Evaluasi Kinerja Pengolahan Air Bersih IPAM Karangpilang III PDAM Kota Surabaya

Audi Ananda Nofitri[1] dan Arlini Dyah Radityaningrum[2]

[1,2]Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: dyah@itats.ac.id

ABSTRACT

Surya Sembada Water Supply Enterprise was a water supply company for community in Surabaya City. Surya Sembada had 2 production units namely Karangpilang and Ngagel Drinking Water Treatment Plant (DWTP). Each WTP had 3 sub-DWTPs (DWTPs of Ngagel I-III and DWTPs of Karangpilang I-III). Changes of raw and produced water in terms of quality and quantity raised the problem of unit performance in DWTP of Karangpilang III. This study aimed to (1) examine the operation of drinking water treatment units in Karangpilang III DWTP, (2) evaluate the performance of Karangpilang III DWTP. The evaluation showed that several design criteria values in the Karangpilang III DWTP unit did not meet the criteria, such as the Reynolds number (Nre) value in the pre-sedimentation unit, velocity gradient value (G), detention time (td), surface load on the clearator unit (flocculation-sedimentation), as well as the washing time on the filter unit. The raw water quality of the Surabaya River in several parameters did not comply with the Class II quality standards of Government Regulation Number 22 Year 2021. However, the quality of water produced by Karang III DWTP had met the quality standards of Minister of Health Regulation Number 2 Year 2023.

Keyword: *Evaluation, design criteria, WTP*

ABSTRAK

PDAM Surya Sembada merupakan perusahaan penyedia air bersih bagi masyarakat di Kota Surabaya. PDAM Surya Sembada memiliki 2 unit produksi yaitu di Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Karangpilang dan Ngagel, dengan masing-masing 3 instalasi (IPAM Ngagel I-III dan IPAM Karangpilang I-III). Permasalahan yang sering dialami oleh IPAM Karangpilang III yaitu berfluktuasinya kualitas dan kuantitas air baku dan produksi. Hal ini berdampak pada kinerja unit pengolahan di setiap IPAM. Studi ini bertujuan untuk (1) mengkaji operasional pengolahan air minum di IPAM Karangpilang III, (2) mengevaluasi kinerja unit IPAM Karangpilang III. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa beberapa nilai kriteria desain pada unit operasi IPAM Karangpilang III tidak memenuhi kriteria, seperti nilai bilangan Reynolds (N_{re}) pada unit pra-sedimentasi, nilai gradien kecepatan (G), waktu detensi (td), beban permukaan pada unit *clearator* (flokulasi-sedimentasi), serta lama pencucian pada unit filter. Kualitas air baku Sungai Surabaya pada beberapa parameter tidak memenuhi baku mutu Kelas II Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Namun, kualitas air produksi IPAM Karang III telah memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023.

Kata kunci: Evaluasi, kriteria desain, IPAM

PENDAHULUAN

PDAM Surya Sembada merupakan salah satu unit usaha milik Pemerintah Kota Surabaya yang berfokus dalam penyediaan air bersih bagi masyarakat, mulai dari pengolahan hingga pendistribusian. PDAM Surya Sembada selalu berusaha meningkatkan kualitas air yang diproduksi melalui beberapa proses pengolahan. Selain kualitas, PDAM Surya Sembada juga berusaha memenuhi kebutuhan air pelanggan dengan meningkatkan kuantitas dan kontinuitas air produksi melalui pengembangan unit operasi pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM). PDAM Surya Sembada memiliki 2 unit produksi yang terletak di Ngagel (IPAM I-III) dan Karangpilang (IPAM Karangpilang I-III), dengan kapasitas pengolahan yang berbeda.

