Efisiensi Kinerja Unit Filtrasi dan Media Filter berdasarkan Parameter Mikrobiologi: Studi Kasus IPAM Karangpilang II

Maulana Rohman Bahari[1)], Aussie Amalia[2)*]
[1)] Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya
*e-mail: aussieamalia.tl@upnjatim.ac.id

Abstrak

IPAM Karangpilang II merupakan salah satu instalasi pengolahan air minum yang di miliki PDAM Surya Sembada Kota Surabya. IPAM ini menggunakan unit filtrasi untuk mengolah air baku menjadi air minum yang layak konsumsi. Filtasi merupakan proses pengolahan air dengan cara mengalirkan air melalui media filter dengan diameter tertentu yang bertujuan untuk memisahkan koloid dari cairannya. Pada proses filtrasi ini beberapa parameter pencemar seperti kekeruhan, warna, dan kandungan bakteri dapat dihilangkan. Akan tetapi seiring penggunaannya media filter yang digunakan pada proses filtrasi akan mengalami penurunan efektivitas. Hal ini dapat terjadi karena tersumbatnya pori-pori media filter oleh koloid dan pengikisan ukuran media filter akibat proses pembersihan (backwash) untuk membersihkan koloid yang menempel di pori-pori media filter. Untuk mengetahui ke efektivan dari media filter perlu dilakukan pengujian salah satunya menguji output dari unit filtrasi berdasarkan parameter yang mampu tersaring seperti parameter mikrobiologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi unit filtrasi pada IPAM Karangpilang II berdasarkan parameter mikrobiologi seperti total coliform, fecal coliform, dan E. coli, guna menentukan apakah unit filtrasi masih bekerja secara optimal atau memerlukan perbaikan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode MPN dimana sampel ditanam pada media khusus untuk mengukur jumlah bakteri coliform yang ada pada air sampel. Hasil pengujian menunjukkan jumlah penurunan total coliform pada unit filtasi IPAM Karangpilang II sebesar 92,45%, fecal coliform 87,90% dan E. colli 90,00% yang artinya unit filtrasi Karangpilang II dalam kondisi yang optimal dan tidak memerlukan perbaikan.

Kata kunci: *coliform, filtrasi, MPN*

Abstract

Karangpilang II DWTPs is one of the drinking water treatment installations owned by PDAM Surya Sembada Surabaya City. This DWTPs uses a filtration unit to process raw water into drinking water that is suitable for consumption. Filtration is a water treatment process by flowing water through a filter media with a certain diameter which aims to separate the colloid from the liquid. In this filtration process, several pollutant parameters such as turbidity, color, bacteria, and metal content can be removed. However, the use of filter media used in the filtration process will experience a decrease in effectiveness. This can happen because the pores of the filter media are blocked by colloid and the erosion of the size of the filter media is due to the backwash process to clean the colloid stuck in the pores of the filter media. To find out the effectiveness of filter media, it is necessary to carry out tests, one of which is to test the output of the filtration unit based on parameters that can be filtered, such as microbiological parameters. This study aims to evaluate the efficiency of the filtration unit at Karangpilang II DWTPs based on microbiological parameters such as total coliform, fecal coliform, and E. coli, to determine whether the filtration unit is still operating optimally or requires improvement. The test was carried out using the MPN method where the sample was planted on special media to measure the number of coliform bacteria present in the sample water. The test results showed that the amount of total coliform reduction in the Karangpilang II IPAM filtration unit was 92.45%, fecal coliform was 87.90%, and E. colli 90.00%, which means that the Karangpilang II filtration unit is in optimal condition and does not require repair.

Keywords: *coliform, filtration, MPN*

1. PENDAHULUAN

Bagi manusia, air sangat penting untuk menunjang aktivitas manusia setiap hari. Tanpa air tidak mungkin manusia dapat bertahan hidup. Jenis-jenis air adalah: Air minum, air bersih, kolam renang dan air pemandian umum. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kualitas air minum harus memenuhi persyaratan kesehatan, meliputi: persyaratan fisika, kimia, mikrobiologi dan radioaktif. Pada masing-masing daerah memiliki tingkat kesulitannya tersendiri dalam upaya penyediaan air minum yang sesuai dengan baku mutu tersebut. Hal yang menjadi salah satu penyebab utama permasalahan penyediaan air minum adalah pencemaran, contohnya di Kota Surabaya. Sebagai solusi dari permasalahan tersebut terdapat perusahaan khusus yang bertugas untuk mensuplai air bersih di Kota Surabaya.

