjang 60 cm dengan kemiringan 60<sup>0</sup> dan lebar 5 cm berbentuk segienam. Flokulator dibangun sebagai bidang dalam Clearator, dengan diameter yang membesar pada bagian bawah. Bidang dalam dibagi menjadi 3 ruang yang terpisah oleh dinding dengan aliran vertikal. Bagian tengah tangki digunakan untuk pengadukan lambat dan bagian tepi dilengkapi tube settler sehingga flok yang terbentuk tertahan pada dinding tube settler dan selanjutnya turun mengendap di dasar bak. Pada bak Clearator dibubuhi dengan polielektrolit yang membantu proses koagulasi. Unit modifikasi ini mempunyai beberapa fungsi yaitu tempat bercampurnya air baku dengan koagulan, tempat terjadinya flok-flok, mengendapkan partikel-partikel flokulen akibat proses koagulasi flokulasi, sebagai tempat proses pemisahan antara flok-flok yang bersifat sedimen dengan air bersih hasil olahan (efluen) melalui pembentukan dan pengendapan flok-flok yang menggunakan agitator lambat. Endapan flok-flok ini dibuang sesuai dengan tingkat ketebalan secara otomatis. Pada Clearator inilah proses koagulasi dan flokulasi terjadi, dimana pada proses koagulasi, koagulan dicampur dengan air baku selama beberapa saat hingga merata. Setelah pencampuran ini, akan terjadi destabilisasi koloid yang ada pada air baku. Koloid yang sudah kehilangan muatannya atau



terdestabilisasi mengalami saling tarik menarik sehingga cenderung untuk membentuk gumpalan yang lebih besar. Air baku yang telah mengalami proses pengolahan di Clearator selanjutnya secara gravitasi mengalir ke unit Filter.

Pada unit Clearator terjadi pengadukan lambat. Jenis pengadukan lambat pada Clearator adalah jenis pengadukan hidrolis memanfaatkan plate berlubang. Plate berlubang berfungsi memecah aliran untuk menciptakan efek pengadukan. Pada pengadukan lambat, energi hidrolis yang diharapkan cukup kecil dengan tujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong kontak antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya gabungan flok yang telah terbentuk. Penggabungan inti gumpalan sangat tergantung pada gradient kecepatan

Pengadukan yang terjadi termasuk jenis pengadukan hidrolis yaitu pengadukan yang memanfaatkan gerakan air sebagai tenaga pengadukan. Pada dinding pemisah dipasang pipa diffuser yang berfungsi memecah aliran untuk menciptakan efek pengadukan dengan guncangan. Gradien kecepatan diturunkan secara perlahan-lahan agar gumpalan yang telah terbentuk tidak pecah lagi dan berkesempatan bergabung dengan yang lain membentuk gumpalan yang lebih besar.

Pergerakan air baku dari aerator masuk ke unit Clearator melalui pipa kemudian jatuh melimpah melewati plat yang dilengkapi dengan pipa diffuser pada ruang flokulasi. Air masuk ke ruang lumpur yang terletak pada bagian dasar Clearator dilengkapi pipa pembuangan lumpur, keluar melewati saluran kemudian air bergerak ke atas menuju tube settler. Tube settler berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pengendapan dari bangunan Clearator. Kemiringan tube settler  $60^{\circ}$  terhadap horizontal yang mengakibatkan lumpur tidak menumpuk pada flate, akan tetapi jatuh meluncur ke bawah, sehingga flok-flok akan lebih mudah dipisahkan. Selanjutnya air akan melimpah ke gutter dan keluar melalui saluran outlet.



Gambar 2.1 Clearator

Beberapa parameter kinerja yang dikaji untuk mengetahui efektifitas kinerja Clearator (Menurut Droste, 1997) adalah

1. Efisiensi removal

Menurut Reynolds (1996), Pada jenis sludge blanket filtrasi pengadukan dan flokulasi terjadi di center kompartemen. Air hasil proses flokulasi meninggalkan kompartemen dan dengan aliran naik melewati sludge blanket supaya flok terremoval karena terjadi kontak dengan padatan terflokulasi di blanket. Air kemudian mengalir upward melewati tempat klarifikasi dan kemudian menuju efluen.

2. (OFR) Over Flow Rate

Flok settler dalam klarifier yang memisah dengan cairan bening yang berada diatas. Kenaikan velocity air menunjukkan adanya over flow rate (OFR) dengan satuan  $\text{gpd}/\text{ft}^2$  dan dapat diartikan juga pembagian antara laju (gpd) dengan luas permukaan klarifier ( $\text{ft}^2$ ).

3. Waktu detensi

Waktu tinggal adalah waktu yang diperlukan oleh suatu volume air untuk tinggal di dalam kolam pengendapan selama air mengalir dari inlet menuju ke outlet. Dalam perancangan kolam pengendapan yang ideal, lama waktu tinggal nilainya ditetapkan sama dengan lama waktu pengendapan partikel suspensi.

4. Gradien kecepatan pada flokulator

Pengendapan partikel suspensi berlangsung dengan baik apabila aliran air dalam keadaan tenang (aliran suspensi). Kecepatan aliran harus diatur sedemikian rupa sehingga proses pengendapan dapat berlangsung dengan baik, dan besarnya hendaknya tidak melebihi kecepatan gerusan agar partikel yang telah mengendap tidak tergerus dan melayang lagi serta terbawa keluar dari ruang pengendapan.

5. Bilangan Reynold (NRe) dan Bilangan Froud (NFr)

Bilangan Reynold digunakan untuk mengidentifikasikan jenis aliran yang berbeda, misalnya laminar dan turbulen. Salah satu bilangan tak berdimensi yang paling penting dalam mekanika fluida dan digunakan, seperti halnya dengan bilangan tak berdimensi lain, untuk memberikan kriteria untuk menentukan dynamic similitude. Bilangan Froud adalah sebuah bilangan tak bersatuan yang digunakan untuk mengukur resistensi dari sebuah benda yang bergerak melalui air, dan membandingkan benda-benda dengan ukuran yang berbeda-beda

6. Solid Loading Rate

Solid Loading Rate pada klarifier dengan satuan lb/d/ft<sup>2</sup> menunjukkan bahwa massa padatan yang digunakan per satuan luas per satuan waktu. Persamaan solid loading rate (SLR) adalah sebagai berikut:

$$SLR = 8,34 \times (Q + Q_{RAS}) \times X / A$$

Q : laju umpan, mgd

Q<sub>RAS</sub> : laju RAS, mgd

X : konsentrasi, mg/L

A : luas permukaan klarifier, ft<sup>2</sup>

Jumlah maksimum padatan yang dapat dipindahkan ke dasar klarifier disebut limiting fluk. Ketika limiting fluk dalam SLR eksekusi maka jumlah lumpur yang ada dalam bak tidak dapat dihitung. Tetapan maksimum yang diperbolehkan dalam mendesain klarifier merupakan unsur utama yang paling penting untuk memastikan apakah klarifier dapat bekerja efektif.

**Tabel 2.3 Kriteria Desain Clearator**

Unit	Parameter	Kriteria	Sumber
Clearator	Overflowrate	24 - 550 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	(Droste, 1997)
	Waktu Detensi	15 - 45 menit	(Droste, 1997)
	Gradien Kecepatan pada Flokulator	10 - 100 / detik	(Droste, 1997)
	Bilangan Reynold	Nre = < 2000	(Reynold, 1996)
	Solid Loading Rate	1,25 - 3,7 m/jam	(AWWA, 1998)

## 2.5 Proses Pengolahan Air Minum

Pengolahan air minum secara lengkap dapat dibagi menjadi tiga tahap pengolahan, yaitu tahap pendahuluan (pre treatment), tahap kedua (secondary treatment), dan tahap lanjutan (advance treatment).

### 2.5.1 Koagulasi Flokulasi

(Masduqi. Slamet, 2002), menyebutkan pengadukan (mixing) merupakan suatu aktivitas operasi campuran dua atau lebih zat agar diperoleh hasil campuran yang homogen. Pada media fase cair, pengadukan ditujukan untuk memperoleh keadaan yang turbulen. Aplikasi pada bidang teknologi lingkungan pengadukan

digunakan untuk proses fisika seperti pelarutan bahan kimia dan proses pengentalan (thickening), proses kimiawi seperti koagulasi-flokulasi dan desinfeksi, proses biologis untuk mencampur bacteria air limbah. Koagulasi merupakan proses destabilisasi koloid dan partikel dalam air dengan menggunakan bahan kimia (koagulan) yang menyebabkan pembentukan inti gumpalan (presipitat). Proses koagulasi hanya dapat berlangsung bila ada pengadukan. Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok sehingga menjadi flok berukuran besar. Proses flokulasi hanya dapat berlangsung bila ada pengadukan. Pengadukan pada proses koagulasi flokulasi merupakan pemberian energi agar terjadi tumbukan antar partikel tersuspensi dan koloid agar terbentuk flok sehingga dapat dipisahkan melalui proses pengendapan dan penyaringan.

Partikel yang tersuspensi di dalam air dapat berupa partikel bebas dan koloid dengan ukuran sangat kecil yaitu  $10^{-7}$  mm –  $10^{-1}$  mm. Karena dimensinya ini maka partikel tidak dapat diendapkan secara langsung. Di samping itu partikel dan koloid umumnya bermuatan listrik sama yang menyebabkan terjadinya tumbukan antar partikel (gerak brown). Hal ini berakibat terjadinya suatu suspense yang sangat stabil.

**Tabel 2.4 Pengendapan Partikel di dalam air**

Diameter Partikel	Tipe Partikel	Waktu Pengendapan pada Kedalaman 1 meter
10	Kerikil	1 detik
1	Pasir	10 detik
$10^{-1}$	Pasir Halus	2 menit
$10^{-2}$	Lempung	2 jam
$10^{-3}$	Bakteri	8 hari
$10^{-4}$	Koloid	2 tahun
$10^{-5}$	Koloid	20 tahun
$10^{-6}$	Koloid	200 tahun

Sumber: Water Treatment Handbook Vol.1 (Degremont, 1991)

Koloid merupakan partikel yang tidak dapat mengendap secara alami karena adanya stabilitas suspensi koloid. Koagulasi bertujuan untuk mengurangi stabilitas koloid (proses destabilisasi) melalui penambahan kimia dengan muatan berlawanan.

Pada koagulasi akan terjadi:

- Penurunan tegangan permukaan melalui proses netralisasi muatan dan adsorpsi
- Presipitasi muatan dan adsorpsi.
- Presipitasi dari koagulan akan menyapu koloid.
- Adsorpsi dan pembentukan jembatan antar partikel melalui

Pada flokulasi kontak antar partikel melalui dua mekanisme yaitu:

- Thermal motion yang dikenal dengan brownian motion atau difusi disebut sebagai flokulasi perikinetik. Laju perubahan konsentrasi pada perikinetik tidak bergantung ukuran/diameter partikel akan tetapi bergantung pada konsentrasi partikel.
- Gerakan cairan oleh aktivitas pengadukan atau flokulasi ortokinetik. Laju perubahan konsentrasi pada ortokinetik bergantung diameter partikel.

