

# **EVALUASI UNIT PENGOLAHAN AIR MINUM INSTALASI PDAM RAWA LUMBU 4, BEKASI**

## **EVALUATION ON RAWA LUMBU WATER TREATMENT PLANT UNIT 4, BEKASI**

**Djoko M. Hartono<sup>1)</sup>, Irma Gusniani<sup>1)</sup>, Gabriel A. Kristanto<sup>1)</sup>, dan Rachmadi J. Subekti<sup>2)</sup>**

**<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Indonesia**

**<sup>2)</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

**<sup>1)</sup>e-mail: djokomh@eng.ui.ac.id atau djokomhs@yahoo.com**

### **Abstract**

Public water supply company (PDAM) Rawa Lumbu is a water treatment plant which serves the needs of drinking water in Bekasi with a total production capacity of 260 L/sec. This total production capacity is divided into three smaller units. One of those is steel plate installation with a capacity of 2×100 L/sec, which was built in 2005. As one of drinking water provider, PDAM Rawa Lumbu is demanded to be able to provide safe drinking water that meets national water regulation PERMENKES 907/MENKES/SK/VII/2002. Method of evaluation consisted of 2 step activities. The first step was primary and secondary data collection, site/field observation and discussion with PDAM Rawa Lumbu management for determining existing condition and evaluation stages. The second step was evaluation on treatment plant efficiency in reducing raw water pollutants. Evaluation on the water treatment plant efficiency in reducing water impurities showed that Rawa Lumbu water treatment plant had a good turbidity removal efficiency of 97-99%. Besides, evaluation on unit process dimension with a current flow rate of 68 L/sec and designed flow rate of 100 L/sec, showed that it still had a good performance. However, it performed an actual maximum flow rate of 91 L/sec. The current reservoir can only accommodate a maximum flow rate of 106.41 L/sec.

Keywords: efficiency, production, treatment plant, water supply.

### **1. PENDAHULUAN**

Ketersediaan air minum dalam kuantitas dan kualitas yang baik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang paling penting dan memiliki pengaruh yang besar terhadap perkembangan suatu daerah atau kota. Ketersediaan air sangat erat kaitannya dengan aktivitas manusia seperti konsumsi rumah tangga (*domestic use*). Ketersediaan air juga sangat erat kaitannya dengan kegiatan-kegiatan non domestik seperti perdagangan, industri, perkantoran, pendidikan, kesehatan, dan lainnya.

Penyediaan air minum kota Bekasi dilayani oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kotamadya Bekasi yang memiliki 8 buah

instalasi pengolahan air. Salah satunya adalah instalasi Rawa Lumbu dengan kapasitas produksi total 260 L/detik. Instalasi cabang Rawa Lumbu memiliki tiga buah instalasi pengolahan, yaitu dua instalasi beton dengan kapasitas 40 L/detik dan 20 L/detik serta satu instalasi pelat baja dengan kapasitas 2×100 L/detik yang dibangun pada tahun 2005. Sebagai salah satu penyedia air minum, PDAM Rawa Lumbu dituntut untuk dapat menyediakan air minum yang memenuhi syarat baku mutu air minum. Dalam memenuhi syarat baku mutu air minum tersebut sebuah instalasi pengolahan harus memiliki efisiensi yang baik dalam mengolah berbagai parameter dalam air baku sesuai dengan debit pengolahan yang diterapkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi

terhadap kinerja instalasi pengolahan air minum tersebut. Setelah berjalan selama ini.

Tujuan dari sistem pengolahan air minum, yaitu mengolah air baku menjadi air minum yang memenuhi standar kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Tingkat pengolahan air minum ini tergantung pada karakteristik sumber air baku yang digunakan. Pada umumnya, kualitas air baku mempunyai kualitas yang masih memerlukan proses pengolahan. Studi yang dilakukan terhadap situ dan waduk di DKI Jakarta menunjukkan telah mengalami perubahan pada kualitas airnya (Hendrawan, 2005). Studi yang dilakukan terhadap kualitas air baku untuk kebutuhan air baku DKI Jakarta mengindikasikan bahwa kualitas air baku pada tahun 2003-2006 sudah masuk dalam kategori sedang dan buruk (Hartono, Sulistyoweni, Sutjiningsih, 2009).