PDAM Surya Sembada merupakan perusahaan daerah yang bertanggung jawab terhadap penyediaan air bersih di Kota Surabaya. Perusahaan ini mengolah air baku dari sungai DAS Brantas menjadi air bersih. Dalam pengolahannya perusahaan ini menggunakan rangkaian unit Instalasi Pengolahan Air Minum mulai dari *aerator*, pra sedimentasi, *clerator*, filtrasi, dan desinfeksi. Beberapa parameter yang perlu diolah dari air baku yang bersumber dari DAS Brantas ini merupakan parameter keberadaan bakteri *coliform*, kekeruhan, dan padatan terlarut (*suspended solid*). Ketiga parameter ini baik keberadaan bakteri, kekeruhan, dan warna, dapat diremoval oleh dengan efektif oleh proses filtrasi (Shammas dan Wang, 2015). Pada kondisi optimal, proses filtasi dapat menghilangkan bakteri sebesar 98-99% (Chandra, 2007) dan kekeruhan sebesar 90-98% (Masduqi dan Assomadi, 2012).

PDAM Surya Sembada menggunakan media filter jenis antrasit dan pasir silica pada unit filtrasinya. Kedua media filter ini memiliki efektivitas yang cukup tinggi dalam menyisihkan parameter pencemar dan memiliki harga yang murah sehingga mampu menghasilkan air olahan dengan harga yang terjangkau dan ekonomis. Meski pada kondisi optimumnya kedua media ini memiliki efisiensi yang tinggi akan tetapi efisiensinya akan terus menurun sepanjang penggunaannya. Permasalahan penurunan efektivitas media filter ini dapat terjadi akibat penyumbatan pori oleh koloid dan erosi media saat proses *backwash*. Penurunan ini berpotensi menyebabkan kualitas air hasil filtrasi tidak lagi memenuhi baku mutu, sehingga diperlukan evaluasi terhadap kinerja unit filtrasi salah satunya berdasarkan parameter mikrobiologi. Dengan melakukan pengujian besarnya efisiensi removal, kondisis terkini dari unit filtrasi dapat dijadikan sebagai dasar evaluasi media filtrasi apakah perlu dilakukan penggantian atau

penambahan untuk menghasilkan hasil yang optimal. Pengujian parameter mikrobiologi dilakukan dengan metode MPN seri 5-5-5 dan hasil yang terkonfirmasi positif akan dicocokkan dengan Tabel MPN.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi PDAM Surya Sembada Kota Surabaya unit produksi IPAM Karangpilang.

2.2 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder yang diperoleh dari Instalasi Pengolahan Air Minum Karangpilang II. Pengambilan sampel dilakukan di tiga titik pengujian, yaitu:

1. Air baku sebelum masuk IPAM.
2. Air inlet dan outlet filtrasi.
3. Air produksi akhir sebagai hasil olahan IPAM Karangpilang II.

2.3 Metode Pengujian MPN

Pengujian sampel dilakukan dengan menggunakan metode MPN. MPN *(Most Probable Number)* adalah metode penentuan jumlah mikroorganisme dengan metode angka paling mungkin yang digunakan secara luas di lingkungan sanitasi untuk mengetahui jumlah koloni bakteri *coliform* di dalam air, susu dan makanan lainnya. Metode MPN ini menggunakan medium cair pada tabung reaksi dimana prinsip perhitungan didasarkan pada jumlah tabung yang positiif ditumbuhi mikroba setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu (Jamil dkk., 2022). Sampel uji dinyatakan positif ketika terjadi perubahan warna pada media dan muncul gelembung di dalam tabung durham, Hasil yang positif kemudian dicocokkan dengan tabel MPN untuk mengetahui perkiraan jumlah bakteri yang paling mendekati. Apabila dilakukan pengenceran dan jumlah tabung positif tidak terdapat pada tabel, maka jumlah bakteri dapat dihitung sebagai berikut (APHA, 2012) :

$$\text{MPN/100mL} = (\text{Tabel MPN/100mL}) \times 10/V \quad (1)$$

Dimana :

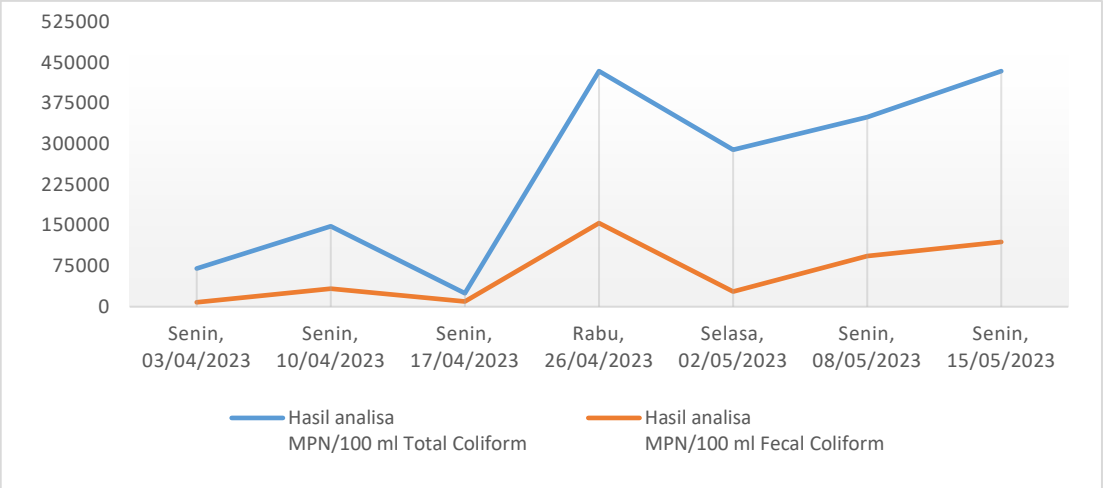
V = Volume bagian sampel pada pengenceran terpilih terendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri *coliform* merupakan bakteri gram negatif yang memiliki bentuk batang dan bersifat anaerob atau fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan mampu memfermentasikan laktosa menjadi asam dan gas pada suhu 35^0C-37^0C. Masuknya bakteri *coliform* dalam tubuh dapat menyebabkan penyakit *gastroenteritis* seperti diare dan bakteri *coliform* berjenis *Eschericia coli* dapat meningkatkan resiko penyakit jantung. Selain itu zat etionin yang dihasilkan oleh bakteri ini juga berpotensi menyebabkan terjadinya kanker (Jatna Supriatna, 2021). Oleh karena itu berdasarkan Permenkes nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan diberikan ketetapan bahwa jumlah bakteri *coliform* yang ada pada air minum sebanyak 0 CFU/100 ml.

Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Surya Sembada Kota Surabaya yang terletak di Karangpilang ini mengolah air baku yang mengandung bakteri *coliform* dengan jumlah rata-rata 250.468 MPN/100 ml menjadi air yang layak konsumsi. Untuk menghilangkan bakteri tersebut unit yang paling berpengaruh selama proses pengolahan terjadi yaitu unit filtrasi dan klorinasi. Dengan jumlah bakteri *coliform* yang sangat tinggi pada air baku serta dengan diterbitkannya Permenkes nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan yang memperbolehkan sisa klor dalam air yang cukup rendah yaitu 0,2-0,5 mg/L mengharuskan unit filtrasi bekerja pada kondisi optimal agar tidak membebani unit klorinasi sehingga proses klorinasi berjalan dengan baik dan menghasilkan air minum dengan jumlah bakteri *coliform* sesuai baku mutu yaitu sebesar 0 CFU/100 ml. Pengolahan air baku yang berasal dari DAS Brantas ini merupakan tentangan tersendiri dimana sungai ini memiliki kadar bakteri *coliform* yang berubah-ubah setiap harinya. Hasil pengujian jumlah *total coliform* dari air baku adalah sebagai berikut.

Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah bakteri *coliform* dari air baku yang diolah oleh PDAM ini sering kali terjadi perubahan yang cukup besar seperti pada tanggal 17 April 2023 ke 26 april 2023 dimana terjadi kenaikan dari 24.819 MPN/100 ml menjadi 434.741 MPN/100 ml. Pada saat terjadi kenaikan hingga ratusan ribu ini unit filtrasi akan terbebani sehingga perlu dilakukan *backwash* lebih awal dari jadwal biasanya untuk menjaga kondisi unit filtrasi dalam keadaan optimal.



Gambar 1. Hasil analisa air baku

Selain itu kualitas air baku yang digunakan berdasarkan parameter *total coliform* jauh melebihi baku mutu dimana sungai Surabaya yang seharusnya merupakan sungai kelas 1 dengan kadar *total coliform* maksimal sebesar 1000 MPN/100 mL (PP 22 Tahun 2021) pada saat ini memiliki kadar *total coliform* puluhan hingga ratusan ribu atau bisa dikatakan berdasarkan parameter *total coliform* sungai ini memiliki kualitas yang lebih rendah dari sungai kelas 4. Jumlah *total coliform* yang sangat tinggi ini menunjukkan bahwa sungai ini masih dalam keadaan tercemar dan diperlukan pengawasan serta peningkatan kesadaran masyarakat serta industri di sepanjang aliran sungai ini untuk menjaga kualitas air sungai dalam kondisi yang baik sebagai mana mestinya. Kondisi air baku yang jauh melebihi dari standar merupakan tantangan tersendiri yang memperberat unit produksi untuk menghasilkan air yang bersih dari bakteri *coliform*. Untuk memgontrol efektifitas dari unit filtrasi IPAM Karangpilang II ini dapat dilihat dari jumlah bakteri *coliform* yang muncul pada air produksinya sebagai berikut.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar sisa khlor dari air produksi IPAM Karangpilang I, II, dan III dalam kondisi yang baik dimana sisa khlor masih diatas 0,2 mg/L, dalam hal ini terdapat beberapa sampel dengan kadar sisa khlor yang cukup tinggi karena pada waktu pengujian berlangsung IPAM Karangpilang menggunakan baku mutu dari Permenkes Republik Indonesia Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010 dengan kadar maksimal sisa khlor 1 mg/L.

Tabel 1. Hasil analisa air produksi

Tanggal	Unit Produksi KP-	Uji Pendugaan	Uji Penegas			Sisa Khlor
		Tabung Positif	Kombinasi Tabung Positif			
			T. Coli	F. Coli	E. Coli	
Senin,	1	0	0	0	0	1,35
03/04/2023	2	3	0	0	0	0,35
	3	1	0	0	0	0,75
Senin,	1	1	0	0	0	0,27
10/04/2023	2	3	0	0	0	0,7
	3	1	0	0	0	0,94
Senin,	1	0	0	0	0	1
17/04/2023	2	2	0	0	0	1,15
	3	0	0	0	0	0,98
Rabu,	1	0	0	0	0	1
26/04/2023	2	1	0	0	0	0,8
	3	0	0	0	0	0,7
Selasa,	1	0	0	0	0	0,55
02/05/2023	2	3	0	0	0	1,38
	3	0	0	0	0	0,71
Senin,	1	0	0	0	0	0,64
08/05/2023	2	1	0	0	0	0,71
	3	0	0	0	0	0,81
Senin,	1	0	0	0	0	1,11
15/05/2023	2	2	0	0	0	1,47
	3	0	0	0	0	1,19

Dari pengujian yang dilakukan juga terdapat beberapa sampel yang menunjukkan sisa khlor sedikit diatas 1 mg/L, hal ini bertujuan untuk mempertahankan kadar sisa khlor untuk menjaga kualitas air sampai di pelanggan karena selama perjalanan air kadar sisa khlor akan semakin menurun dan diperhitungkan saat mencapai pelanggan kadar sisa khlor sudah memenuhi baku mutu yaitu 0,2-1 mg/L. Dari parameter *total coliform* hasil produksi juga telah memenuhi baku mutu, dimana dari pengujian yang dilakukan selama 2 bulan terakhir kadar *total colifrom* dari unit produksi Karangpilang I, Karangpilang II, dan Karangpilang III adalah 0 MPN/100ml. Berdasarkan Permenkes nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan, kadar *total coliform* pada air minum harus 0 CFU/100 mL. Hasil ini menunjukkan bahwa air hasil filtrasi dari IPAM Karangpilang II telah memenuhi baku mutu yang berlaku. Akan tetapi pada pengujian yang telah dilakukan, ditemukan beberapa tabung positif di uji pendugaan meskipun tidak terkonfirmasi adanya bakteri *coliform*. Pada hal ini unit produksi IPAM

Karangpilang II merupakan unit produksi yang paling sering ditemukan hasil positif pada uji pendugaan. Temuan ini menunjukkan kemungkinan terjadinya penurunan kinerja dari IPAM dan diperlukan pengujian untuk mengetahui sumber permasalahannya sehingga kualitas air hasil pengolahan dapat dipertahankan. Unit yang memiliki pengaruh besar dalam meremoval parameter *total colifrom* di IPAM Karangpilang II ini merupakan unit filtrasi dan klorinasi. Dari kedua unit ini unit filtrasi merupakan unit yang paling mudah untuk dilakukan pengoptimalisasian tanpa mempengaruhi kapasitas produksi adalah unit filtrasi. Hal ini dapat terjadi dikarenakan unit filtasi di IPAM Karangpilang II ini terdiri dari rangkaian 16 unit filtrasi dimana untuk melakukan perawatan salah satu filter dapat dimatikan dan 15 filter lainnnya dapat terus berjalan dengan normal untuk memproduksi air bersih. IPAM Karangpilang II ini menggunakan unit filtrasi berjenis *rapid sand* filter, dimana jenis filter ini mampu menghasilkan debit air olahan yang besar dengan waktu yang relatif singkat.