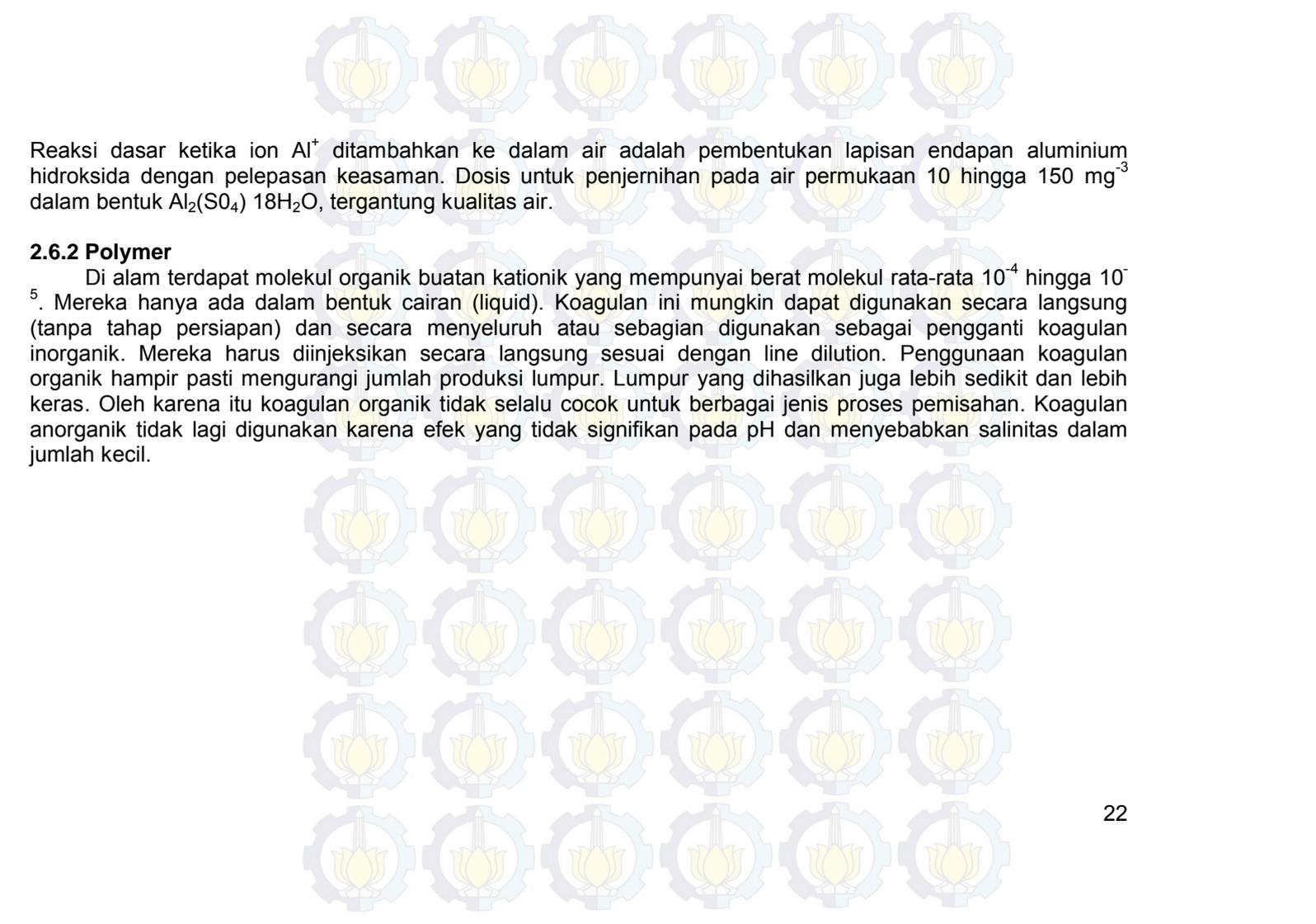
Untuk partikel yang sangat kecil, perikinetik lebih dominan. Partikel dengan ukuran  $<1 \mu\text{m}$  akan memerlukan  $G$  yang lebih besar, misal untuk  $d=0.1$  membutuhkan  $G=10000/\text{detik}$  yang secara teoritis sukar untuk dicapai sehingga perlu dibantu dengan flokulasi perikinetik.

## 2.6 Bahan - Bahan Kimia

Bahan kimia pengoksidasi terdiri dari: kelompok halogen seperti klorin, bromin, dan iodine., Ozon., Oksida lain seperti  $\text{KMnO}_4$  dan peroksida  $\text{H}_2\text{O}_2$  meskipun tidak seefektif halogen dan ozon.

### 2.6.1 Aluminium Sulfat

Menurut Degremont (1991), Reagen yang digunakan dalam proses koagulasi flokulasi adalah bahan-bahan anorganik, polimer alami dan buatan. Koagulan yang paling banyak digunakan adalah Aluminium Salt.



Reaksi dasar ketika ion  $Al^+$  ditambahkan ke dalam air adalah pembentukan lapisan endapan aluminium hidroksida dengan pelepasan keasaman. Dosis untuk penjernihan pada air permukaan 10 hingga 150  $mg^{-3}$  dalam bentuk  $Al_2(SO_4) 18H_2O$ , tergantung kualitas air.

### 2.6.2 Polymer

Di alam terdapat molekul organik buatan kationik yang mempunyai berat molekul rata-rata  $10^4$  hingga  $10^5$ . Mereka hanya ada dalam bentuk cairan (liquid). Koagulan ini mungkin dapat digunakan secara langsung (tanpa tahap persiapan) dan secara menyeluruh atau sebagian digunakan sebagai pengganti koagulan inorganik. Mereka harus diinjeksikan secara langsung sesuai dengan line dilution. Penggunaan koagulan organik hampir pasti mengurangi jumlah produksi lumpur. Lumpur yang dihasilkan juga lebih sedikit dan lebih keras. Oleh karena itu koagulan organik tidak selalu cocok untuk berbagai jenis proses pemisahan. Koagulan anorganik tidak lagi digunakan karena efek yang tidak signifikan pada pH dan menyebabkan salinitas dalam jumlah kecil.

## **BAB III**

### **KONDISI EKSISTING PDAM NGAGEL I SURABAYA**

#### **3.1 Umum**

Instalasi PDAM Ngagel I merupakan salah satu instalasi pengolahan air minum PDAM Surabaya yang berada di kawasan Instalasi Ngagel. Air baku diambil dari Kali Surabaya yang berdasarkan keputusan Gubernur kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur termasuk golongan B, yakni air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah menjadi air minum dan keperluan rumah tangga lainnya. Instalasi ini dibangun pada tahun 1922 dengan kapasitas 60 l/detik. Selanjutnya kapasitas ditingkatkan secara bertahap dan pada tahun 1998 menjadi  $\pm 1800$  l/detik. Kapasitas pengolahan Instalasi Ngagel I saat ini  $\pm 1300$  l/detik. Empat rumah pompa distribusi yang ada memompakan air ke pipa pipa outlet yang mendistribusikan air bersih ke daerah pinggiran kota sebelah timur, dan ke Reservoir Wonokitri.

Debit air baku 1300 l/detik diambil dari kali Surabaya. Pada awalnya air baku untuk kota Surabaya diperoleh dari sumber air dataran tinggi, yaitu umbulan dan 16 sumber air di sekitar Pandaan.

#### **3.2 Proses Pengolahan Air Minum PDAM Ngagel I**

Proses pengolahan air minum melalui tahapan sebagai berikut:

1. Intake
2. Kanal I
3. Prasedimentasi
4. Pompa Air Baku
5. Aerator dan Koagulasi
6. Clearator
7. Desinfeksi
8. Reservoir Penampungan
9. Pompa Distribusi

Air baku yang digunakan IPAM Ngagel I didapatkan dari Kali Surabaya. Air masuk melalui bangunan Intake air di Jagir Wonokromo menuju kanal Ngagel secara gravitasi. Kanal Ngagel terdiri dari 3 saluran, Kanal I, II, dan III, masing-masing untuk Ngagel I, II, dan III. Kapasitas debit pada Kanal I mencapai 1800 l/detik.

Dari Intake, air baku masuk ke kanal I, kanal ini merupakan saluran pembawa dari pintu air menuju unit selanjutnya, sekaligus mempunyai fungsi mengendapkan partikel-partikel kasar (grit) secara

gravitasi. Unit selanjutnya yaitu Prasedimentasi, merupakan tempat pengendapan partikel diskrit, yaitu partikel yang dapat mengendap bebas secara individual tanpa membutuhkan adanya interaksi antar partikel. Dalam bak prasedimentasi pengendapan terjadi karena adanya interaksi gaya di sekitar partikel yaitu gaya drag dan gaya impelling. Tujuan dari prasedimentasi adalah memisahkan partikel kekeruhan dalam air agar tidak membebani unit selanjutnya. Pembersihan prasedimentasi dilakukan dengan frekuensi tertentu sesuai dengan musim. Pada musim penghujan, pembersihannya dilakukan 1-2 bulan sekali, sedangkan pada musim kemarau dilakukan 3-4 bulan sekali. Setelah keluar dari bak prasedimentasi, untuk musim kemarau dibubuhi bahan kimia bantu yaitu kaolin dengan konsentrasi 3.5-5 ppm, yang berfungsi untuk membantu proses koagulasi dan kaporit  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan konsentrasi 0.5-1 ppm yang berfungsi untuk membubuhi bakteri patogen. Pembersihan terhadap lumpur-lumpur yang telah mengendap pada dasar bak dilakukan pada selang waktu tertentu tergantung pada musim. Pada musim kemarau frekuensinya sampai 2-4 bulan sekali, sedangkan pada musim penghujan frekuensinya sampai 3-6 bulan sekali.

Efluen dari bak prasedimentasi kemudian mengalir menuju aerator melalui pipa penyalur. Pada pipa ini diinjeksikan aluminium sulfat dengan kadar sesuai dengan uji coba yang dilakukan di laboratorium. Pengolahan di unit ini bertujuan untuk penambahan Dissolved Oxygen (DO) dengan cara terjunan destabilisasi partikel koloid sehingga terbentuk inti gumpalan. Suspensi koloid dalam air menyebabkan kekeruhan dan warna. Koagulan berupa bubuk  $\text{Al}_2\text{SO}_4$  berwarna putih, sehingga harus dilarutkan dahulu ke dalam air. Proses pelarutan ini dilakukan di dalam ruang pelarutan alum berdekatan dengan unit aerator, selanjutnya dialirkan dengan menggunakan pipa ke unit aerator. Dengan menggunakan sistem cascade aerator, air dari aerator masuk ke dalam bak clearator melalui pipa menuju ke bagian proses koagulasi flokulasi yang sebelumnya telah dibubuhi oleh koagulan aluminium. Sistem koagulasinya berupa terjunan. Dengan besar gradien kecepatan yang berbeda sesuai dengan ketinggian. Aliran turbulen ditimbulkan karena sistem terjunan ini. Aliran turbulen diperlukan untuk mendispersikan koagulan (aluminium sulfat) yang akan dilarutkan dalam air. Dalam proses koagulasi ini terjadi percampuran

antara koagulan dan air baku. Proses flokulasi sebagai kelanjutan dari proses koagulasi, dimana gradien kecepatan lebih kecil dibandingkan dengan proses koagulasi, akan membentuk flok-flok. Flok-flok yang terbentuk bersama-sama air baku masuk melalui lubang-lubang inlet menuju pengendapan ke ruang pengendapan pada Clearator. Sebagian partikel bisa mengendap pada dinding ruang pengendap yang dibuat dengan kemiringan tertentu. Sebagian partikel flokulen akan ikut aliran menuju ke atas dan akan mengendap pada tube settler, tube settler memang berfungsi untuk memperluas permukaan pengendapan. Pada proses ini juga bertujuan untuk menghilangkan bau. Dari aerator ini, air baku dialirkan ke bak Clearator dengan menggunakan pompa.

Di dalam bak Clearator terjadi pengadukan lambat dan juga pemberian bahan kimia bantu, yakni Dukem (polimer) sebagai pengikat flok-flok yang masih melayang-melayang di permukaan, Unit Clearator pada bagian tengah terdapat ruang flokulasi berbentuk kerucut terpancung dengan diameter membesar pada bagian bawah. Kemudian air tersebut mengalir secara gravitasi ke bagian pinggir bak Clearator melalui tube settler yang dibuat dengan kemiringan  $60^{\circ}$  menuju ke atas setelah pada bagian atasnya terdapat perforated (pipa PVC yang di atasnya dilubangi) lalu air yang bersih masuk ke dalam lubang. Tujuan adanya tube settler yakni untuk memperluas permukaan pengendapan. Jumlah Clearator terdiri dari 4 buah bak terbuka dengan debit masing-masing 400 l/detik.

Efluen dari bak Clearator akan masuk ke dalam pipa perforated yang menuju ke pipa efluen yang diteruskan ke bak filtrasi. Tujuan efluen berupa pipa perforated adalah supaya air tersebut benar-benar terbebas dari partikel flokulen. Filter ini berfungsi untuk menyaring air dari Clearator. Flokulen yang tidak dapat diendapkan akan terikat pada pasir penyaring, sehingga air yang keluar dari filter menjadi bersih.

Proses sterilisasi dilakukan setelah air keluar dari filter menuju reservoir melalui pipa untuk membasmi bakteri patogen. Karena syarat mutlak penyediaan air minum adalah bebas dari bakteri patogen. Karena syarat mutlak penyediaan air minum adalah bebas dari bakteri patogen, maka gas klor diinjeksikan sebagai desinfektan. Alat control untuk penginjeksian klor menggunakan comparator klor yang dilakukan pada laboratorium Ngagel I. Setelah ditampung di

reservoir, maka air siap didistribusikan ke konsumen. Untuk pengontrolan distribusi, digunakan alat ukur flowmeter yang bertujuan mengetahui jumlah air yang didistribusikan dan pengecekan pada alat ukur tersebut dilakukan setiap 1-6 jam sekali.