Pengolahan air dengan sumber baku air permukaan sangat tergantung dengan kualitas air baku. Pada umumnya, kualitas air baku mempunyai konsentrasi yang melebihi persyaratan antara lain untuk kekeruhan, besi, mangan, dan padatan terlarut (Moersidik dan Hartono, 2009). AWWA (1997), mensyaratkan kekeruhan kurang dari 1 sampai 5 NTU sedangkan Permenkes (2002) mensyaratkan 5 NTU. Dengan kondisi kualitas air baku demikian, pada umumnya bangunan instalasi pengolahan terdiri dari bangunan penangkap (*intake*), unit prasedimentasi, unit koagulasi, unit flokulasi, unit sedimentasi, unit filtrasi, unit desinfeksi, reservoir, dan unit pengolahan lumpur. Upaya untuk mengatasi perubahan kualitas air baku yang semakin memburuk memerlukan unit pengolahan tambahan berupa teknologi adaptif yang dapat mengurangi tingkat pencemaran (Hartono, 2009).

Koagulasi adalah proses pengadukan secara cepat dengan penambahan sejumlah zat kimia ke dalam air. Penambahan zat kimia tersebut dapat menyebabkan terjadinya destabilisasi

partikel muatan koloid dan partikel tersuspensi. Hal tersebut memungkinkan untuk terjadinya penyatuan dengan partikel-partikel lain dan membentuk partikel dengan dimensi yang lebih besar yang disebut inti flok. Koagulan yang paling umum digunakan adalah berupa garam logam, seperti aluminium sulfat, ferri klorida, ferri sulfat, ferrous sulfat, dan sodium aluminat.

Flokulasi adalah tahap pengadukan lambat yang mengikuti unit pengaduk cepat. Tujuannya adalah untuk mempercepat laju tumbukan partikel atau inti flok. Partikel yang tidak stabil akan bertumbukan dan melekat sehingga membentuk flok dengan ukuran yang cukup besar (*makro flok*) dan dapat terendapkan dengan cepat pada unit sedimentasi.

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut (AWWA, 1999). Sedimentasi bertujuan untuk mengendapkan flok-flok yang dibentuk oleh proses koagulasi dan flokulasi pada unit sebelumnya.

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

Reservoir berfungsi sebagai tempat kontak dengan disinfektan dan penampungan air hasil pengolahan yang selanjutnya akan didistribusikan untuk memenuhi kebutuhan air penduduk. Walaupun demikian keinginan untuk mendapat pelayanan air minum sangat ditentukan oleh kesediaan membayar pelanggan air minum (Hartono, 2008).

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Rawa Lumbu, Kota Bekasi memanfaatkan aliran Sungai Kalimalang sebagai sumber air baku untuk melayani air minum sebagian penduduk Kota Bekasi. Pengolahan air minum instalasi PDAM Rawa Lumbu terdiri dari unit pengolahan koagulasi, flokulasi, sedimentasi, serta filtrasi, dan kemudian ditampung di sebuah reservoir untuk didistribusikan ke masyarakat.

## 2. METODA

Pada penelitian ini dilakukan observasi dan pengukuran di lapangan guna mendapatkan data terkait dengan kondisi tiap unit bangunan IPA (Instalasi Pengolahan Air). Data yang dimaksud tersebut adalah jumlah unit, dimensi, dan kapasitas pada masing-masing unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan reservoir. Data ini akan digunakan untuk mengevaluasi kondisi eksisting terhadap kriteria desain. Data-data kualitas air baku dan air hasil olahan IPA, meliputi kekeruhan, kesadahan total, dan zat padat terlarut (TDS). Data ini digunakan untuk mengevaluasi efisiensi IPA.

Evaluasi dilakukan pada instalasi pengolahan yang telah beroperasi, meliputi evaluasi terhadap kinerja instalasi pengolahan dalam menurunkan polutan dan evaluasi masing-masing unit pengolahan terhadap kapasitas pengolahan saat ini serta pengembangannya. Evaluasi kinerja instalasi pengolahan dalam menurunkan beberapa parameter air baku dilakukan dengan cara menganalisis data parameter-parameter kualitas air baku dan air hasil olahan instalasi pengolahan air minum.

