



EVALUASI EFISIENSI KINERJA UNIT CLEARATOR DI INSTALASI PDAM NGAGEL I SURABAYA

PERFORMANCE EFFICIENCY EVALUATION UNIT INSTALLATION CLEARATOR IN PDAM NGAGEL I SURABAYA

Anjar P, RB Rakhmat¹ dan Karnaningroem, Nieke²

*1) Teknik Lingkungan
ITS*

e-mail: nieke@enviro.its.ac.id

2) Teknik Lingkungan

ABSTRAK

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 kotoran 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 m³/m²/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, Kekeuhan

ABSTRACT

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 m³/m²/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 $N_{RE} = 218.83$, on solid loading rate is also not meet the design criteria that is 5.78 m/h.

Keywords: PDAM Ngagel I, Design Criteria, Turbidity

PENDAHULUAN

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 fisis pembentukan flok-flok kecil sebagai wujud dari reaksi kimia antara ion negatif kotoran pada air baku dan ion-ion positif bahan kimia yang dibubuhkan, 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 buruk atau pencemaran. maka diperlukan penghilangan kekeruhan, pH, dan zat organik dengan proses pemisahan lumpur yaitu proses sedimentasi. Proses sedimentasi dipengaruhi oleh, waktu tinggal lumpur, waktu tinggal, konsentrasi biomassa, pembebanan organik, laju pembuangan lumpur, dan karakteristik pengendapan.

Tujuan Penulisan

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 Clearator, dan Analisa kinerja Clearator.

Studi Literatur

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

METODE

Pada penelitian ini akan 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. Data data tersebut diperlukan untuk evaluasi efisiensi kinerja untuk kemudian bisa dilakukan pembahasan.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data Primer

Analisa laboratorium dilaksanakan di Laboratorium IPAM Ngagel I, parameter yang dianalisa yaitu Kekeruhan, pH, Zat Organik. Sampling dilakukan pada unit Clearator di Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya. Hasil analisa Kekeruhan, pH, Zat Organik dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 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/lit KMnO ₄	10		0.29	3.10			2.80	14.70

Minggu ke-2						
8	9	10	11	12	13	14
4.20	4.51	5.71			6.68	
7.2	7.48	7.43			7.59	
5.86	4.40	5.71			3.40	

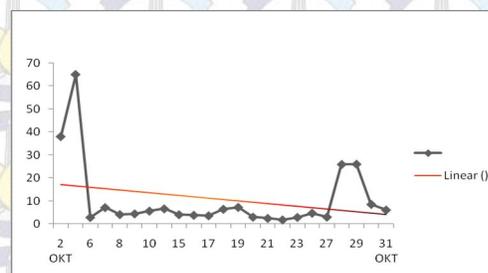
Minggu ke-3						
15	16	17	18	19	20	21
4.1	3.9	3.7	6.5	7.3	3.1	2.5
7.4	7.5	7.59			7.61	7.65
4.10	3.50	3.60	3.40	13.20	7.20	2.50

Minggu ke-4						
22	23	24	25	26	27	28
1.9	3.0	4.8			3.1	26.0
7.5	7.5	7.5			7.5	7.5
5.79	5.85	3.90			8.70	

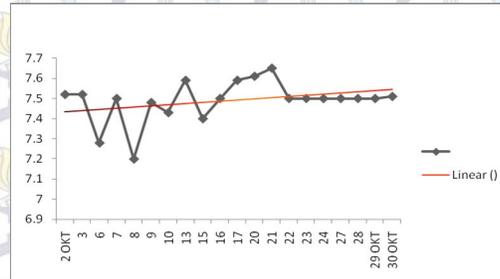
Minggu ke-5		
29	30	31
26.10	8.61	6.16
7.5	7.51	
	8.20	11.10

Analisa Data Sekunder

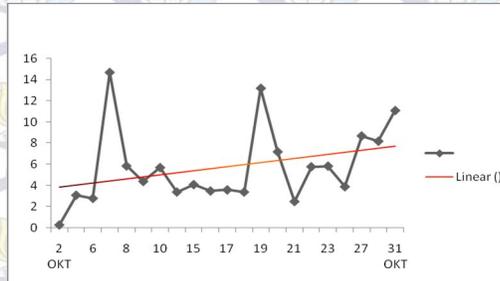
Dari pengolahan data juga didapatkan beberapa Grafik yang menunjukkan efisiensi kinerja unit Clearator dalam beberapa parameter yaitu Kekeruhan, pH, Zat Organik. Data terbaru yang berhasil didapatkan adalah bulan Oktober 2014.



Grafik Kekeruhan Clearator



Grafik pH Clearator



Grafik Zat Organik Clearator

Dari Grafik didapatkan untuk parameter kekeruhan, menunjukkan penurunan kekeruhan dari Clearator. Dari Grafik 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 Grafik didapatkan untuk parameter Zat Organik, menunjukkan kenaikan Zat Organik dari Clearator.

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

$$= \frac{(\text{ukuran diameter pipa } 250 + 150) \times (\text{waktu pembuangan lumpur } 1.5 + 5)}{\text{jumlah pipa pembuangan lumpur satu unit clearator}}$$
$$= \frac{400 \times 6.5}{16} = 162.5 \text{ m}^3 \text{ (satu unit clearator)}$$



Pipa pembuangan lumpur otomatis dapat dilihat pada Gambar



Gambar Pipa Pembuangan Lumpur



Gambar Pipa Diameter 150 mm



Gambar Pipa Diameter 250 mm

Kinerja Tube Settler Clearator

Bentuk tube settler yang bisa digunakan segi enam. Tabung pengendap menggunakan beberapa saluran tubular miring pada sudut 60° . 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 ($3,785 \text{ m}^3/\text{hari}$). 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 Tube Settler



Pemeliharaan Unit Clearator

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.

- Memeriksa 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

KESIMPULAN DAN SARAN

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 l/detik,
4. 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

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

- Masduki, A, dan Slamet, A. 2002. *Satuan Operasi*. Teknik Lingkungan. FTSP-ITS. Surabaya
- Reynolds, Tom D & Paul A Richards. 1995. *Unit Operations and Processes in Enviromental Engineering*. Boston, USA : International Thomson Publishing.