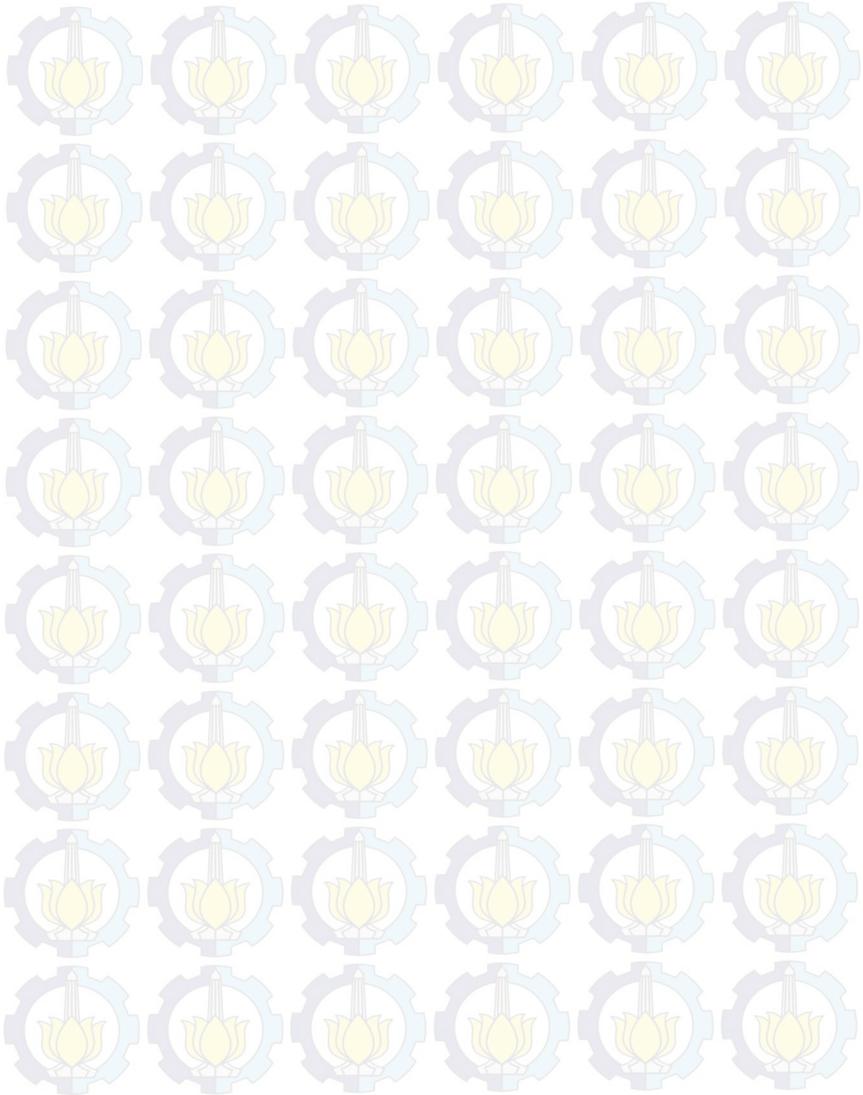
Pada IPAM Ngagel I, dalam memproduksi air secara keseluruhan memerlukan waktu selama kurang 7.5 jam, yaitu mulai dari Intake sampai siap didistribusikan.

### 3.3 Clearator

Dari aerator, air mengalir ke empat Clearator. Bangunan Clearator merupakan modifikasi dari bangunan bak koagulasi/flokulasi sedimentasi dengan menggunakan tube settler. Clearator berbentuk tangki bundar berjumlah 4 buah dengan diameter masing - masing 20.5 m, kedalaman rata - rata 5 m, volume  $1500 \text{ m}^3$  dan waktu tinggal 57 menit (sumber: Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya). Bak Clearator mempunyai kapasitas masing-masing 450 l/det. Tube settler yang dipakai mempunyai panjang 60 cm dengan kemiringan  $60^\circ$  dan lebar 5 cm berbentuk segienam. Bagian tengah tangki digunakan untuk pengadukan lambat dan bagian tepi dilengkapi tube settler sehingga flok yang terbentuk tertahan pada dinding tube settler dan selanjutnya turun mengendap di dasar bak. Pada bak Clearator dibubuhi dengan polielektrolit yang membantu proses koagulasi. Unit modifikasi ini mempunyai beberapa fungsi yaitu tempat bercampurnya air baku dengan koagulan, tempat terjadinya flok-flok, mengendapkan partikel-partikel flokulen akibat proses koagulasi flokulasi. Air baku yang telah mengalami proses pengolahan di Clearator selanjutnya secara gravitasi mengalir ke unit filter. Unit Clearator Ngagel I dapat dilihat pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1 Clearator**



## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1 Umum**

Pada penelitian dilakukan evaluasi efisiensi kinerja unit Clearator di Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya. Data yang digunakan dalam pembahasan meliputi: Data primer berupa Kualitas air baku dan air produksi Instalasi PDAM Ngagel I, Kualitas air minum (Kekeruhan, Zat Organik, pH) pada efluen unit Clearator instalasi PDAM Ngagel I. Data sekunder berupa Kondisi eksisting Instalasi PDAM Ngagel I, Kualitas kekeruhan air efluen Clearator, Volume pembuangan lumpur otomatis Clearator, Kinerja tube settler Clearator, Pemeliharaan Clearator, Analisa kinerja Clearator.

### **4.2 Kerangka Penelitian**

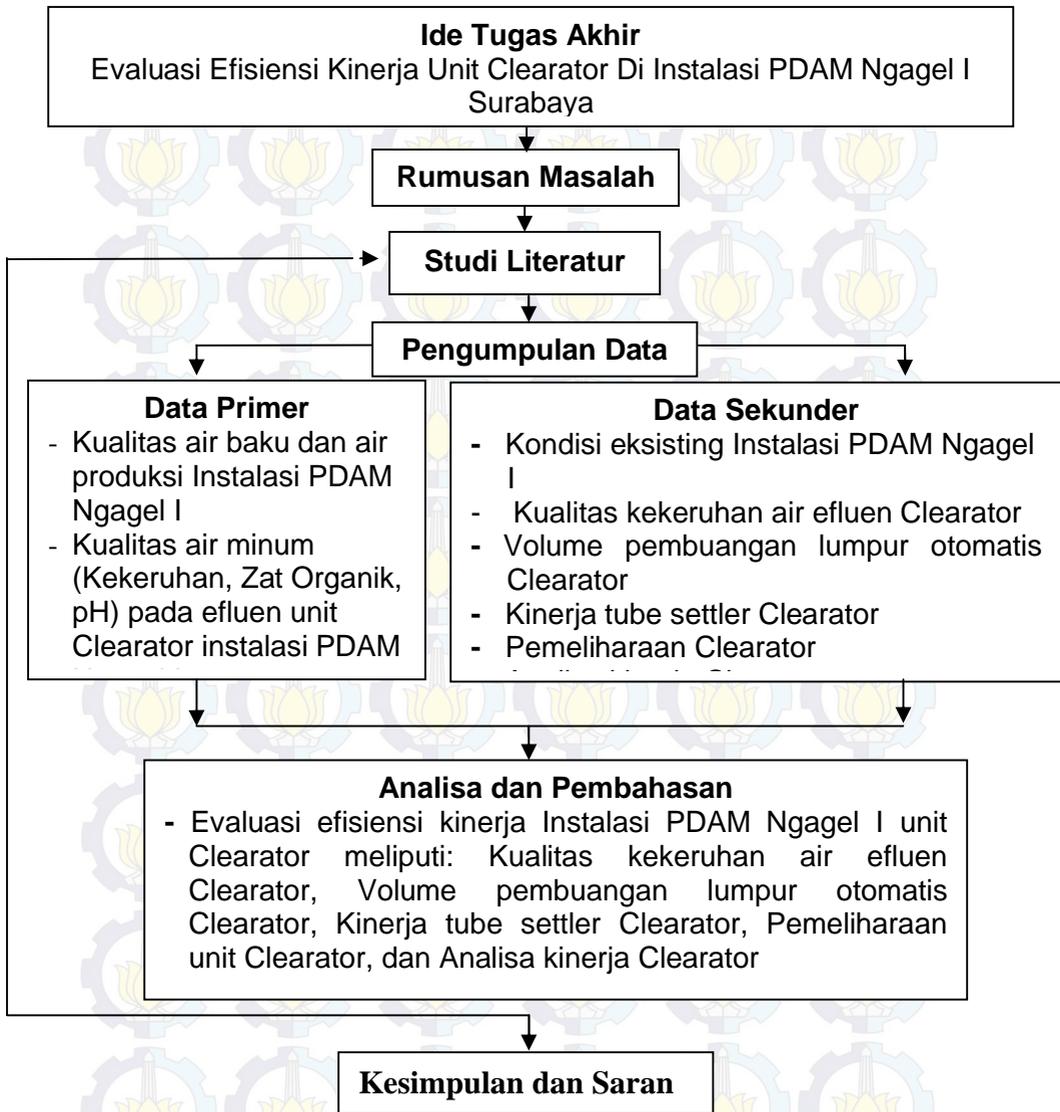
Kerangka penelitian merupakan dasar pemikiran dari seluruh tahapan pelaksanaan Tugas Akhir secara umum yang disusun sedemikian sehingga dapat terlihat urutan kerja yang sistematis dan terencana. Kerangka penelitian disusun dalam bentuk diagram alir untuk memudahkan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.3. Tahapan penelitian merupakan penjabaran urutan langkah-langkah yang akan dilaksanakan selama penelitian. Tahapan ini meliputi ide studi, rumusan masalah, studi literatur, pengumpulan data (yaitu meliputi pengumpulan data dan data sekunder), analisa data dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

### **4.3 Ide Penelitian**

Ide Penelitian Tugas Akhir ini adalah Evaluasi Efisiensi Kinerja Unit Clearator Di Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya

### **4.4 Rumusan Masalah**

Mengevaluasi efisiensi kinerja unit Clearator di Instalasi PDAM Ngagel I sehingga didapatkan point penting yaitu kualitas kekeruhan air efluen Clearator, volume pembuangan lumpur otomatis Clearator, kinerja tube settler Clearator, pemeliharaan unit Clearator, dan analisa kinerja unit Clearator.



Gambar 4.1 Kerangka Penelitian

## 4.5 Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan untuk membantu memahami pokok permasalahan yang terjadi di lapangan, yang akan dikaji. Pengkajian dilakukan dengan membaca dan melakukan prosedur penelitian yang benar dan juga memahami konsep pemecahan permasalahan. Selain itu studi literatur bertujuan untuk membantu mengkaji teori - teori yang terdapat pada lingkup serta memperoleh prosedur.

Sumber studi literatur yang digunakan untuk mengkaji penelitian ini berasal dari:

1. Text book
2. Jurnal
3. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001
5. Laporan penelitian terdahulu

## 4.6 Pengumpulan Data

### 4.6.1 Data Primer

Data primer sangat dibutuhkan untuk keperluan evaluasi kondisi eksisting dan evaluasi kinerja. Adapun data primer yang diperlukan adalah

- Kualitas air baku dan air produksi Instalasi PDAM Ngagel I
- Parameter Kualitas air minum (kekeruhan, Zat Organik, pH) pada efluen unit Clearator Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya

Pengumpulan data primer ini meliputi 3 tahapan yaitu: tahapan perencanaan (persiapan), tahapan pelaksanaan dan tahapan analisa sampel.

#### A. Tahapan Persiapan

Alat dan Bahan:

Pada tahap persiapan ini, disiapkan bahan dan alat yang akan digunakan untuk analisa parameter Kekeruhan, Zat organik, pH.

#### B. Tahapan Pelaksanaan

##### 1. Pelaksana dalam kegiatan ini:

- Pelaksana 1 orang

##### 2. Lokasi Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya

##### 3. Pelaksanaan pengukuran dilakukan selama 1 minggu, pengambilan sampel dilakukan 1 kali.

4. Parameter yang diperiksa adalah Kekeruhan, Zat Organik, pH (pada efluen unit Clearator Instalasi PDAM Ngagel I)
5. Laboratorium pemeriksaan yang digunakan adalah Laboratorium PDAM Ngagel I Surabaya.
6. Pemantauan parameter kekeruhan, zat organik, pH, dilakukan pada efluen Clearator.
7. Pengambilan sampel dilakukan selama bulan Oktober 2014 pada:
  - Efluen Clearator
  - Air Baku dan Air Produksi



**Gambar 4.2 Outlet Clearator**

#### **4.6.2 Tahapan Analisa Sampel**

Melakukan pengambilan sampel pada efluen yang terdapat pada unit Clearator Instalasi PDAM Ngagel I kemudian melakukan analisa Kekeruhan, Zat Organik, pH.