Evaluasi masing-masing unit pengolahan terhadap kapasitas pengolahan saat ini dan pengembangannya dilakukan dengan mengevaluasi apakah dimensi unit-unit pengolahan yang ada secara teoritis masih memenuhi kriteria desain untuk kapasitas pengolahan saat ini 68 L/detik dan pengembangannya, yaitu 100 L/detik.

Tahapan evaluasi kinerja instalasi pengolahan dalam menurunkan polutan, yaitu *input*, *process*, dan *output*. *Input*, pada tahapan evaluasi ini, berupa data kualitas air baku sebelum memasuki unit koagulasi dan data kualitas air pengolahan di reservoir. *Process*, pada tahapan evaluasi ini, melakukan analisis data dan evaluasi. *Output*, pada tahapan evaluasi ini, berupa nilai efisiensi *removal* dari instalasi pengolahan.

Tahapan evaluasi dimensi dari unit-unit pengolahan terhadap kapasitas saat ini dan pengembangannya, yaitu *input*, *process*, dan *output*. *Input*, pada tahapan evaluasi ini, berupa tipe dan jenis unit pengolahan, dimensi *existing*, debit *existing* dan pengembangan. *Process*, pada tahapan evaluasi ini, mengevaluasi kriteria desain masing-masing unit untuk kapasitas pengolahan saat ini dan pengembangannya. *Output*, pada tahapan evaluasi ini, berupa angka kriteria desain masing-masing unit untuk kapasitas pengolahan saat ini dan pengembangannya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampai saat ini instalasi Rawa Lumbu telah mengalami pengembangan yang keempat kalinya. Pertama adalah pada tahun 1985 dengan kapasitas pengolahan 40 L/detik. Kedua adalah pada tahun 1990 dengan penambahan unit 20 L/detik sehingga kapasitas total menjadi 60 L/detik. Pengembangan ketiga adalah pada tahun 1997 dengan penambahan unit 20 L/detik menjadikan total kapasitas produksi menjadi 80 L/detik. Hingga pengembangan tahap empat pada tahun 2005 dengan pembangunan instalasi unit 200 L/detik dan perombakan unit 20 L/detik menjadikan kapasitas total 260 L/detik. Meskipun demikian dalam produksinya Instalasi Pengolahan Rawa Lumbu tidak menggunakan kapasitas total 260 L/detik. Kapasitas instalasi yang dimanfaatkan oleh tiga instalasi yang ada di Rawa Lumbu dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kapasitas Air Baku yang Dimanfaatkan Oleh Instalasi Pengolahan Air Rawa Lumbu

No.	Unit Instalasi	Kapasitas Desain (L/detik)	Produksi (L/detik)
1	Hexacolooidal K.40	2 x 20	30
2	Hexacolooidal K.20	20	10
3	Pelat Baja K.200	2 x 100	149,45

Dari data pada Tabel 1 terlihat bahwa total kapasitas dari seluruh instalasi adalah 260 L/detik dan kapasitas air yang diproduksi saat ini sebesar 189,45 L/detik. Saat ini unit pelat baja yang terdiri atas dua buah sistem masing-masing mengolah debit air baku sebesar 75,73 L/detik.

Berdasarkan hasil pemeriksaan data awal untuk tahun 2006 dan 2007 diketahui bahwa kualitas air Sungai Kalimalang berfluktuasi terlihat bahwa parameter yang melebihi baku mutu adalah parameter kekeruhan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kekeruhan Rata-rata Air Sungai Kalimalang dan Air Olahan Instalasi Pengolahan Air Rawa Lumbu Tahun 2006 dan 2007

No.	Parameter Analisis	Satuan	Rata-rata Kualitas Air		Efisiensi
			Air Baku	Air Olahan	
1	Kekeruhan (2006)	NTU	128	4	97%
2	Kekeruhan (2007)	NTU	129	1	99%

Air baku yang dipompa dari bangunan intake pertama kali langsung masuk ke dalam bak koagulasi bertipe terjunan hidrolis. Bahan kimia yang digunakan sebagai koagulan adalah PAC (*Poly Aluminium Chloride powder*) yang dibubuhkan ke dalam bak. Pembubuhan koagulan menggunakan pipa berdiameter ½ inchi (1,27 cm) yang dikontrol melalui *dosing pump* dari tangki pembubuh koagulan. Bahan-bahan kimia yang digunakan

sebagai koagulan tersebut dilarutkan terlebih dahulu dan disimpan dalam sebuah tangki. Pemilihan penggunaan bahan kimia didasarkan atas tingkat kekeruhan air baku yang masuk. Bak koagulasi berjumlah 1 buah dengan panjang dan lebar bak masing-masing sebesar 2,6 m dan 1,4 m. Tinggi efektif bak sebesar 0,8 m dengan ketinggian terjunan sebesar 60 cm. Dosis bahan kimia PAC *powder* yang dibubuhkan pada bak koagulasi sebanyak 6,65 ppm dan abu soda sebanyak 11,21 ppm.