Filter pasir cepat atau rapid sand filter pada kondisi optimal mampu menghilangkan bakteri *coliform* dengan efisiensi sebesar 86-96% (Geldreich, E. E; 1996). Pada penelitian ini jumlah bakteri *coliform* sebelum dan sesudah melewati unit filtrasi dihitung untuk mengetahui efisiensi removalnya. Dengan mengetahui efisiensi removal ini dapat dilakukan evaluasi mengenai kinerja dari unit tersebut. Pengujian dilakukan dengan metode MPN dan tabung yang keruh serta terdapat gelembung dikonfirmasi positif dan kemudian dicocokkan dengan tabel MPN untuk mengetahui jumlah dari bakteri coliform yang ada pada sampel uji. Data pengujian air sampel sebelum dan sesudah melewati unit filtrasi adalah sebagai berikut

Tabel 2. Hasil analisa air sebelum dan sesudah filtrasi

Tanggal	Parameter	Indeks MPN/100ml APHA tab.9221;IV		Efisiensi Removal (%)
		In Filter	Out Filter	
Senin, 22/05/2023	Total Coliform	350000	24000	93,14
	Fecal Coliform	54000	7900	85,37
	Escherichia Coli	3500	350	90,00
Rabu, 24/05/2023	Total Coliform	170000	14000	91,76
	Fecal Coliform	23000	2200	90,43
	Escherichia Coli	7900	790	90,00

Dari sampel yang diujikan yang diketahui jumlah bakteri coliform dengan kadar yang sangat tinggi yaitu 350.000 MPN/100 ml di sampel pertama dan 170.000 di sampel kedua yang diambil pada hari yang berbeda. Dari sampel yang diujikan diketahui secara umum efisiensi removal dari unit filtrasi IPAM Karangpilang II ini cukup tinggi dan dengan efisiensi removal

total coliform 93,14% dan 91,76%, *fecal coliform* 85,37% dan 90,43% serta E. coli 90% dan 90%. Hal ini menunjukkan bahwa unit filtrasi IPAM Karangpilang II ini dalam kondisi optimal dimana unit filtrasi dengan kondisi optimal ini mampu meremoval parameter total coliform sebesar 86-96% (Geldreich, E. E; 1996). Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa unit filtrasi IPAM Karangpilang II memiliki kondisi yang optimal sehingga tidak diperlukan perubahan tertentu, baik dari jenis dan ketebalan media filter, waktu detensi, hingga perawatan filter termasuk *backwash*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, unit filtrasi IPAM Karangpilang II terbukti masih bekerja dalam kondisi optimal dengan efisiensi removal total coliform sebesar 92,45%, fecal coliform 87,90%, dan E. coli 90,00%. Efisiensi ini menunjukkan bahwa unit filtrasi mampu menjaga kualitas air produksi sesuai baku mutu tanpa memerlukan penggantian media filter atau perbaikan signifikan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Manajer Produksi PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, Manajer Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, Supervisor Produksi IPAM Karangpilang II, Supervisor Produksi IPAM Karangpilang III selaku pembimbing lapangan, dan Staff Laboratorium Uji PDAM Surya Sembada yang telah memberikan kerjasama yang baik dalam penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

APHA, AWWA, WEF. (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater 22nd edition. American Public Health Association. Washington.

Chandra, B. (2007). Pengantar kesehatan lingkungan. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.

Geldreich, E. E. (1996). Microbial quality of water supply in distribution systems. Lewis Publisher. USA.

Harti, A. S. (2015). Mikrobiologi kesehatan: Peran mikrobiologi dalam bidang kesehatan. Andi Offset. Yogyakarta.

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum. Kementerian Kesehatan. Jakarta.

Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Kementerian Kesehatan. Jakarta.

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Kementerian Kesehatan. Jakarta.

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta.

Jamil, S. N. A., Wijaya, A., Sendra, E., Rahman, I. W., Chairiyah, R., Ulimaz, A., Wahyuni, T. P., Abna, I. M., Ifadah, R. A., Lindawati. (2022). Mikrobiologi. PT. Global Eksekutif Teknologi. Padang.

Jatna Supriatna. (2021). Pengelolaan lingkungan berkelanjutan. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta.

Masduqi, A., Assomadi, A. F. (2012). Operasi dan proses pengolahan air. ITS Press. Surabaya.

Shammas, N. K., Wang, L. K. (2015). Water engineering: hydraulics, distribution and treatment. Wiley. Jerman.