#### **4.7 Data Sekunder**

Pengumpulan dan pengamatan data sekunder yang dilakukan pada intinya berhubungan dengan termasuk data yang dimiliki oleh perusahaan yang disesuaikan dengan kebutuhan dalam penelitian ini, Data - data tersebut meliputi:

- Kondisi eksisting Instalasi PDAM Ngagel I
- Kualitas kekeruhan air efluen Clearator

- Volume pembuangan lumpur otomatis Clearator
- Kinerja tube settler Clearator
- Pemeliharaan Clearator
- Analisa kinerja Clearator

#### **4.8 Analisa dan Pembahasan**

Data yang diperoleh dari hasil pengumpulan data primer dan data sekunder kemudian dianalisis dan dibahas secara keseluruhan kemudian hasilnya dibandingkan dengan kriteria desain pada literatur yang ada di IPAM Ngagel I.

Analisis dan pembahasan dilakukan agar hasil dari proses pengolahan data tersebut dapat dibandingkan dengan konsep - konsep dan teori - teori yang mendasari ruang lingkup penelitian yang diperoleh dari studi literatur, sehingga dapat diaplikasikan di lapangan. Dalam analisis dan pembahasan akan dilakukan hal - hal sebagai berikut:

1. Parameter kinerja unit Clearator PDAM Ngagel I antara lain:

- Efisiensi Removal
- Overflow Rate dan Dimensi Clearator
- Waktu Detensi
- Gradien Kecepatan pada Flokulator
- Bilangan Reynold
- Solid Loading Rate

#### **4.9 Kesimpulan dan Saran**

Setelah melakukan proses dan prosedur yang terdapat pada metodologi penelitian, selanjutnya dapat dilakukan evaluasi sehingga dapat ditentukan suatu kesimpulan yang memuat hasil pembahasan secara keseluruhan.

Saran yang ada dalam penelitian ini meliputi evaluasi efisiensi kinerja unit Clearator IPAM yang bisa digunakan sebagai bahan pertimbangan atau saran bagi penanggung jawab dari Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Ngagel I.

**BAB IV**  
**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**5.1 Analisa Data Primer**

Analisa laboratorium dilaksanakan di Laboratorium IPAM Ngagel I dengan kualitas air baku harian, kualitas produksi harian dan kualitas air efluen harian unit Clearator dapat dilihat pada Tabel 5.1 – 5.3.

**Tabel 5.1 Kualitas Air Baku Harian Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014**

No	Parameter	Satuan	PP 82/2001	Minggu ke-1			
				1	2	3	6
1	Suhu	C	Suhu air normal		25.4	25.00	25.30
2	Kekeruhan	NTU	-		66.4	54.40	786.00
3	Warna	Pt-Co	-		242.7575	229.781	681.525
4	SS	ppm	50		86	75	954
5	pH		6-8.5		7.9	8.000	7.720
6	Alkalinitas	ppm CaCO <sub>3</sub>	-		196.8	203.36	131.20
7	CO <sub>2</sub> Bebas	ppm CO <sub>2</sub>	-		4.37	3.700	2.390
8	DO	ppm O <sub>2</sub>	>4 (min 4)		4.64	4.33	4.38
9	Nitrit	ppm NO <sub>2</sub>	nihil		0.089	0.115	0.095
10	Amonia	ppm NH <sub>3</sub> -N	-		0.5550256	0.577	1.385
11	Tembaga	ppm Cu	0.02		1.6190476	0.222	2.727
12	Phospat	ppm PO <sub>4</sub>	0.2		0.1469296	0.22	2.97
13	Sulfida	ppm H <sub>2</sub> S	0.002		0.1610182	0.38	0.74
14	Besi	ppm Fe	-		0.4685714	0.179	1.187
15	Krom Heksavalen	ppm Cr	0.05		0.1066667	0.015	0.134
16	Mangan	ppm Mn	-		-	-	-

Sumber: Laboratorium PDAM Ngagel I Surabaya

**Tabel 5.2 Kualitas Air Produksi Harian Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014**

No	Parameter	Satuan	Permenkes	Minggu ke-1						
				1	2	3	4	5	6	7
1.	Suhu	°C	suhu udara $\pm$ 3 °C		26.3	26.1			26.40	26.00
2.	Kekeruhan	skala NTU	5	1.12	1.48	1.41	2.95	1.5	2.12	1.95
4.	pH		6.5 - 8.5		7.20	7.30			6.80	6.85
5.	Alkalinitas	mg/lit CaCO <sub>3</sub>	-		164	150.9			98.40	98.40
6.	CO <sub>2</sub> bebas	mg/lit CO <sub>2</sub>	-		20.5	13.72			8.950	8.950
7.	Zat Organik	mg/lit KMnO <sub>4</sub>	10		6.94	7.25			5.39	8.18
9.	Total Coli	JPT/100ml	0		0	-			0	-
10.	Fecal Coli	JPT/100ml	0		0	-			0	-
11.	Klorin bebas	mg/lit Cl <sub>2</sub>		0.45	0.49	0.38	0.25	0.34	0.45	0.39

Minggu ke-2							Minggu ke-3						
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
26.40	26.20	26.00			27.30		25.9	26.1	26.1			25.9	26.0
1.31	1.81	1.11	2.25	1.32	1.56	1.27	1.61	1.8	1.62	1.34	1.26	1.4	2.12
6.80	6.90	7.20			7.30		7.08	7.40	7.30			7.40	7.40
111.52	164.00	144.32			144.32		196.80	190.24	170.56			157.44	196.8
10.14	14.91	18.04			14.91		26.5	12.62	14.91			12.6	12.11
7.25	7.4	8.18			6.32		9.72	6.89	7.19			5.82	6.58
0.00	-	-			0.00		0.000	-	-			0.000	-
0.00	-	-			0.00		0.000	-	-			0.000	-
0.95	0.33	0.18	0.00	0.07	0.41	0.22	0.54	0.38	0.53	0.12	0.25	0.59	2.50

Sumber: Laboratorium PDAM Ngagel I Surabaya

**Tabel 5.3 Kualitas Air Efluen Harian Clearator Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014**

No	Parameter	Satuan	Permenkes	Minggu ke-1						
				1	2	3	4	5	6	7
1	Kekeruhan	skala NTU	5		38.1	65.1			2.93	7.21
2	pH		6.5 - 8.5		7.52	7.52			7.28	7.5
3	Zat Organik	mg/lt KMnO <sub>4</sub>	10		0.29	3.10			2.80	14.70

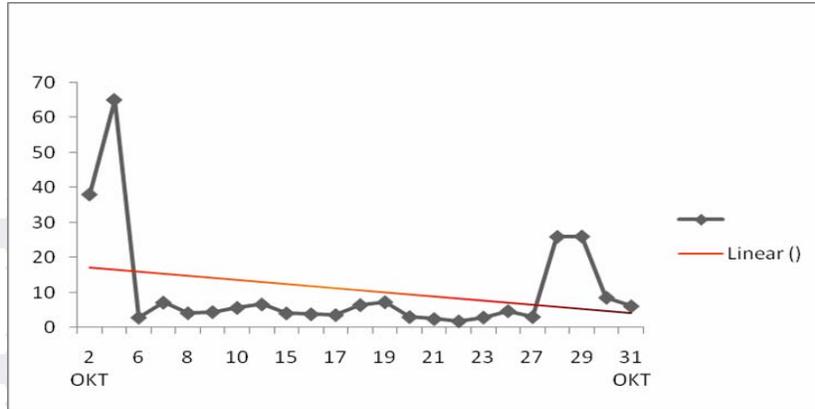
Minggu ke-2							Minggu ke-3						
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4.20	4.51	5.71			6.68		4.1	3.9	3.7	6.5	7.3	3.1	2.5
7.2	7.48	7.43			7.59		7.4	7.5	7.59			7.61	7.65
5.86	4.40	5.71			3.40		4.10	3.50	3.60	3.40	13.20	7.20	2.50

Minggu ke-4							Minggu ke-5		
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.9	3.0	4.8			3.1	26.0	26.10	8.61	6.16
7.5	7.5	7.5			7.5	7.5	7.5	7.51	
5.79	5.85	3.90			8.70		8.20	11.10	

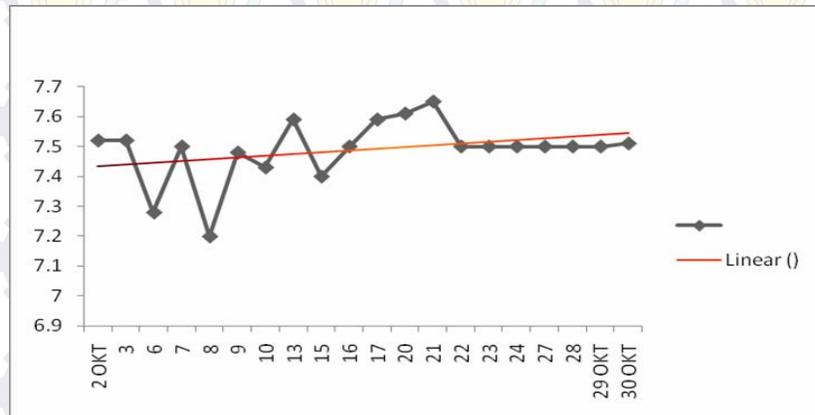
Sumber: Laboratorium PDAM Ngagel I Surabaya

## 5.2 Analisa Data Sekunder

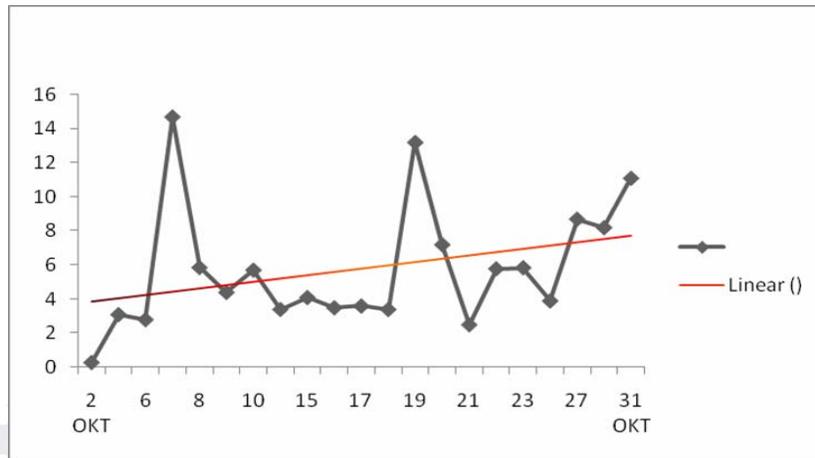
Dari pengolahan data juga didapatkan beberapa grafik yang menunjukkan efisiensi kinerja unit Clearator dalam beberapa parameter yaitu Kekeruhan, pH, Zat Organik. Data terbaru yang berhasil didapatkan adalah bulan Oktober 2014.



Gambar 5.1 Grafik Kekeruhan Clearator



Gambar 5.2 Grafik pH Clearator



**Gambar 5.3 Grafik Zat Organik Clearator**

Dari Gambar 5.1 didapatkan untuk parameter kekeruhan, menunjukkan penurunan kekeruhan dari Clearator. Dari Gambar 5.2 didapatkan untuk parameter pH Clearator ada dalam posisi di atas, menunjukkan air baku pada efluen Clearator dalam kondisi basa, nilai pH dalam kisaran  $>7$ . Dari Gambar 5.3 didapatkan untuk parameter Zat Organik, menunjukkan kenaikan Zat Organik dari Clearator.

### 5.3 Volume Pembuangan Lumpur Otomatis Clearator

Pembuangan lumpur dengan menggunakan pipa sludge drain dengan sistem pembuangan otomatis dengan waktu pembuangan lumpur masing-masing titik selama 1.5 menit dan waktu pergantian pembuangan lumpur dari titik yang satu ke yang lainnya selama 5 menit. Dalam satu unit Clearator jumlah pipa pembuang 16 buah dengan pipa yang berukuran diameter 250 mm sebanyak 4 buah dan pipa yang berukuran 150 mm sebanyak 12 buah. Pembuangan dari flokulasi = 6 l/dt. Pembukaan valve pada pembuangan lumpur dibantu dengan udara dan menggunakan alat pembuka valve yang disebut solenoid. Diharapkan pembuangan lumpur ini tidak menimbulkan bau dan air olahan yang cukup jernih. Bila lumpur ini terlalu banyak akan

menutupi permukaan dan menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme tidak baik.