Bak flokulasi berbentuk persegi panjang dengan jumlah unit sebanyak dua buah dengan jumlah kompartemen per unit sebanyak enam buah. Struktur *inlet* berada di atas berupa bukaan berasal dari bak koagulasi sehingga arah aliran adalah vertikal. Setiap bak memiliki arah aliran vertikal untuk bak flokulasi pertama yang alirannya berasal dari bak koagulasi dan arah aliran vertikal ke atas untuk bak flokulasi kedua. Struktur *outlet* dari bak flokulasi terdapat pada bak flokulasi terakhir berupa pipa yang berada di bawah bak keenam menuju bak sedimentasi. Data mengenai unit flokulasi dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data Unit Flokulasi

Deskripsi	Nilai
Jumlah unit	2 buah
Jumlah kompartemen per unit	6 buah
Dimensi kompartemen 1,2,4, dan 5	1,66 m x 1,50 m
Dimensi kompartemen 3 dan 6	1,68 m x 1,50 m
Tinggi kompartemen	4,5 m

Sumber: IPA Rawa Lumbu, Februari 2009

Flok-flok yang telah terbentuk pada bak flokulasi dibawa bersama aliran menuju bak sedimentasi melalui *inlet* berupa pipa yang juga merupakan *outlet* dari bak flokulasi. Flok-flok yang berat akan mengendap dengan sendirinya secara gravitasi pada bak penampungan lumpur. Flok-flok yang ringan akan menempel pada *settler* yang mempunyai kemiringan 60° dan air bersih akan mengalir

melalui *lamella* menuju pipa *outlet* ke proses selanjutnya. Struktur *outlet* untuk aliran lumpur, yaitu berupa dua buah pipa berdiameter 15 cm dan pipa 7,5 cm sebanyak satu buah sejajar dengan pipa *inlet* sedimentasi. Ketiga pipa ini dilengkapi dengan *valve* untuk pembuangan lumpur yang dilakukan setiap satu jam sekali. Lumpur yang dibuang akan mengalir secara gravitasi melalui saluran pembuangan menuju sungai. Data mengenai unit sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Data Unit Sedimentasi

Deskripsi	Satuan	Nilai
Jumlah bak	buah	2
Kapasitas per cabang	L/detik	100
Kemiringan <i>tube settler</i>	°C	60
Lebar bak	m	5
Panjang bak	m	14,50
Tinggi muka air	m	4,5

Sumber: IPA Rawa Lumbu, Februari 2009

Setelah melalui proses pengendapan, air memasuki proses berikutnya, yaitu filtrasi. Unit ini berbentuk persegi panjang dengan tipe saringan pasir cepat dengan dua media. Media yang digunakan sebagai penyaring pada unit ini adalah pasir silika dan kerikil. Air masuk melalui *inlet* yang berasal dari pipa *outlet* bak sedimentasi. Air diambil dari reservoir sebelum klorinasi melalui pemompaan dengan tekanan tertentu untuk keperluan pencucian (*backwash*). Data terkait unit filtrasi dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Data Unit Filtrasi

Deskripsi	Satuan	Nilai
Jumlah unit	buah	2 x 10
Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	m	2,6 x 1,75 x 4
Susunan media filtrasi:		
- Pasir silika	cm	50
- Kerikil	cm	20

Sumber: IPA Rawa Lumbu, Februari 2009

Instalasi pengolahan air Rawa Lumbu memiliki 2 buah reservoir dengan kapasitas 500 m<sup>3</sup>. Pada unit ini juga dilakukan

pembubuhan klorin (kaporit) sebagai desinfektan.