Permasalahan yang sering dialami oleh IPAM Karangpilang adalah berfluktuasinya kualitas dan kuantitas air baku. Kualitas air dipengaruhi oleh musim kemarau dan musim hujan, dimana pada musim hujan nilai kekeruhan cenderung tinggi[1]. Dosis koagulan akan meningkat

signifikan untuk menurunkan nilai kekeruhan[2]. Hal ini berakibat pada peningkatan biaya produksi. Peningkatan kuantitas air produksi yang seiring dengan bertambahnya jumlah pelanggan PDAM Surya Sembada juga berdampak pada kinerja operasional unit IPAM Karangpilang, termasuk Karangpilang III. Selain itu, program peningkatan kapasitas dari fasilitas air minum dilandaskan pada usaha pemenuhan kebutuhan air masyarakat dalam pencapaian pelayanan 100% akses terhadap air minum sesuai *Sustainable Development Goals* (SDG's)[3]. Hal ini merupakan permasalahan yang saat ini terjadi, khususnya pada IPAM Karangpilang III. Perencanaan awal IPAM Karangpilang III menggunakan kapasitas 2200 L/detik, namun saat ini kapasitas pengolahan IPAM mengalami peningkatan hingga 2700 L/detik. Kondisi ini berpengaruh terhadap kinerja operasional unit pengolahan di IPAM Karangpilang III dalam memproduksi air minum. Tujuan dari studi ini adalah (1) mengkaji operasional pengolahan air minum di IPAM Karangpilang III PDAM Kota Surabaya, (2) mengevaluasi kinerja unit IPAM Karangpilang III.

TINJAUAN PUSTAKA

Pra-sedimentasi

Fungsi utama dari bangunan pra-sedimentasi adalah untuk mengendapkan partikel diskrit (*gravel*, pasir, lumpur, dan material kasar lainnya) yang terkandung dalam air baku, sehingga tidak masuk ke dalam unit pengolahan selanjutnya[4]. Pada unit ini, partikel dapat terendapkan karena memanfaatkan gaya gravitasi dan massa jenis partikel[5].

Flash Mix/Koagulasi

Koagulasi ialah proses destabilisasi koloid dengan pengadukan cepat (*flash mixing*) dan penambahan senyawa kimia yang disebut koagulan. Proses koagulasi akan menghasilkan mikroflok[6]. Faktor yang mempengaruhi proses koagulasi adalah suhu air, pH, jenis koagulan, kadar ion terlarut, tingkat kekeruhan, dosis koagulan, dan kecepatan pengadukan[4]. Pemilihan jenis koagulan dilakukan dengan beberapa pertimbangan yaitu jumlah dan kualitas air yang akan diolah, kekeruhan air baku, metode filtrasi, serta sistem pembuangan endapan lumpur[7].

Clearator

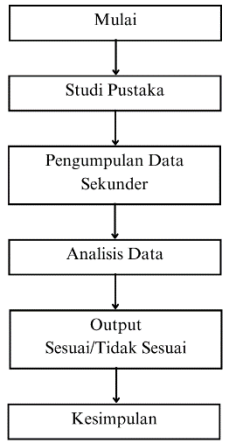
Bangunan *clearator* merupakan bak berbentuk lingkaran gabungan dari proses flokulasi dan sedimentasi yang menggunakan *tube settler*. Pada bagian tengah merupakan area proses flokulasi yang berbentuk bulat dengan diameter semakin membesar pada bagian bawah. Bagian ini terdiri beberapa kompartemen yang terpisah oleh dinding dengan tujuan untuk menurunkan gradien kecepatan secara perlahan sehingga flok yang sudah membentuk tidak pecah. Sedangkan bagian tepi merupakan area proses sedimentasi sehingga flok yang sudah terbentuk akan tertahan pada dinding *tube settler* dan turun mengendap ke dasar bak[8].

Filter

Filtrasi merupakan proses pemisahan padatan dan air, dimana air akan melewati suatu media berpori untuk memisahkan partikel tersuspensi yang sangat halus [6]. Kriteria filter yaitu memiliki nilai kekeruhan <0,3 NTU dan dapat beroperasi >24 jam[9]. Unit filter pasir cepat (*rapid sand filter*) pada pengolahan air berfungsi untuk menyaring air yang telah melalui proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi dengan kecepatan filtrasi 6 hingga 11 m/jam [10].