Oleh karena itu senantiasa perlu diketahui volume lumpur. Untuk mendapatkan proses pengolahan yang baik perlu dipertimbangkan adalah:

1. Perlu ditetapkan kebutuhan udara untuk setiap meter kubik lumpur yang diolah. Untuk itu harus diketahui jumlah power yang dibutuhkan serta kemampuannya untuk mentransfer udara setiap waktu.
2. Perlu ditetapkan waktu penahanan hidrolis yang maksimum dan waktu penahanan lumpur.
3. Kebutuhan udara yang dimasukkan untuk menentukan efektifitas pengolahan

Volume pembuangan lumpur

$$= \frac{(\text{ukuran diameter pipa } 250 + 150) \times (\text{waktu pembuangan lumpur } 1.5 + 5)}$$

$$= \frac{400 \times 6.5}{16} = 162.5 \text{ m}^3 \text{ (satu unit clearator)}$$

Pipa pembuangan lumpur otomatis dapat dilihat pada Gambar 5.4 -

5.6



**Gambar 5.4 Pipa Pembuangan Lumpur**



**Gambar 5.5 Pipa Diameter 150 mm**



**Gambar 5.6 Pipa Diameter 250 mm**

#### **5.4 Kinerja Tube Settler Clearator**

Selain bentuk pelat, pengendap pada unit sedimentasi dapat juga digunakan tube settler dengan ketentuan lebar tube disesuaikan dengan lebar bak pengendap, jarak antar pelat dan kemiringan. Bentuk tube settler yang bisa digunakan segi enam. Tabung pengendap menggunakan beberapa saluran tubular miring pada sudut  $60^\circ$ . Tabung pengendap menangkap flok halus settleable yang lolos zona klarifikasi bawah tabung dan memungkinkan flok yang lebih besar untuk melakukan perjalanan ke dasar tangki dalam bentuk yang lebih settleable. Air masuk ke ruang lumpur yang terletak pada bagian dasar Clearator dilengkapi pipa pembuangan lumpur, keluar melewati saluran kemudian air bergerak ke atas menuju tube settler. Tube settler berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pengendapan dari bangunan Clearator. Untuk memperbaiki kinerja dari bak sedimentasi dapat digunakan tube settler ataupun plate settler. Tube settler tersedia dalam 2 konfigurasi dasar, yaitu horizontal tubes dan steeply inclined. Horizontal tubes dioperasikan dalam sambungan dengan unit filtrasi yang mengikuti unit sedimentasi. Tube-tube

tersebut akan terisi zat padat dan dibersihkan dengan backwash dari filter. Horizontal tubes settlers digunakan pada instalasi dengan kapasitas kecil (3,785 m<sup>3</sup>/hari). Steeply inclined tube settlers membersihkan lumpur secara kontinu melalui pola aliran yang dibuat. Karena kedalaman yang dangkal dari steeply inclined tube settlers dan pembersihan lumpur yang kontinu, ukuran instalasi menjadi tidak terbatas.



**Gambar 5.7 Tube Settler**

### 5.5 Pemeliharaan Kolam Unit Clearator

Pemeliharaan kolam pada unit clearator sangat diperlukan karena hal ini merupakan salah satu faktor penting yang sangat menentukan keberhasilan kinerja unit selanjutnya, adapun prosedur yang dilakukan dalam pemeliharaan yaitu:

- a. Pengelolaan kondisi permukaan kolam  
Perubahan cuaca, volume aliran air minum, temperatur air, dan arah angin bisa menimbulkan kondisi-kondisi yang tidak diinginkan pada permukaan kolam, khususnya pertumbuhan algae, oleh sebab itu solusinya adalah seperti tabel berikut:

**Tabel 5.4 Kondisi Permukaan Kolam**

Kondisi	Masalah Yang Ditimbulkan	Solusi
Pertumbuhan Algae	Bau, Kinerja Kolam Menurun	Bersihkan Lembaran Algae
Lapisan Scum	Bau, Serangga berkembang biak	Bersihkan Lapisan Scum
Lumpur yang naik ke permukaan	Bau	Bersihkan Lapisan Lumpur
Sampah mengambang	Mengganggu outlet	Buang sampah yang mengambang

- b. Pengelolaan Lumpur
- Pada pengoperasian kolam, lumpur akan terkumpul di dasar kolam. Setelah itu proses biologis akan mulai menguraikan lumpur pada kecepatan yang sama dengan kecepatan terkumpulnya di dasar kolam.
- Periksa ketebalan lumpur  
Mengukur ketebalan lumpur di dekat inlet kolam menggunakan tongkat panjang dengan ujung yang diteliti kain berwarna terang sepanjang satu meter.
  - Menguras kolam  
Untuk menguras kolam, lepas sambungan/pipa dari outlet vertikal satu persatu. Ini memungkinkan untuk menurunkan permukaan kolam secara bertahap hingga permukaan lumpur terlihat
  - Memindahkan lumpur  
Biarkan lumpur kering karena sinar matahari. Jika lumpur benar-benar kering, lumpur bisa diambil dengan escavator atau sekop. Lumpur dalam jumlah kecil bisa dibiarkan dalam kolam untuk membantu memulai proses biologis ketika kolam kembali beroperasi.
  - Membuang lumpur  
Buang lumpur kering di tempat penimbunan atau gunakan sebagai pupuk, lebih tepatnya untuk tanaman yang tidak ditujukan untuk manusia..
  - Mengisi kolam  
Ketika kolam kosong, periksa pipa inlet dan outlet, dan saringan. Jika ada kerusakan, perbaiki secepatnya. Jika kolam dihubungkan secara paralel, kolam kedua mungkin perlu dikosongkan dan dibersihkan. Alihkan aliran efluen ke kolam yang kosong dan kolam kedua dikeringkan dan lumpur dipindahkan, alihkan efluen sehingga aliran efluen mengalir sama besar ke kedua kolam.

- c. **Pengelolaan Peralatan**  
Alat untuk mengoperasikan dan memelihara sebuah kolam harus disimpan di gudang di dekat lokasi kolam. Bersihkan semua alat dan simpan dalam kondisi baik.
- d. **Pemeliharaan Rutin**  
Pemeliharaan Rutin yang diperlukan adalah pemeliharaan minimal, walau demikian sangat diperlukan supaya dapat beroperasi dengan baik.
- e. **Pengurasan Lumpur**
- Sesuai dengan nilai desain, berapa lumpur yang akan terkumpul dalam kolam. Lumpur harus dikuras/dikurangi jika sudah mencapai sepertiga dari kapasitas lumpur maksimal.
  - Sludge yang terkumpul sebaiknya diambil dan dibuang dari kolam, sekali setiap tahun.
  - Alat penyedot lumpur hendaknya memadai seperti kompresor udara.
- f. **Pembuangan Lumpur**
- Sludge drying bed dibagi 3 bagian jalur operasi, artinya secara bergantian sludge drying bed akan dioperasikan untuk isi, pengeringan, kurus, dan rawat.
  - Lumpur yang terkumpul di kolam disalurkan ke sludge drying bed lewat sludge discharge unit atau secara manual setahun sekali.
  - Pengisian sludge drying bed harus dilakukan dari kolam ke kolam.
  - Lumpur yang sudah berada dalam drying bed akan terpisah menjadi lapisan atas yang bening dan lapisan bawah yang kental.
  - Setelah itu lumpur dikeringkan dengan sinar matahari selama 2 bulan. Lumpur yang sudah kering bisa dibuang ke tempat pembuangan sludge.
- g. **Kebersihan Lingkungan**
- Menggunakan service water pump untuk memelihara kebersihan unit Clearator
  - Sediakan beberapa titik tempat kran air dengan tekanan pompa service.
  - Sediakan beberapa hose station pada titik tertentu seperti selang, sikat.

- Sebelum mengoperasikan pompa air, siapkan selang untuk area yang dibersihkan, baru kemudian operasikan pompa.
- h. Pemeliharaan Peralatan
- Penting untuk menjalankan tugas pemeliharaan yang layak supaya tercapai fungsi dan kinerja unit Clearator yang baik.
- Inspeksi Harian  
Pemeriksaan harian ditetapkan pada jam yang sama setiap hari untuk melihat apakah ada kelainan pada mesin/peralatan yang sedang bekerja.
  - Inspeksi Periodik  
Dimaksudkan untuk memahami kondisi keausan dan kelapukan pada mesin dan peralatan yang ada, sehingga dapat dilakukan perbaikan dan pengantiannya secara sistematis.
- i. Pemeliharaan Clearator
- Unit Clearator secara keseluruhan dicek dan dicatat semua aktivitas yang dilakukan oleh operator. Untuk memudahkan pemeriksaan pada kegiatan pemeliharaan Clearator, dibuat tabel pencatatan seperti dibawah ini:

Tabel 5.5 Catatan Pemeriksaan Harian

No	Nama Servis	Item Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Pompa angkat	Suara, getaran, panas, dan temperatur bearing		
2	Gate (Pintu air)	Minyak pada bagian berulir pada spindle		
3	Sand pump	Penurunan flow rate akibat penyumbatan		
4	Aerator	Pengukuran Arus Listrik		
5	Service Water Pump	- Suara, getaran, dan panas - Temperatur bearing		
6	Unit Pembuangan Lumpur	- Inlet pompa (tersumbat oleh lumpur sambungan pipa yang longgar) - Sambungan kabel/selang yang longgar		

Keterangan: √ dalam kondisi baik  
X tidak baik/rusak

Tabel 5.6 Catatan Pemeriksaan Mingguan

No	Nama Servis	Item Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Lift Pump	Memeriksa tinggi permukaan minyak pada grease tank dan pengisian kembali minyak pelumas		
2	Aerator	- Minyak pelumas - Kekencangan belt		
3	Service water pump	Minyak pelumas		
4	Unit Pembuangan Lumpur	- Inlet pompa (tersumbat oleh lumpur sambungan pipa yang longgar) - Sambungan kabel/selang yang longgar		

Keterangan: √ dalam kondisi baik  
X tidak baik/rusak

Tabel 5.7 Catatan Pemeriksaan Bulanan

No	Nama Servis	Item Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Lift Pump	Mengencangkan baut yang longgar		
2	Aerator	Kekencangan drive belt		
4	Unit Pembuangan Lumpur	Mengencangkan baut yang longgar		

Keterangan: √ dalam kondisi baik  
X tidak baik/rusak

### 5.6 Analisa Kinerja Clearator

Bangunan Clearator merupakan modifikasi dari bangunan bak koagulasi/flokulasi sedimentasi dengan menggunakan tube settler. Proses flokulasi dapat ditempuh karena air baku telah mengalami proses pengadukan cepat di aerator. Untuk efisiensi pengendapan clearator dilengkapi dengan tube settler. Flokulator dibangun sebagai



settler  $60^\circ$  terhadap horizontal yang mengakibatkan lumpur tidak menumpuk pada flate, akan tetapi jatuh meluncur ke bawah, sehingga flok-flok akan lebih mudah dipisahkan. Selanjutnya air akan melimpah ke gutter dan keluar melalui saluran outlet.