### Unit Instalasi Pengolahan Air Minum

Berdasarkan data kualitas air baku pada tahun 2006, 2007, dan 2008 diketahui bahwa parameter yang cenderung tidak memenuhi syarat adalah kekeruhan dan warna. Sistem pengolahan yang tepat digunakan untuk mereduksi parameter ini menurut Kawamura (1990, dalam Reynold, 1996) adalah *conventional complete treatment*. *Conventional complete treatment*, yaitu pengolahan air minum yang terdiri dari proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi. Ke empat unit pengolahan di atas terdapat di instalasi pengolahan air minum Rawa Lumbu. Hasil analisis penurunan kekeruhan pada keseluruhan unit pengolahan Rawa Lumbu menunjukkan bahwa penurunan kekeruhan memiliki nilai kisaran 97–99 %. Meskipun demikian, Pritchard (1972) menyarankan bahwa parameter lain seperti nitrat dan salinitas perlu mendapat perhatian lebih jauh akibat perubahan tata guna lahan disekitar sumber air baku. Hasil penelitian Donald (2007) menyarankan juga pestisida sebagai parameter yang harus diperhitungkan mengingat pemanfaatannya yang semakin luas di daerah sekitar sumber air baku.

### Efisiensi Pengolahan Tiap Unit

Efisiensi pengolahan tiap unit dapat diketahui dengan melakukan evaluasi efisiensi dengan cara membandingkan data pengujian air Instalasi Rawa Lumbu dari tahun 2006, 2007 dan 2008. Penggunaan data hasil pengujian kualitas air baku sebagai *input* dan data hasil pengujian kualitas air olahan sebagai *output* dapat diketahui efisiensi dari pengolahan IPA Rawa Lumbu dalam mereduksi kadar-kadar polutan dalam air baku. Pada analisis tahun 2006, diketahui pengolahan memiliki efisiensi sebesar 97% mereduksi kekeruhan dan 30% mereduksi kesadahan total. Pada analisis tahun 2007 didapatkan efisiensi pengolahan 99% mereduksi kekeruhan dan 20% mereduksi kesadahan total. Pada analisis data

parameter air baku dan air hasil pengolahan tahun 2008 didapatkan efisiensi pengolahan 12% dalam mereduksi jumlah TDS.

**Analisis dan Evaluasi Unit Pengolahan Unit Koagulasi**

Hasil perhitungan analisis unit koagulasi (Tabel 6) berdasarkan pengukuran di lapangan melalui perhitungan berikut:

Kriteria evaluasi :

- $G = 600-1000$  /detik
- $t_d = 10-60$  detik

Data :

- Volume = 2,184 m<sup>3</sup>
- Headloss (H) = 80 cm
- Debit pengolahan :  $Q_{eks} = 0,068$  m<sup>3</sup>/detik  
 $Q_{desain} = 0,1$  m<sup>3</sup>/detik

Perhitungan :

Menurut Fair, Geyer, Okun (1968),  $P=Q \rho gh$

$$t_d = \frac{V}{Q} \qquad G = \sqrt{\frac{g \cdot \rho \cdot h_L}{\mu \cdot t_d}}$$

**Unit Flokulasi**

Hasil perhitungan analisis unit flokulasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Kriteria Desain :

- $t_d = ( 600-1.800 )$  detik
- $G = (10-100)$  detik<sup>-1</sup>

**Tabel 6.** Resume Analisis Bak Koagulasi

Parameter	Syarat	$Q_{eks} = 68$ L/detik	$Q_{desain} = 100$ L/detik
G (detik <sup>-1</sup> )	600-1000	529	638
$t_d$ (detik)	10-60	32	22
G. $t_d$	30.000-60.000	16928	14036

**Tabel 7.** Analisis Unit Flokulasi

Kompartemen	Tinggi Muka Air (m)	Volume (M <sup>3</sup> )	$Q = 68$ L/detik		$Q_d = 100$ L/detik	
			$t_d$ (detik)	G (detik <sup>-1</sup> )	$t_d$ (detik)	G (detik <sup>-1</sup> )
1	4,3	10,707	158	10	107	17
2	4,25	10,583	156	10	106	17
3	4,2	10,584	156	10	106	17
4	4,2	10,458	154	10	105	17
5	4,13	10,284	151	10	103	17
6	4,11	10,357	152	9	104	17
TOTAL			927		631	

$v_{max} = 0,21-0,43$  m/det

**Unit Sedimentasi**

Hasil perhitungan analisis unit flokulasi dapat dilihat pada Tabel 8.