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis, dengan pengumpulan data sekunder (Gambar 1).



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan studi pustaka mengenai IPAM, kemudian dilanjutkan dengan survei dan pengumpulan data sekunder IPAM Karangpilang III. Selanjutnya, analisis data dilakukan terhadap data sekunder, yang meliputi analisis sebagai berikut:

1. Perhitungan dan evaluasi kondisi eksisting IPAM Karangpilang III.
   Tahapan ini dilakukan melalui analisis sistem kerja pada setiap unit pengolahan air pada IPAM Karangpilang III dengan perhitungan kriteria desain eksisting unit pengolahan. Hasil perhitungan tersebut dibandingkan dengan kriteria desain sesuai unit pengolahannya. Standar kriteria desain merupakan elemen penting pada sistem operasional unit bangunan pengolahan air [1].
2. Analisis kualitas air baku dan air produksi.
   Analisis kualitas air baku didasarkan pada Baku Mutu Kelas II Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup[11]. Sedangkan analisis air produksi didasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan PP Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan[12].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Operasional Unit Pengolahan IPAM Karangpilang III

Operasional unit pengolahan air pada IPAM Karangpilang III dievaluasi berdasarkan kriteria desain eksisting yang dibandingkan dengan standar kriteria desain pada masing-masing unit pengolahan. Adapun hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan data eksisting dengan standar kriteria desain

PARAMETER	KRITERIA DESAIN	SUMBER	NILAI	KESESUAIAN
Unit Pra-sedimentasi				
Overflow rate	20 – 80 m^3/m^2.hari	Christoper & Okun, 1991	41,52 m^3/m^2.hari	Sesuai
Waktu tinggal (Td)	0,5 – 3 jam		2,3 jam	Sesuai
N_{Re}	< 2000	Reynolds	33265	Tidak Sesuai
N_{Fr}	> 10^{-5}		4×10^{-6}	Sesuai

PARAMETER	KRITERIA DESAIN	SUMBER	NILAI	KESESUAIAN
Unit *Flash Mix*				
Waktu detensi (Td)	30 – 120 detik	Standart AWWA	68,12 detik	Sesuai
Gradien kecepatan (G)	500 – 1000 detik^{-1ss}		702,95 detik^{-1}	Sesuai
GT	>20000		47885	Sesuai
Unit *Clearator*				
Waktu detensi flokulasi (td)	≤18 menit	AWWA, 1990	6,132 menit	Sesuai
Gradien kecepatan flokulasi (G)	10-100/detik	Droste, 1997	215/detik	Tidak sesuai
			79,77/detik	Sesuai
			37,2/detik	Sesuai
			24,5/detik	Sesuai
Waktu detensi c*learator* (td)	15-45 menit	Droste, 1997	1,122 jam	Tidak sesuai
Beban permukaan (OFR)	20-70 m^3/m^2/hari	Droste, 1997	6,41 m^3/m^2/hari	Tidak sesuai
Unit Filter				
Kecepatan penyaringan filter	6-11 m/jam	SNI 6774:2008	10,3 m/jam	Sesuai
Tebal media pasir silika	600-700 mm		600 mm	Sesuai
Tebal media pasir antrasit	300-600 mm		400 mm	Sesuai
Sistem pencucian	Tanpa/dengan *blower* & atau *surface wash*		Dengan *blower* & atau *surface wash*	Sesuai
Lama pencucian	10-15 menit		35 menit	Tidak Sesuai
Periode antara dua pencucian	18-24 jam		24 jam	Sesuai
Lebar slot *nozzle*	<0,5 mm		0,5 mm	Sesuai