Beberapa parameter kinerja yang dikaji untuk mengetahui efisiensi kinerja Clearator adalah:

1. Efisiensi Removal
2. Overflow Rate dan Dimensi Clearator
3. Waktu Detensi
4. Gradien Kecepatan pada Flokulator
5. Bilangan Reynold
6. Solid Loading Rate

Perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi Removal  
Zat Organik

Data sampling:

Influen = 13.57 ppm  $\text{KMnO}_4$

Effluen = 7.7 ppm  $\text{KMnO}_4$

$$\text{Efisiensi} = \frac{13.57 - 7.7}{13.57} \times 100\% = 43.25\%$$

Kekeruhan

Influen = 3 NTU

Effluen = 2.7 NTU

$$\text{Efisiensi} = \frac{3 - 2.7}{3} \times 100\% = 10\%$$

2. Overflow rate dan dimensi Clearator

- Debit per unit clearator = 437,5 L/detik = 1575  $\text{m}^3/\text{jam}$

- D1 = Diameter Unit Clearator = 20,5 m

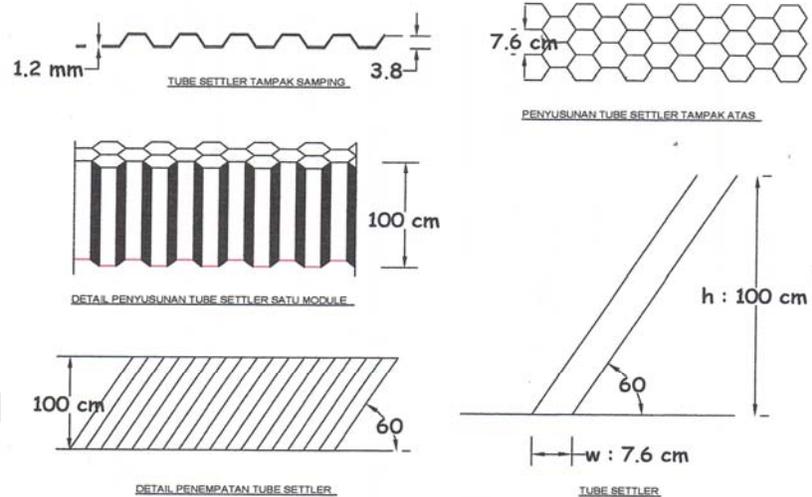
- D2 = Diameter Ruang Flokulasi =  $\pm 5$  m

- Luas Permukaan bak (AP) yang dipenuhi tube settler

- Spesifikasi Tube Settler:

$$h = 1 \text{ m} ; w = 0,076 \text{ m} ; \alpha = 60^\circ$$

(Detail tube settler dapat dilihat pada Gambar 5.9)



**Gambar 5.9 Detail Tube Settler**

- $AP = \frac{1}{4} \times \pi \times (D1^2 - D2^2) = \frac{1}{4} \times \pi \times (20,5^2 - 5^2) = 310,27 \text{ m}^2$
- $So = \frac{Q}{A_{eff}} \times \frac{w}{(h \times \cos \alpha) + w(\cos^2 \alpha)}$   
 $= \frac{0.4375 \text{ m}^3/\text{detik}}{310.27 \text{ m}^2} = \frac{0.076}{(1 \text{ m} \times (\cos 60^\circ) + 0.076 \text{ m} (\cos^2 60^\circ))}$
- $So = 2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{detik} = 17,78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$
- Beban permukaan (OFR) Clarator menggunakan Tube Settler sebesar  $17.78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ . Kriteria desain beban permukaan Clarifier menurut Droste (1997) adalah  $20-70 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$

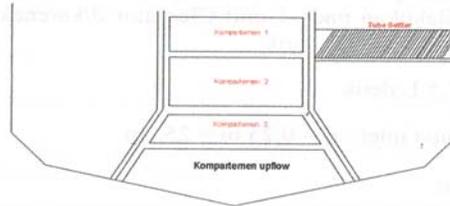
3. Waktu detensi

- Luas permukaan  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$   
 $= 0.25 \times 3.14 \times 20.5^2$   
 $= 329,89 \text{ m}^2$

- Kedalaman efektif = 4 m (kedalaman bak sedimen 5 m karena bentuknya lancip ke bawah maka kedalaman efektif diambil 4 m)
- Volume bak sedimentasi =  $329,89 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m} = 1.319.58 \text{ m}^3$
- Debit per unit Clearator =  $437.5 \text{ l/detik} = 0.437 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Waktu detensi =  $\frac{\text{volume}}{Q}$   
 $= \frac{1.319.58 \text{ m}^3}{0.437 \text{ m}^3/\text{detik}}$   
 $= 3.016.2 \text{ detik}$   
 $= 50.27 \text{ menit}$

Data PDAM menyebutkan td unit Clearator 57 menit,

#### 4. Gradien kecepatan pada Flokulator



**Gambar 5.10 Sketsa Bangunan Kompartemen Clearator**

#### **Kompartemen I**

- Bentuk Bak : tabung
- Diameter atas : 550 cm
- Diameter bawah : 550 cm
- Tinggi kompartemen : 100 cm
- Freeboard : 40 cm
- (Manual Operation & Maintenance Ngagel I Water Treatment Plant, 1996)
- Waktu tinggal : td : 2.42 menit
- Gradien kecepatan : G : 90/detik
- Viskositas Kinematis :  $\nu = \text{pada suhu } 26^{\circ}\text{C} : 0.8774 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$   
(Pengolahan data sekunder didapatkan suhu rata-rata air baku adalah  $26^{\circ}\text{C}$ )

Faktor kontraksi :  $k = 1$  (kehilangan tinggi tekan lubang masuk)  
 Debit masuk adalah 1750 l/detik dibagi ke empat unit Clearator.  
 Didapatkan debit 1 unit Clearator adalah 437.5 l/detik. Evaluasi  
 dilakukan pada 1 unit Clearator dikarenakan spesifikasi 4 unit  
 Clearator adalah sama

Debit : 437.5 l/detik  
 Diameter pipa inlet :  $d = 0.25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$

Perhitungan

A :  $0.25 \times \pi \times d^2 = 0.25 \times 3.14 \times 0.25^2 = 0.049 \text{ m}^2$   
 Vinlet :  $Q/A = 0.4375 \text{ m}^3/\text{detik} : 0.049 \text{ m}^2 = 8.93 \text{ m/detik}$   
 Hf :  $k \cdot V^2/2g = 1(8.93)^2/2 \cdot 9.8 = 4.01 \text{ m}$

Volume kompartemen I  
 $= 0.25 \times 3.14 \times (D \text{ atas}^2 + D \text{ bawah}^2) \times t$   
 $= 0.25 \times 3.14 \times (550^2 + 550^2) \times 100$   
 $= 47.492.500 \text{ cm}^3$

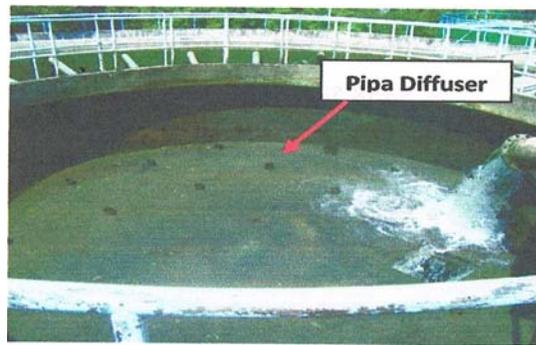
$Td = \frac{\text{volume}}{Q} = \frac{47.492.500 \text{ dm}^3}{437.5 \text{ dm}^3/\text{detik}} = 108.55 \text{ detik} = 1.8 \text{ menit}$

$G = \frac{\sqrt{(g \cdot hf)}}{\sqrt{v \cdot td}} = \frac{\sqrt{(9.8 \text{ m/det}^2 \times 4.01 \text{ m})}}{\sqrt{0.8774 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det} \times 108.55 \text{ det}}}$   
 $= 642.29/\text{detik}$

Pada kompartemen satu terjadi proses transisi aliran, dari flash  
 mix ke slow mix, sehingga nilai G masih tinggi, yaitu terjadi  
 perubahan aliran dari pipa inlet ke plate flokulator pertama.

#### Kompartemen II

Jumlah pipa difusser = 32 lubang  
 Diameter pipa diffuser = 3 inchi (7.62 cm)  
 Panjang diameter pipa diffuser = 3 inchi pipa diffuser = 25 cm  
 (Letak dan bentuk pipa diffuser dapat dilihat pada Gambar 5.11)



**Gambar 5.11 Ruang Flokulasi pada Clearator**

Bentuk bak	= tabung
Diameter atas	= 550 cm
Diameter bawah	= 550 cm
Tinggi bak	= 100 cm
Waktu tinggal	= 2.87 menit = 172.2 detik
Gradien kecepatan	= 60/detik
Viskositas kinematis	= $v = 0.8774 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$
Faktor kontraksi	= $k = 1.5$
Faktor friksi	= $f = 0.01$
Debit	= 437.5 l/detik
Perhitungan	
A diffuser	$= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \sum \text{diffuser}$ $= (0.25 \times 3.14 \times 7.62^2) \text{ cm}^2 \times 32$ $= 1458.58 \text{ cm}^2 = 0.15 \text{ m}^2$ $= \frac{Q}{v}$
	$A \text{ diffuser} = \frac{0.4375 \text{ m}^3/\text{detik}}{0.15 \text{ m}^3}$ $= 2.92 \text{ m/detik}$
Hf	$= k \frac{v^2}{2g} = (0.05 + 0.1) \cdot \frac{(2.92 \text{ m/detik})^2}{2 \cdot 9.8 \text{ m}^2/\text{detik}}$

V diffuser = jumlah lubang x panjang pipa diffuser x luas permukaan diffuser

$$= n.L.0.25.\pi.d^2$$

$$= 32 \times 25 \text{ cm} \times 0.25 \times 3.14 \times 7.62^2$$

$$= 36.464.44 \text{ cm}^3$$

V = Volume Tabung

$$= 0.25 \times 3.14 \times (550^2 + 550^2) \times 100$$

$$= 47.492.500 \text{ cm}^3$$

Td = (V + V diffuser)/Q Clearator = (47.492.500 cm<sup>3</sup> + 36.464.44 cm<sup>3</sup>)/437500 cm<sup>3</sup>/detik

$$= 108.64 \text{ detik}$$

G =  $\sqrt{(g.hf)}$  =  $\sqrt{(9.8 \text{ m/detik}^2 \times 4.5 \times 0.065 \text{ m})}$

$$\sqrt{v.td} = \sqrt{0.8774 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det} \times 108.64 \text{ det}}$$

$$= 81.75/\text{detik}$$

### Kompartemen III

Jumlah pipa diffuser = 39 lubang

Diameter pipa diffuser = 4 inchi (10.16 cm)

Panjang pipa diffuser = 25 cm

Bentuk bak = kerucut terpancung

Diameter atas = 550 cm

Diameter bawah = 650 cm

Tinggi bak = 100 cm

Waktu tinggal (Data PDAM) = 3.43 menit = 205.8 detik

Gradien kecepatan = 30/detik

Viskositas kinematis =  $v = 0.8774 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$

K<sub>lubang masuk</sub> = 0.5

K<sub>lubang keluar</sub> = 0.1

Debit = 437.5 l/detik

Perhitungan

A diffuser =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \sum \text{diffuser}$

$$= (0.25 \times 3.14 \times 10.16^2) \text{ cm}^2 \times 39$$

$$= 3.160.25 \text{ cm}^2 = 0.17 \text{ m}^2$$

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

$$= \frac{0.4375 \text{ m}^3/\text{detik}}{0.32 \text{ m}^2} = 2.57 \text{ m/detik}$$

$$H_f = k v^2/2g = (0.05 + 0.1) \times \frac{(2.57 \text{ m/detik})^2}{2 (9.8 \text{ m}^2/\text{detik})} = 0.05 \text{ m}$$

V diffuser = jumlah lubang x panjang pipa diffuser x luas permukaan diffuser

$$\begin{aligned} &= n.L.0.25.\pi.d^2 \\ &= 39 \times 25 \text{ cm} \times 0.25 \times 3.14 \times 7.62^2 \\ &= 44.441.04 \text{ cm}^3 \\ &= \text{Volume Tabung} \\ &= 0.25 \times 3.14 \times (550^2 + 650^2) \times 100 \\ &= 56.912.500 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

V

$$\begin{aligned} T_d &= (V + V \text{ diffuser}) / Q \text{ Clearator} = (56.912.500 \text{ cm}^3) / 437500 \text{ cm}^3/\text{detik} \\ &= 130.19 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$G = \sqrt{(g.h_f)} = \sqrt{(9.8 \text{ m/detik}^2 \times 0.05 \text{ m})}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{v.t_d} &= \sqrt{0.8774 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det} \times 130.19 \text{ det}} \\ &= 65.49/\text{detik} \end{aligned}$$

Hasil analisa menunjukkan perbedaan nilai td dan G

#### Kompartemen Upflow

Jumlah pipa diffuser	= 52 lubang
Diameter pipa diffuser	= 6 inchi (15.24 cm)
Panjang pipa diffuser	= 25 cm
Bentuk bak	= kerucut terpancung
Diameter atas	= 650 cm
Diameter bawah	= 750 cm
Tinggi bak	= 100 cm
Viskositas kinematis	= $v = 0.8774 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}$
K <sub>lubang masuk</sub>	= 0.5
K <sub>lubang keluar</sub>	= 0.1
Debit	= 437.5 l/detik
Perhitungan A diffuser	= $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \sum \text{diffuser}$

$$52 = (0.25 \times 3.14 \times 15.24^2) \text{ cm}^2 \times$$

$$= 9.706.032 \text{ cm}^2 = 0.97 \text{ m}^2$$

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

$$= \frac{0.97 \text{ m}^3}{0.4375 \text{ m}^3/\text{detik}}$$

$$= \frac{0.97 \text{ m}^3}{0.45 \text{ m/detik}}$$

$$H_f = k \frac{v^2}{2g} = (0.05 + 0.1) \times \frac{(0.45 \text{ m/detik})^2}{2 \times 9.8 \text{ m}^2/\text{detik}} = 1.55 \times 10^{-3} \text{ m}$$

V diffuser = jumlah lubang x panjang pipa diffuser x luas permukaan diffuser

$$= n \cdot L \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= 52 \times 25 \text{ cm} \times 0.25 \times 3.14 \times 15.24^2$$

$$= 237.018.88 \text{ cm}^3$$

$$= \text{Volume Tabung}$$

$$= 0.25 \times 3.14 \times (650^2 + 750^2) \times 100$$

$$= 77.322.500 \text{ cm}^3$$

$$T_d = \frac{(V + \text{Diffuser})}{Q \text{ Clearator}}$$

$$= \frac{(77.322.500 \text{ cm}^3 + 237.018.88 \text{ cm}^3)}{437500 \text{ cm}^3/\text{detik}}$$

$$= 177.28 \text{ detik}$$

$$G = \frac{\sqrt{(g \cdot h_f)}}{\sqrt{v \cdot t_d}} = \frac{\sqrt{(9.8 \text{ m/detik}^2 \times 1.55 \times 10^{-3} \text{ m})}}{\sqrt{0.8774 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det} \times 177.28 \text{ det}}}$$

$$= 9.85/\text{detik}$$

Jumlah keseluruhan waktu detensi dari keempat kompartemen adalah = 108.55 detik + 108.64 detik + 130.19 detik + 177.28 detik = 524.66 detik = 8.74 menit. Umumnya waktu detensi untuk pengadukan lambat adalah maksimal 18 menit (AWWA, 1990). Waktu detensi yang terlalu kecil menyebabkan pembentukan flok tidak maksimal.