Kriteria Desain :

- Beban permukaan = 60-160 m/hari
- $v_{tube\ settler} = 0,05-0,13$  m/menit
- $t_{d-settler} = 6-25$  menit
- $t_{d-bak} = 60-120$  menit
- So = 60-150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari  
= 0,0694–0,1736 cm/detik

Data Unit Sedimentasi :

- Jumlah bak = 2
- Kapasitas per cabang = 100 L/detik
- Kemiringan *tube settler* = 60°
- Tinggi *tube settler* = 40 cm
- Lebar bak = 5 m
- Panjang Bak = 14,50 m
- Tinggi Muka air = 4,5 m

Kecepatan pengendapan flok (Lin, 2007):

$$So = \frac{Q}{A} \frac{w}{(h \cos \alpha + w \cos^2 \alpha)}$$

$$surface\ loading = \frac{Q}{A}$$

Kecepatan aliran pada *tube settler*:

$$v_{ts} = \frac{Q}{A \sin \theta}$$

**Tabel 8.** Analisis Unit Sedimentasi

Parameter	Satuan	Kriteria	Q <sub>eks</sub> = 68 L/detik	Q <sub>d</sub> = 100 L/detik
So	cm/det	0,0694 – 0,1736	0,075	0,1104
Surface loading	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> . hari	60 – 160	81,037	119,172
v <sub>tube</sub>	m/menit	0,05 – 0,13	0,065	0,096
t <sub>d</sub>	detik	3600 – 7200	4.798	3.263

**Tabel 9.** Analisis Unit Filtrasi

Parameter	Satuan	Syarat	Q <sub>eks</sub> = 68 L/detik	Q <sub>d</sub> = 100 L/detik
v <sub>filtrasi</sub>	m/detik	0,0014–0,00347	0,0015	0,0022
Headloss	m	0,3 – 2,73		
▪ Pasir			0,198	0,292
▪ Kerikil			0,028	0,041
▪ Filtrat			0,0037	0,0079
Headloss total			0,341	0,23
Tinggi ekspansi maks. (D <sub>e</sub> )	m	1,352	0,67	0,67

Dari hasil analisis pada tinjauan terhadap debit eksisting 68 L/detik diketahui bahwa unit sedimentasi masih memenuhi syarat dan dapat bekerja dengan baik, sedangkan pada analisis hasil tinjauan terhadap debit desain 100 L/detik didapatkan waktu detensi bak yang tidak memenuhi syarat. Hal ini berarti bahwa bak sedimentasi tidak dapat mengolah debit sebesar 100 L/detik. Menghitung debit pengolahan maksimum untuk unit sedimentasi dicoba dengan nilai t<sub>d</sub> minimum (3.600 detik) sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t_{d(bak)}}$$

$$Q = \frac{5 \times 14,5 \times 4,5}{3600}$$

$$Q = 0,091 \text{ m}^3 / \text{detik} \approx 91 \text{ L/detik}$$

### Unit Filtrasi

Hasil perhitungan analisis unit filtrasi dapat dilihat pada Tabel 9.

Kriteria desain :

Tipe bak filtrasi adalah *Rapid Sand Filter* dengan media ganda

- v<sub>filtrasi</sub> = (1,4 – 3,47) × 10<sup>-3</sup> m/detik
- A<sub>bak</sub> = 40,5 – 105 m<sup>2</sup>
- H<sub>L</sub> = 0,3 – 2,73 m
- v<sub>backwash</sub> = 37 m/jam  
= 10,28 × 10<sup>-3</sup> m/detik

Dari hasil analisis pada tinjauan terhadap debit eksisting 68 L/detik dan debit desain 100 L/detik menunjukkan unit filtrasi masih dapat bekerja dengan baik.

### Reservoir

#### Kriteria desain:

Reservoir merupakan reservoir distribusi. Oleh karena itu, reservoir harus dapat menampung air hasil pengolahan dikurangi jumlah penggunaan air untuk 3 kebutuhan vital. Tiga kebutuhan vital tersebut, yaitu: (1) Kebutuhan untuk pencucian filter dengan asumsi pencucian selama 5-10 menit menggunakan 1-5% air hasil olahan (Qasim, Motley dan Guang Zhu, 2000), (2) Kebutuhan distribusi selama maximum 1 hari, (3) Kebutuhan air untuk keperluan instalasi sebesar 1–5% kapasitas produksi. (Departemen Kimpraswil, 2002).