Dari data tersebut, beberapa nilai tidak memenuhi kriteria desain seperti nilai bilangan Reynolds (N_{re}) pada unit pra-sedimentasi, nilai gradien kecepatan (G), waktu detensi (td), beban permukaan (OFR) pada unit *clearator*, serta lama pencucian pada unit filter. Bilangan Reynolds pada unit pra-sedimentasi (33.265) melebihi kriteria desain yang seharusnya bernilai <2000. Ketidaksesuaian bilangan Reynolds pada unit pra-sedimentasi ini disebabkan oleh debit air yang masuk pada kondisi eksisting sudah melebihi debit pada kapasitas perencanaan bak pra-sedimentasi. Naiknya nilai debit (Q) dalam zona pra-sedimentasi dapat menyebabkan kondisi aliran berubah menjadi turbulen[13]. Sehingga untuk mengatasi agar debit air yang masuk mampu terolah seluruhnya, bukaan pintu outlet ditambah ketinggiannya dan menyebabkan aliran turbulen. Nilai gradien kecepatan flokulasi pada kompartemen 1 *clearator* (215/detik) melebihi kriteria desain yang seharusnya 10-100/detik. Ketidaksesuaian gradien kecepatan ini disebabkan oleh

adanya pergantian aliran air dari pengadukan cepat menuju pengadukan lambat. Waktu detensi pada *clearator* (1,122 jam) melebihi desain yang seharusnya 15-45 menit. Nilai waktu tinggal yang tinggi memungkinkan proses pengendapan flok lebih lama[8]. Beban permukaan (OFR) pada *clearator* kurang dari kriteria desain (6,41 m^3/m^2/hari), yang seharusnya pada kisaran 20-70 m^3/m^2/hari. Hal ini tidak menimbulkan permasalahan dalam operasional unit pengolahan IPAM Karangpilang III. Hal ini dikarenakan pada dasarnya partikel-partikel yang mempunyai kecepatan pengendapan lebih besar dari nilai OFR tersebut akan mengendap seluruhnya dalam waktu yang sama[1]. Lama waktu pencucian unit filter tidak sesuai kriteria desain (35 menit) yang seharusnya pada kisaran 10-15 menit. Hal ini dikarenakan proses pencucian di IPAM Karangpilang III menyesuaikan dengan banyaknya polutan yang menempel pada media filter. Ketika polutan yang menempel semakin banyak, maka semakin banyak pula waktu pencucian yang dibutuhkan.

Kualitas Air Baku dan Air Produksi IPAM Karangpilang III

IPAM Karangpilang menggunakan air baku Sungai Surabaya. Air baku dan produksi diuji pada laboratorium IPAM Karangpilang secara harian, mingguan, dan bulanan. Hasil uji laboratorium sangat menentukan, dikarenakan hasil dari analisis dapat digunakan untuk mengetahui kelayakan air hasil produksi untuk disalurkan serta dimanfaatkan oleh masyarakat di Kota Surabaya. Selain itu, hasil uji lab secara periodik dapat menjadi evaluasi terhadap kendala operasional unit pengolahan dalam IPAM [14]. Berikut merupakan data kualitas air pada bulan Juli 2023.

Tabel 2. Kualitas air baku dan air produksi

Parameter	Air Baku		Air Produksi		Persentase Removal (%)
	Nilai	PP no 22 Tahun 2021 Kelas II	Nilai	Permenkes No 2 Tahun 2023	
Kekeruhan (NTU)	27,7	1,6	1,49	< 3	94,62
pH	7,7	7,5	7,31	6,5 – 8,5	5
Zat organik (KMnO4) (mg/L)	16,4	9,4	6,86	-	58,17
E.coli (MPN/100 mL)	28065	5000	0	0	100
Fecal coli	11739	1000	0	0	100

Dari tabel di atas, diketahui bahwa kualitas air baku Sungai Surabaya dengan parameter kekeruhan, pH, zat organik, *E.coli*, dan *Fecal coli* tidak memenuhi standar baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 pada Kelas II[11]. Sedangkan, kualitas air produksi IPAM Karangpilang III telah memenuhi standar baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023[12]. Hal ini menunjukkan kondisi air layak atau aman untuk masyarakat.

KESIMPULAN

Dari hasil kajian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat beberapa parameter yang tidak sesuai dengan kriteria desain, tetapi hasil dari pengolahan masih memenuhi standar baku mutu air minum yang disyaratkan. Beberapa parameter yang tidak sesuai tersebut yaitu: nilai Bilangan Reynolds pada unit pra-sedimentasi, gradien kecepatan flokulasi pada kompartemen 1 *clearator*, waktu detensi pada *clearator*, beban permukaan pada *clearator* serta waktu pencucian.

2. Kualitas air baku Sungai Surabaya tidak sesuai dengan baku mutu Kelas II Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021. Namun, kualitas air produksi IPAM Karangpilang III sudah sesuai dengan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan PP Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Chamdan and A. Purnomo, "Kajian Kinerja Teknis Proses dan Operasi Unit Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kedunguling PDAM Sidoarjo," *J. Tek. POMITS*, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2013.

[2] P. D. Turbidity, P. H. Dan, and K. Lumpur, "Prosiding NCIET Vol.3 (2022) 3," vol. 3, pp. 55–66, 2022.

[3] S. Ady and W. Hadi, "Evaluasi Uprating Ipam Wirolegi Pdam Jember," vol. 12, no. 2, pp. 34–37, 2020.

[4] N. Nurhidayanti and S. Fatih Buari, "Kajian Sistem Pengolahan Air Di Pt.Waterindo Primatech Bekasi (Wpb)," *J. Poli-Teknologi*, vol. 22, no. 1, pp. 6–16, 2023, doi: 10.32722/pt.v22i1.5281.

[5] F. Pramudia and A. D. Radityaningrum, "Kajian Operasional dan Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum Cabang Kecamatan Kalitidu, PDAM Tirta Dharma, Kabupaten Bojonegoro," *Pros. Semin. Nas. …*, pp. 1–10, 2022, [Online]. Available: http://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/3434%0Ahttp://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/3434/2682

[6] R. F. Witjaksono and M. R. Sururi, "Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Babakan Pada Perumdam TKR Kabupaten Tangerang," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 4445–4453, 2023.

[7] Merisha, R. Apriyani, EkaMayasari, and Hastarina, "Analisis turbidity terhadap dosis koagulan dengan metode regresi linear (studi kasus di PDAM Tirta Musi Palembang)," *J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 117–125, 2019.

[8] R. B. R. A. P, "Efaluasi Efisiensi Kinerja Unit Clearator di Instalsi PDAM Ngagel I Surabaya," p. 82, 2015.

[9] A. Camellia and B. D. Marsono, "Evaluasi Kinerja Unit Filter IPAM Karangpilang III PDAM Surya Sembada Kota Surabaya," *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.54839.

[10] A. Marini and B. Djoko, "Uprating Instalasi Pengolahan Air Minum Konstruksi Baja," *J. Tek. Its*, vol. 11, no. 1, pp. 1–6, 2022.

[11] P. Pemerintah, R. Indonesia, P. P. Dan, P. L. Hidup, and D. K. Lindung, "Hidup yang," no. 097053, 2021.

[12] P. N. 2 T. 2023, "Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan," *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones. Nomor 4 Tahun 2018*, vol. 151, no. 2, p. Hal 10-17, 2018.

[13] A. D. Cahyanto, N. I. Ilyas, and A. Putra, "Penentuan Bilangan Reynold Dan Froude , Pada Zona," vol. 22, no. 2, pp. 71–83, 2023.

[14] R. Rizqiain and R. D. Afrianisa, "Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum di PT Hanarida Tirta Birawa Unit IPA 1 dan IPA 2," *Pros. Step Plan*, pp. 399–405, 2021, [Online]. Available: https://ejurnal.itats.ac.id/stepplan/article/view/1600