Nilai G tiap kompartemen berturut-turut adalah 642.29/detik, 21.5/detik, 16.9/detik, 9.85/detik. Nilai G menurun menuju tempat sedimentasi yang mengalir secara upflow, nilai G yang semakin kecil memungkinkan flok yang telah terbentuk dan membesar tidak terpecah lagi. Kriteria desain G untuk flokulasi adalah 10-100 detik<sup>-1</sup>

(Droste, 1997) nilai G yang tinggi di awal masuk kompartemen dikarenakan merupakan aliran transisi dari pengadukan cepat menuju pengadukan lambat

5. Bilangan Reynold ( $N_{Re}$ )

Untuk mencegah pecahnya flok ketika pengendapan, aliran harus laminer, aliran laminer diindikasikan dengan nilai  $N_{Re} < 2000$  supaya aliran stabil nilai  $N_{Fr} > 10^{-5}$

$$V_h = \frac{Q}{A \text{ tube} \times \sin 60^\circ} = \frac{0.4375 \text{ m}^3/\text{detik}}{310.27 \text{ m}^2 \times 0.87} = 1.62 \cdot 10^{-3} \text{ m/detik}$$

$$R = A/O = 0.12 \text{ m}$$

$$N_{Re} = \frac{V_h \times r}{\nu} = \frac{1.6 \cdot 10^{-3} \text{ m/detik} \times 0.12 \text{ m}}{0.8774 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}} = 218.83$$

6. Solid loading rate

Perhitungan Kekeruhan (Turbidity)

- Sudut kemiringan tube settler =  $60^\circ$
- Debit = 437.5 l/detik
- Luas permukaan (A) = 329.89  $\text{m}^2$
- Kedalaman (h) bak = 5 m
- Kekeruhan sekunder = 12 NTU (salah satu data)

Penyelesaian

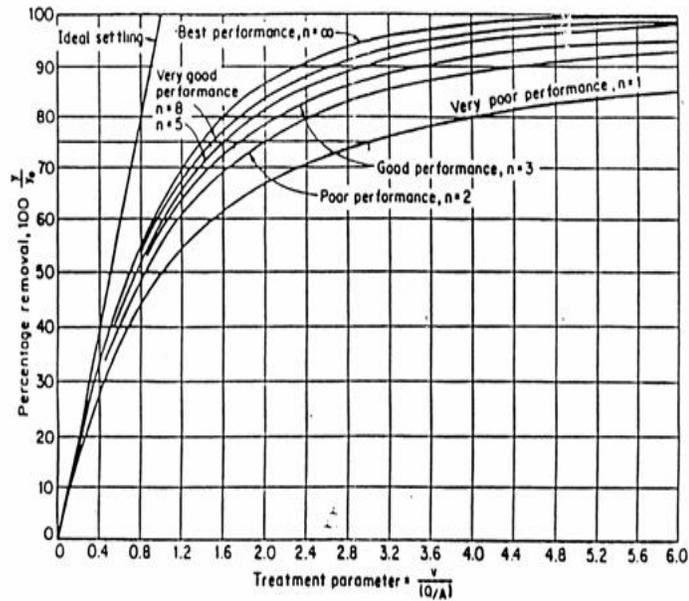
$$\text{- Loading rate } \left( \frac{t}{\text{td}} \right) = \frac{V \text{ settler}}{(Q / A)}$$

$$\text{- } V \text{ settler} = \frac{Vs}{(0.43750 \text{ m}^2/\text{detik}) / 329.89}$$

$$= \frac{Q}{(A \times (\sin \alpha + \ln \cos \alpha))}$$

$$= \frac{0.4375 \text{ m}^3}{(323.89 \times (\sin 60 + \ln \cos 60))}$$

- Loading rate  $= 7.67 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$   
 $= \frac{7.67 \cdot 10^{-3}}{0.4375 / 329.89} = 5.78$



**Gambar 5.12 Performance curves for settling basin of varying effectiveness**

- Dari grafik performance  $n = 0$ , untuk loading rate = 5.78 didapatkan % R = 99.6%
- Untuk kekeruhan 12 NTU, dengan sedimentasi dapat turun hingga 1.82 NTU < 5 NTU (OK)

**Tabel 5.8 Hasil Evaluasi Efisiensi Kinerja Clearator Instalasi Eksisting**

Unit Bangunan	Parameter Kinerja	Hasil Perhitungan	Kriteria Desain	Sumber	KD PDAM	% Removal Kekeruhan	Keterangan
Clearator	Overflowrate	17.78 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	24-550 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	(Droste, 1997)		10%	Belum Memenuhi
	Waktu Detensi	50.27 menit	15-45 menit	(Droste, 1997)	57 menit		Belum Memenuhi
	Gradien Kecepatan Flokulator	642.49/detik 81.75/detik 65.49/detik 9.85/detik	10-100/detik	(Droste, 1997)	90/detik 60/detik 30/detik		Belum Mnhi Memenuhi Memenuhi Memenuhi
	Bil. Reynold	Nre = 218.83	Nre = <200	(Reynold, 1996)			Belum Memenuhi
	Solid Loading Rate	5.78 m/jam	1.25-3.7 m/jam	(AWWA, 1998)			Belum Memenuhi

**Tabel 5.9 Hasil Evaluasi Efisiensi Kinerja Clearator Instalasi Eksisting**

<b>Unit Bangunan</b>	<b>Parameter Kinerja</b>	<b>Hasil Perhitungan</b>	<b>Kriteria Desain</b>	<b>Sumber</b>	<b>Keterangan</b>
Clearator	Overflowrate	17.78 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	24-550 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	(Geyers, 1971)	Tidak Memenuhi
	Waktu Detensi	50.27 menit	25-65 menit	(Geyers, 1971)	Memenuhi
	Gradien	642.49/detik	10-100/detik	(Geyers, 1971)	Tidak Mnhi
	Kecepatan	81.75/detik			Memenuhi
	Flokulator	65.49/detik			Memenuhi
		9.85/detik			Memenuhi
	Bil. Reynold	Nre = 218.83	Nre = <230	(Geyers, 1971)	Memenuhi
	Solid Loading Rate	5.78 m/jam	1.25-3.7 m/jam	(Geyers, 1971)	Tidak Memenuhi

**Tabel 5.10 Hasil Evaluasi Efisiensi Kinerja Clearator Instalasi Eksisting**

Unit Bangunan	Parameter Kinerja	Hasil Perhitungan	Kriteria Desain	Sumber	Keterangan
Clearator	Overflowrate	17.78 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	15-450 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	(Kawamura, 1991)	Memenuhi
	Waktu Detensi	50.27 menit	15-45 menit	(Kawamura, 1991)	Tidak Memenuhi
	Gradien Kecepatan Flokulator	642.49/detik 81.75/detik 65.49/detik 9.85/detik	20-200/detik	(Kawamura, 1991)	Tidak Mnhi Memenuhi Memenuhi Memenuhi
	Bil. Reynold	Nre = 218.83	Nre = <200	(Kawamura, 1991)	Tidak Memenuhi
	Solid Loading Rate	5.78 m/jam	3.25-6.7 m/jam	(Kawamura, 1991)	Memenuhi

**Tabel 5.11 Hasil Evaluasi Efisiensi Kinerja Clearator Instalasi Eksisting**

<b>Unit Bangunan</b>	<b>Parameter Kinerja</b>	<b>Hasil Perhitungan</b>	<b>Kriteria Desain</b>	<b>Sumber</b>	<b>Keterangan</b>
Clearator	Overflowrate	17.78 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	22-530 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	(Heizman, 1971)	Tidak Memenuhi
	Waktu Detensi	50.27 menit	25-65 menit	(Heizman, 1971)	Memenuhi
	Gradien Kecepatan Flokulator	642.49/detik 81.75/detik 65.49/detik 9.85/detik	30-300/detik	(Heizman, 1971)	Tidak Mnhi Memenuhi Memenuhi Memenuhi
	Bil. Reynold	Nre = 218.83	Nre = <240	(Heizman, 1971)	Memenuhi
	Solid Loading Rate	5.78 m/jam	1.25-3.7 m/jam	(Heizman, 1971)	Tidak Memenuhi

**Pembahasan tabel 5.8 hasil evaluasi efisiensi kinerja**  
**(Sumber: Droste, 1997)**

Pada unit Clearator parameter kinerja OFR (Over Flow Rate) belum memenuhi kriteria desain yaitu  $17.78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ , kinerja waktu detensi juga belum memenuhi kriteria desain yaitu 50.27 menit, gradien kecepatan flokulator pada kompartemen I belum memenuhi kriteria desain yaitu 642.49 l/detik, sedangkan pada kompartemen II, III, kompartemen upflow memenuhi kriteria desain yaitu 81.75/detik, 65.49 l/detik, dan 9.85/detik, pada bilangan reynold belum memenuhi kriteria desain yaitu  $N_{re} = 218.83$ , pada solid loading rate juga belum memenuhi kriteria desain yaitu 5.78 m/jam

**Pembahasan tabel 5.9 hasil evaluasi efisiensi kinerja**  
**(Sumber: Geyers, 1971)**

Pada unit Clearator parameter kinerja OFR (Over Flow Rate) belum memenuhi kriteria desain yaitu  $17.78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ , kinerja waktu detensi memenuhi kriteria desain yaitu 50.27 menit, gradien kecepatan flokulator pada kompartemen I belum memenuhi kriteria desain yaitu 642.49 l/detik, sedangkan pada kompartemen II, III, kompartemen upflow memenuhi kriteria desain yaitu 81.75/detik, 65.49 l/detik, dan 9.85/detik, pada bilangan reynold memenuhi kriteria desain yaitu  $N_{re} = 218.83$ , pada solid loading rate juga belum memenuhi kriteria desain yaitu 5.78 m/jam

**Pembahasan tabel 6.9 hasil evaluasi efisiensi kinerja**  
**(Sumber: Kawamura, 1991)**

Pada unit Clearator parameter kinerja OFR (Over Flow Rate) memenuhi kriteria desain yaitu  $17.78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ , kinerja waktu detensi belum memenuhi kriteria desain yaitu 50.27 menit, gradien kecepatan flokulator pada kompartemen I belum memenuhi kriteria desain yaitu 642.49 l/detik, sedangkan pada kompartemen II, III, kompartemen upflow memenuhi kriteria desain yaitu 81.75/detik, 65.49 l/detik, dan 9.85/detik, pada bilangan reynold belum memenuhi kriteria desain yaitu  $N_{re} = 218.83$ , pada solid loading rate memenuhi kriteria desain yaitu 5.78 m/jam

## **Pembahasan tabel 6.9 hasil evaluasi efisiensi kinerja (Sumber: Heizman, 1971)**

Pada unit Clearator parameter kinerja OFR (Over Flow Rate) belum memenuhi kriteria desain yaitu  $17.78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ , kinerja waktu detensi memenuhi kriteria desain yaitu 50.27 menit, gradien kecepatan flokulator pada kompartemen I belum memenuhi kriteria desain yaitu 642.49 l/detik, sedangkan pada kompartemen II, III, kompartemen upflow memenuhi kriteria desain yaitu 81.75/detik, 65.49 l/detik, dan 9.85/detik, pada bilangan reynold memenuhi kriteria desain yaitu  $N_{re} = 218.83$ , pada solid loading rate belum memenuhi kriteria desain yaitu 5.78 m/jam

### **5.8 Pengkajian Evaluasi Efisiensi Kinerja**

Hasil evaluasi efisiensi kinerja unit Clearator menghasilkan beberapa kesimpulan. sehingga diharapkan dapat mengoptimasi efisiensi kinerja Clearator.