Data :

- Jumlah reservoir = 2 unit
- Volume total = 1.000 m<sup>3</sup>
- Q<sub>pengolahan</sub> = 260 L/detik

Menghitung volume air hasil pengolahan yang harus ditampung oleh reservoir dengan kapasitas debit total 3 instalasi sebesar 260 L/detik dengan menggunakan 3 kriteria penggunaan yang vital, yaitu:

1. Kebutuhan untuk 1 kali pencucian filter selama 5 menit dengan menggunakan 1-5% air hasil pengolahan.

$$V_{backwash} = 5\% \times 0,26 \times (5 \times 60) \times 20 = 78 \text{ m}^3$$

2. Kebutuhan distribusi selama satu hari.

$$Q_{day} = 0,0594 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{peak} = 150\% \times 0,0594 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,0891 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$V_{distribusi} = 0,0891 \times 86400 \text{ detik} = 7.698,24 \text{ m}^3$$

3. Kebutuhan untuk keperluan instalasi diasumsikan 1-5% dari kapasitas produksi.

$$V_{instalasi} = 5\% \times 0,26 \text{ m}^3/\text{detik} \times 86400 = 1.123,20 \text{ m}^3$$

4. Volume Total Kebutuhan air hasil olahan ( $V_B$ ), yaitu:

$$V_B = V_{backwash} + V_{distribusi} + V_{instalasi}$$

$$V_B = 78 + 7.698,24 + 1.123,2$$

$$V_B = 8.899,44 \text{ m}^3$$

5. Reservoir harus dapat menampung air hasil pengolahan ( $V_{res}$ ) sebesar:

$$V_{res} = V_{olahan} - V_B$$

$$V_{res} = (0,26 \times 86400) - 8.899,44$$

$$V_{res} = 13.564,56 \text{ m}^3$$

Air hasil pengolahan ( $Q_{olahan} = 260 \text{ L/detik}$ ) yang harus ditampung adalah  $13.564,56 \text{ m}^3$ , besaran ini melebihi kapasitas reservoir yang ada saat ini, yaitu  $1.000 \text{ m}^3$ .

Saat ini reservoir hanya dapat menampung debit pengolahan total sebesar:

$$V_{res} = V_{olahan} - (V_{backwash} + V_{dist} + V_{inst})$$

$$1.000 = (81.780 \times Q) - 7.698,24$$

$$Q = 0,1064 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$$Q = 0,1064 \text{ L} / \text{detik}$$

Dari perhitungan di atas, diketahui apabila Instalasi Rawa Lumbu menggunakan debit

pengolahan maksimum sebesar  $260 \text{ L/detik}$  maka kapasitas reservoir perlu ditingkatkan menjadi  $13.565 \text{ m}^3$ . Penggunaan reservoir dengan kapasitas  $1.000 \text{ m}^3$  hanya dapat menampung debit pengolahan maksimum sebesar  $106,4 \text{ L/detik}$ .

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi efisiensi keseluruhan unit pengolahan berdasarkan data tahun 2006, 2007 dan 2008 ditemukan bahwa instalasi pengolahan  $100 \text{ L/detik}$  memiliki efisiensi dengan kisaran 97-99% dalam mereduksi kekeruhan. Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi dimensi unit-unit pengolahan instalasi kapasitas  $100 \text{ L/detik}$  dan debit pengolahan eksisting sebesar  $68 \text{ L/detik}$  diketahui bahwa (1) Pada unit koagulasi yang ada saat ini masih memenuhi kriteria desain dan dapat beroperasi dengan baik, (2) Unit flokulasi yang ada saat ini masih memenuhi kriteria desain dan dapat beroperasi dengan baik, (3) Unit sedimentasi yang ada saat ini masih dapat beroperasi dengan baik, namun debit pengolahan maksimum yang dapat ditampung adalah sebesar  $91 \text{ L/detik}$ , (4) Unit filtrasi yang ada saat ini masih memenuhi kriteria desain dan dapat beroperasi dengan baik, (5) Unit reservoir dengan kapasitas total pengolahan  $260 \text{ L/detik}$  kebutuhan untuk penampungan air bersih minimum (1 hari) yang diperlukan adalah sebesar  $13.565 \text{ m}^3$  lebih besar dari kapasitas reservoir yang ada saat ini yaitu  $1.000 \text{ m}^3$ . Saat ini reservoir yang ada hanya dapat menampung debit pengolahan maksimum sebesar  $106,4 \text{ L/detik}$ .

Berdasarkan parameter kekeruhan dan warna, untuk beberapa unit pengolahan di atas, kesimpulan yang diambil adalah diperlukan analisis lanjutan dengan menggunakan parameter lain seperti kesadahan dan mikrobiologi sehingga hasil olahan air minum tersebut benar-benar memenuhi persyaratan yang berlaku (Levin *et al.*, 2002). Selain itu pengawasan terhadap kualitas air baku dimasa yang akan datang penting dilakukan untuk

tetap mendukung ketersediaan air yang berkelanjutan dan desain unit pengolahan air yang tersedia (Blaine, Sweeney, dan Arscott, 2006).

#### DAFTAR PUSTAKA

- American Water Works Association (AWWA) (1999). *Water Quality and Treatment : A Handbook of Community Water Supplies* (5<sup>th</sup> Edition). McGRAW-HILL Co.
- American Water Works Association (AWWA) (1997). *Water Treatment Plant Design* (3<sup>th</sup> Edition). McGRAW-HILL Co.
- Blaine, Sweeney, dan Arscott (2006). Enhanced Source-water Monitoring for New York City: Historical Framework, Political Context, and Project Design. *Journal of The North American Benthological Society*, 25(4). 851-866.
- Donald, B.D. (2007). Pesticides in Surface Drinking Water Supplies of The Northern Great Plains., *Environmental Health Perspectives*, 115(8). 1183-1191.
- Departemen Kimpraswil (2002). *Petunjuk Teknik dan Manual Air Minum Perkotaan* (Bagian 6 : vol 1). Jakarta.
- Fair, G., Gayer dan Okun, D. ( 1968). *Water and Waste Water Engineering* (vol 2). John wiley & Sons, New York.
- Hendrawan, D. (2005). Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta. *Jurnal Makara Teknologi*. 9 (1). 13-19.
- Hartono, D.M., Sulistyoweni W, Sutjiningsih, D. (2009). Penentuan Indikator Pencemaran Air Dengan Pendekatan Indek Kualitas Air Pada Air Baku Air Minum Dari Saluran Tarum Barat. *Jurnal Lingkungan Tropis*. 3 (1). 11-22.
- Hartono, D.M. (2008). Karakteristik Air Baku Terhadap Kesediaan Membayar Pelanggan Air Minum di DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi*. 4. 247-257.
- Hartono, D.M. (2009). Penyediaan Air Minum di DKI Jakarta Dalam Menghadapi Millenium Development Goal Tahun 2015. Pembangunan Infrastruktur Untuk Semua. *Prosiding Seminar Nasional Kerjasama Tiga Universitas UI-ITB-UGM*, Bandung 29 Oktober 2009. 131-144.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002, Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.
- Levin, R.B., Epstein P.R., Ford T.E., Harrington W., Olson Erik, Reichard E.G. (2002). US Drinking Water Challenges in The Twenty-First Century, *Environmental Health Perspectives*. 110. 43-52.
- Lin, S.D. (2007). *Handbook of Environmental Engineering Calculations* (2<sup>nd</sup> Edition). McGRAW-HILL Co.
- Moersidik, S.S. dan Hartono, D.M. (2009). Pendekatan Statistik untuk Menentukan Parameter Dominan Dalam Pengelolaan Kualitas Air Baku. *Jurnal Lingkungan Tropis*. 3 (1): 23-32.
- Pritchard, D.W. (1972). Influence of Water Quality in Plant Treatment Location. *WPCF*. 44 (3). 479-490.
- Qasim, S.R., Motley, E.M., dan Guang Zhu.(2000). *Water Works Engineering: Planning Design and Operation*. Prentice Hall PTR.

Reynold, R. (1996). Unit Operations and  
Process in Environmental Engineering

(2<sup>nd</sup> Edition).  
Company.

PWS Publishing