#### **5.8.1 Identifikasi Permasalahan**

Berdasarkan Tabel 2.8 Hasil evaluasi efisiensi kinerja Clearator Instalasi eksisting yang diperoleh dari perhitungan sesuai dengan pengamatan lapangan, maka diperoleh beberapa kesimpulan:

##### **1. Clearator**

Pada unit Clearator terjadi pengadukan lambat. Jenis pengadukan lambat pada Clearator adalah jenis pengadukan hidrolis memanfaatkan plate berlubang. Plate berlubang berfungsi memecah aliran untuk menciptakan efek pengadukan. Pada pengadukan lambat energi hidrolis yang diharapkan cukup kecil dengan tujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong kontak antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya gabungan flok yang telah terbentuk. Penggabungan inti gumpalan sangat tergantung pada gradien kecepatan menurun menuju tempat sedimentasi yang mengalir secara upflow. Nilai G yang semakin kecil memungkinkan flok yang telah terbentuk dan membesar tidak terpecah lagi dan

berkesempatan bergabung dengan yang lain membentuk flok yang lebih besar. Pada kompartemen I nilai  $G > 100$ , dikarenakan terjadi aliran transisi yang terjadi dari pengadukan cepat menuju pengadukan lambat. Secara keseluruhan nilai  $G$  tiap kompartemen sudah memenuhi perencanaan PDAM maupun kriteria desain.

Teori bak pengendapan ideal memberikan pendekatan paling rasional untuk mendesain dan menjabarkan bahwa parameter desain terpenting dalam bak pengendapan adalah overflowrate atau desain kecepatan pengendapan, waktu detensi, dan luas permukaan. (Reynold, 1996)

Hasil perhitungan menunjukkan nilai overflowrate relatif kecil sesuai rumusan  $OFR = Q/A$ , berarti bak makin luas, efisiensi pemisahan kekeruhan makin tinggi. Data primer menunjukkan efluen Clearator mempunyai kekeruhan 2.7 NTU, yaitu memenuhi tingkat kekeruhan terendah sesuai Kepmenkes ( $<5$ NTU). Clearator memenuhi parameter kinerja overflowrate.

Waktu detensi hasil perhitungan adalah 3.3 jam. Nilai ini melebihi kriteria desain teoritis. Semakin tinggi nilai waktu tinggal air baku dalam Clearator semakim baik karena proses pengendapan flok berlangsung lebih lama. Sehingga dapat disimpulkan Clearator memenuhi parameter kinerja waktu detensi.

Nilai bilangan Reynold 222.68 mengindikasikan aliran dalam Clearator adalah aliran laminar, sehingga pengendapan dapat terjadi optimal.

Dari Grafik performance  $n = 0$ , untuk loading rate = 5.78 didapatkan %  $R = 99.6$ . Dari data primer didapatkan kekeruhan efluen Clearator adalah  $<5$  NTU yaitu 2.7 NTU, ini menunjukkan untuk parameter kinerja solid loading rate, Clearator telah berfungsi dengan baik.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Hasil evaluasi efisiensi kinerja unit Clearator menghasilkan evaluasi sebagai berikut:

1. Pada unit Clearator parameter kinerja OFR (Over Flow Rate) belum memenuhi kriteria desain yaitu  $17.78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ ,
2. Kinerja waktu detensi juga belum memenuhi kriteria desain yaitu 50.27 menit,
3. Gradien kecepatan flokulator pada kompartemen I belum memenuhi kriteria desain yaitu  $642.49 \text{ l/detik}$ ,
4. Kompartemen II, III, kompartemen upflow memenuhi kriteria desain yaitu  $81.75/\text{detik}$ ,  $65.49 \text{ l/detik}$ , dan  $9.85/\text{detik}$ , pada bilangan reynold belum memenuhi kriteria desain yaitu  $N_{re}=218.83$ , pada solid loading rate juga belum memenuhi kriteria desain yaitu  $5.78 \text{ m/jam}$

#### **6.2 Saran**

1. Untuk evaluasi kinerja Clearator maka hasil penelitian dapat digunakan sebagai data dasar. Perhitungan disesuaikan dengan kapasitas dan debit serta kondisi lapangan pada unit Clearator.
2. Perlu diberi atap pada unit Clearator karena tumbuhan algae banyak yang tumbuh sehingga mempengaruhi proses klarifikasi
3. Mengoperasikan kembali sistem pengurasan lumpur otomatis

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.

AWWA & ASCE.1969 **Water Treatment Plant Design**. Denver : American Water Work Association inc.

Degremont.1979. **Water Treatment Plant Handbook sixth edition**. France : Lavoiser Publishing.

Droste RL, 1997. **Theory And Practice Of Water And Wastewater Treatment**. John Wiley & Sons, Inc. New York USA.

Fair, Geyer, Yc Okun DA. 1971. **Water and Wastewater Engineering, Vol. II**. John Wiley and Sons.

Kawamura, S. (1991) **Integrated Design of Water Treatment Facilities**. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Masduki, A, dan Slamet, A. 2002. **Satuan Operasi**. Teknik Lingkungan. FTSP-ITS. Surabaya

Schultz, Christopher R & Daniel A Okum. 1984. **Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries**. New York, USA : John Willey & Sons Inc.

Reynolds, Tom D & Paul A Richards. 1995. **Unit Operations and Processes in Enviromental Engineering**. Boston, USA : International Thomson Publishing.

## LAMPIRAN I

### PROSEDUR ANALISA KEKERUHAN

Bahan dan Alat:

1. Turbidimeter Merk Hellige
2. Turbidimeter
3. Spektrometer

Prosedur Percobaan:

a. Turbidimeter Hellige

1. Masukkan sampel air kedalam tabung kaca Turbidimeter Hellige
2. Bandingkan standar kekeruhan yaitu suspensi silica ( $\text{SiO}_2$ ) dengan sampel yang akan diperiksa kekeruhannya
3. Pada alat Turbidimeter Hellige, untuk pengukuran yang disesuaikan dengan urutan pekerjaan dari air paling jernih sampai paling keruh
4. Bila pengukuran menunjukkan skala pembacaan yang lebih besar daripada kurva kita gunakan maka pengukuran beralih kepada kurva selanjutnya.
5. Bila kurva terakhir memberikan skala pembacaan melebihi 65 berarti kekeruhan sampel lebih besar dari 147 mg  $\text{SiO}_2$ , maka untuk pengukuran sampel tersebut perlu diencerkan terlebih dahulu

b. Turbidimeter

1. Nyalakan power kemudian masukkan blanko dan set alat tersebut pada zero (0)
2. Masukkan sampel air ke dalam tabung dan masukkan tabung ke dalam alat Turbidimeter
3. Catat angka yang dihasilkan.

c. Spektrometer

1. Persiapkan larutan standar dengan cara berikut:  
Larutan standar kekeruhan 400 – NTU
  - Reagen 1: larutkan 1gr hydrazine sulfat ( $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dalam 100 ml aquadest
  - Reagen 2: larutkan 10 gr hexamethylenetetramine ( $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ ) dalam 100 ml aquadest
  - 10 ml reagen 1 + 10 ml reagen 2 = 400 – NTU
2. Buat kekeruhan buatan dari larutan standar tersebut dengan konsentrasi 0.5 ppm – 15 ppm, minimal konsentrasi yang berbeda.
3. Baca pada Spektrometer dengan panjang gelombang optimum (415 nm) dengan aquadest sebagai blanko
4. Catat absorbansi yang dihasilkan
5. Bandingkan hasil pembacaan sampel dengan hasil kurva kalibrasi tersebut.

## LAMPIRAN II

### PROSEDUR ANALISA PV (PERMANGANAT VALUE)

1. Alat dan Bahan
  - a. Larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 4 N yang bebas organik
  - b. Larutan asam oksalat 0.1 N
  - c. Larutan Kalsium Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ )
  - d. Pemanas listrik
  - e. Buret 25 ml atau 50 ml
  - f. Erlenmeyer 250 ml 1 buah
  - g. Gelas ukur 100 ml
  - h. Pipet 10 ml. 1 ml
  
2. Prosedur Percobaan
  - a. Tuangkan sampel air sebanyak 100 ml dengan gelas ukur.
  - b. Tambahkan 2.5 ml asam sulfat 4 N bebas organik
  - c. Tambahkan beberapa tetes larutan Kalium Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) 0.01 N hingga terjadi warna merah muda
  - d. Panaskan hingga mendidih selama 1 menit
  - e. Tambahkan 10 ml larutan Kalium Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) 0.01 N
  - f. Panaskan hingga mendidih selama 10 menit
  - g. Tambahkan 1 ml larutan asam oksalat 0.1 N dan tunggu sampai air menjadi jernih
  - h. Titrasi dengan Kalium Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) 0.01 N sampai timbul warna merah muda
  - i. Hitung nilai Kalium Permanganat dengan rumus berikut:

$$\text{KMnO}_4 \text{ (mg/l)} = \frac{1000}{\text{volume sampel}} (10+a) \times N - (1 \times 0.1) \times 31.6 \times P$$

Dimana:

a = volume titrasi larutan Kalium Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ )

N = normalitas larutan Kalium Permanganat

P = pengenceran

## LAMPIRAN III

### KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 907/MENKES/SK/VII/2002

#### TENTANG

#### SYARAT-SYARAT DAN PENGAWASAN KUALITAS AIR MINUM

#### MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang :

- a. Bahwa dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilaksanakan berbagai upaya kesehatan termasuk pengawasan kualitas air minum yang di konsumsi oleh masyarakat;
- b. Bahwa agar air minum yang di konsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu menetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum;
- c. Bahwa sehubungan dengan huruf a dan b tersebut diatas, perlu ditetapkan Keputusan Menteri Kesehatan tentang Syarat - syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum;

Mengingat :

1. Undang - Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3273);
2. Undang - Undang Nomor 4 Tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3469);
3. Undang - Undang Nomor 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 100, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3495);
4. Undang - Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3821);

5. Undang - Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 1982 Tentang Tata Pengaturan Air (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 37, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3225);
7. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
8. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Pemerintah Propinsi sebagai Daerah Otonom (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952);
9. Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2001 tentang Pembinaan dan Pengawasan Atas Penyelenggaraan Pemerintah Daerah (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara 4190)
10. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Pencemaran Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4161 );
11. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1277/Menkes/SK/XI/2001 tentang Organisasi dan Tata Kerja Departemen Kesehatan;

## MEMUTUSKAN :

Menetapkan : **KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA TENTANG SYARAT-SYARAT DAN PENGAWASAN KUALITAS AIR MINUM.**

### **BAB I KETENTUAN UMUM**

#### **Pasal 1**

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Air Minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di minum.
2. Sampel Air adalah air yang diambil sebagai contoh yang digunakan untuk keperluan pemeriksaan laboratorium.
3. Pengelola Penyediaan Air Minum adalah Badan Usaha yang mengelola air minum untuk keperluan masyarakat.
4. Dinas Kesehatan adalah Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota.

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sumenep Madura, pada tanggal 19 November 1988, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Pertiwi Surabaya, SDN Klampis Ngasem 1 Surabaya, SLTP Negeri 30 Surabaya, dan SMA Muhammadiyah 2 Surabaya. Setelah lulus dari SMA Muhammadiyah 2 Surabaya, penulis mengikuti Seleksi Program Penelusuran Minat dan Kemampuan (PMDK) Mandiri dan diterima

di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya pada tahun 2007 dan terdaftar dengan NRP 3307100046.

Di Institut Teknologi Sepuluh Nopember penulis sempat aktif di KPU (Komisi Pemilihan Umum) Badan Eksekutif Lembaga Mahasiswa FTSP ITS, FSI Al-Kaun Teknik Lingkungan, Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL).