

PENINGKATAN KAPASITAS IPA SUNGAI ULAR

Salomo Simanjuntak¹, Irsan Permadi Surya²

^{1,2}Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan
email : salomojuntak679@yahoo.co.id¹⁾, irsonpermadisurya@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Sungai Ular merupakan salah satu sumber air baku yang digunakan oleh PDAM Tirtadeli untuk menyuplai kebutuhan air bersih di Kecamatan Lubuk Pakam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kapasitas penampungan air pada bangunan IPA dari tahun 2018 hingga tahun 2032. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi bangunan IPA untuk konsisten menghasilkan air bersih setelah dilakukannya peningkatan volume kapasitas bangunan air untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Metode yang digunakan adalah Metode Aritmatika untuk mengetahui jumlah penduduk tahun 2032 yaitu sebesar 123.274 jiwa dan kebutuhan air bersih sebesar 150 liter/hari.

Kata Kunci : Pengolahan air bersih, Evaluasi IPA, PDAM Tirtadeli

ABSTRACT

Sungai Ular is one of the raw water sources used by PDAM Tirtadeli to supply clean water needs in Lubuk Pakam District. The purpose of this study is to increase the water storage capacity of the IPA building from 2018 to 2032. In addition, this study also aims to evaluate the IPA building to consistently produce clean water after increasing the volume of the water building capacity to meet the needs of clean water. The method used is the Arithmetic Method to determine the population in 2032, which is 123,274 people and the need for clean water is 150 liters/day.

Keywords : Process clean water, evaluation IPA, PDAM Tirtadeli

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, pencemaran terhadap air juga akan bertambah padahal kualitas air tersebut merupakan hal yang sangat penting karena berhubungan dengan kesehatan manusia. Air merupakan kebutuhan paling mendasar bagi semua makhluk hidup khususnya manusia dikarenakan dalam kehidupan air sangat dibutuhkan untuk berbagai macam hal seperti minum, mandi, mencuci, memasak dan kegiatan lainnya.

Secara umum, air yang terdapat di alam yang dapat dikonsumsi bersumber dari air hujan, air permukaan, air tanah dan mata air. Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES//PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum menegaskan bahwa air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

PDAM Tirtadeli merupakan perusahaan daerah sebagai penyedia layanan air bersih guna memenuhi kebutuhan masyarakat di Kecamatan Lubuk Pakam. Dikarenakan satu dan lain hal PDAM Tirtadeli memiliki keterbatasan kemampuan pengelola, baik secara teknik maupun manajerial yang akan mempengaruhi keberlanjutan sistem penyediaan air bersih sehingga diperlukan pertimbangan penyediaa air yang bersih.

Demi pemenuhan atas kebutuhan air bersih masyarakat di Kecamatan Lubuk Pakam, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk dapat meningkatkan kapasitas penampungan air pada bangunan IPA, dan mengevaluasi kualitas air bersih yang dihasilkan hingga tetap sesuai dengan standar air bersih yang telah ditetapkan oleh pemerintah serta untuk meninjau unit paket IPA demi memenuhi kebutuhan air bersih sampai ke konsumen dalam hal ini masyarakat di Kecamatan Lubuk Pakam.

TINJAUAN PUSTAKA

Air yang dikonsumsi sehari-hari dipengaruhi oleh jenis air dan jumlah pengguna air, serta karakteristik pengguna. Faktor-faktor yang mendorong adanya perbedaan tingkat penggunaan air yaitu jumlah penduduk, iklim, pembangunan, ekonomi dan kualitas air baku. Kriteria air bersih meliputi 3 (aspek) yaitu kualitas air, kuantitas air dan kontinuitas air. Kualitas air yaitu air harus memenuhi persyaratan kesehatan khususnya untuk air minum. Kuantitas air yaitu air harus cukup untuk memenuhi segala kebutuhan manusia dan kontinuitas air yaitu air tersebut harus selalu tersedia dan berada pada siklus.

Menurut Joetata (1997 dalam Lufira dkk, 2012), sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih banyak terdapat di alam. Sumber-sumber air dikelompokkan menjadi 4 (empat) yaitu :

- a) Air hujan, yaitu air angkasa yang airnya tergantung pada besar kecilnya curah hujan di wilayah tersebut.
- b) Air permukaan yaitu air yang memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan lebih lanjut karena biasanya air ini telah terkontaminasi dengan berbagai zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan.
- c) Air tanah yaitu air yang lebih sedikit polutannya karena berada di bawah permukaan tanah, tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat pengganggu kesehatan seperti kandungan Fe, Mn, kesadahan dan lain-lain.
- d) Mata air yaitu air yang jika dilihat dari kuantitasnya terbatas tetapi sangat baik bila dipakai sebagai air baku, karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah akibat adanya tekanan dalam tanah, sehingga belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemar.

Kriteria sumber air bersih yang layak dikonsumsi memenuhi persyaratan menurut Sutrisno T, dkk (2006) adalah sebagai berikut :

- a) Syarat Fisik, yaitu air tidak berwarna, air tidak berasa, air tidak berbau, suhu air hendaknya di bawah suhu udara sejuk (23°C-25°C), kadar bilangan yang disyaratkan dan tidak boleh dilampaui adalah sebagai yang dijabarkan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Syarat Fisik Air Bersih Layak Diminum

Parameter	Kadar (bilangan) yang disyaratkan	Kadar (bilangan) yang tidak boleh
Keasaman sebagai PK	7,0 – 8,5	Di bawah 6,5 di atas 9,5

Bahan-bahan padat	Tidak melebihi 50 mg/liter	Tidak melebihi 1.500 mg/liter
Warna (skala Pt.Co)	5 – 50 kesatuan	Tidak melebihi 50 ke satuan
Rasa	Tidak mengganggu	-
Bau	Tidak mengganggu	-

Sumber : Sutrisno T, dkk (2006)

- b) Syarat Kimia, yaitu air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan. Syarat kimia air minum meliputi Derajat Keasamaan (pH), Besi (Fe), Kesadahan jumlah (*Total Hardness*), Nitrat (NO_3^-), Nitrit (NO_2), Timbal (Pb).
- c) Syarat Bakteriologi, yaitu air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (pathogen) sama sekali tidak boleh mengandung bakteri golongan coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 1 coli/100 ml air.

Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Berdasarkan kebijakan penggunaan air bersih, maka kebutuhan air pada suatu kota didasarkan pada besarnya jumlah penduduk yang dilayani dikalikan dengan tingkat pelayanan/kebutuhan per kapita sesuai dengan klasifikasi kota dengan mempertimbangkan kebutuhan untuk non domestik seperti sosial, komersial, industri dan sektor lainnya (Miming Virganinda, 2018).

Adapun pedoman konsumsi air bersih yang dikeluarkan oleh Dirjen Pekerjaan Umum tahun 1989 dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Konsumsi Air Berdasarkan Kategori Kota

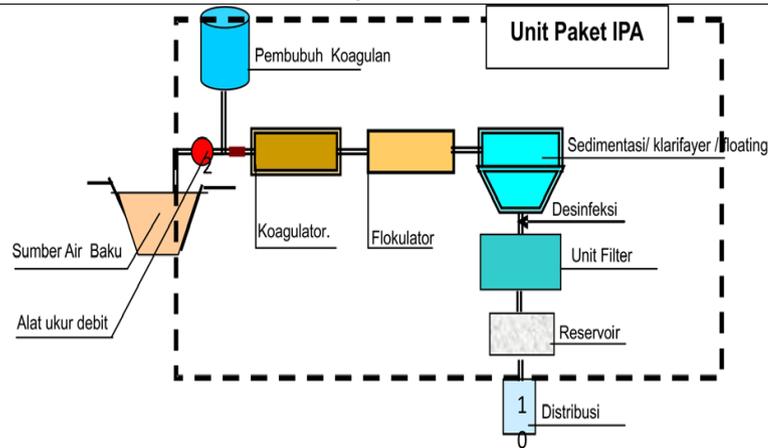
No.	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (orang)	Konsumsi Air (liter/org/hari)
1	Metropolitan	$\geq 5.000.000$	210
2	Besar	1.000.000 – 5.000.000	170
3	Sedang	100.000 – 1.000.000	150
4	Kecil	20.000 – 100.000	90

Sumber : DPU (1989)

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2018), jumlah penduduk Kecamatan Lubuk Pakam tahun 2018 adalah sebesar 97.996 yang kemudian berdasarkan Tabel 1, Kecamatan Lubuk Pakam merupakan kategori kota kecil dimana konsumsi air adalah 90 liter/org/hari. Dengan asumsi rata-rata penghuni/pelanggan adalah sebesar 4 orang. Sehingga diketahui debit air minum adalah sebesar 12 liter/pelanggan/bulan.

Sistem Pengolahan Air

Unit paket instalasi pengolahan air yang selanjutnya disebut unit paket instalasi pengolahan air adalah unit paket yang dapat mengolah air baku melalui proses fisik, kimia atau biologi tertentu dalam bentuk yang kompak sehingga menghasilkan air minum yang memenuhi baku mutu yang berlaku, didesain dan dibuat pada suatu tempat yang selanjutnya dapat dirakit di tempat lain dan dipindahkan, yang terbuat dari bahan pelat baja, dan plastik atau *fiber*.



Gambar 2. Unit Paket Instalasi Pengolahan Air (IPA)

METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, metode yang digunakan terdiri atas pengumpulan data dan observasi ke lapangan, analisa sumber air baku dan air produksi, perhitungan dan evaluasi kondisi eksisting instalasi dan optimalisasi instalasi.

Pengumpulan data dan observasi langsung ke lapangan bertujuan untuk mendapatkan data yang diperlukan dan kemudian dilakukan analisa. Data yang dikumpulkan terdiri data primer yaitu data observasi ke IPA untuk mengetahui kondisi di lokasi penelitian dan pengukuran dimensi unit-unit pengolahan instalasi serta data sekunder yaitu berupa *Master plan* IPA Tirtadeli, Gambar detail unit-unit IPA Tirtadeli, Kapasitas instalasi dan kapasitas produksi, Jumlah wilayah layanan, Jumlah penduduk wilayah Kecamatan Lubuk Pakam dan Kondisi geologi, geografis, topografi, hidrologi dan lain-lain di Kecamatan Lubuk Pakam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Sampai Tahun 2032

Dalam perhitungan proyeksi jumlah penduduk pada penelitian ini digunakan Metode Aritmatika yang didasarkan pada jumlah penduduk Kecamatan Lubuk Pakam tahun 2014 – 2018. Adapun jumlah penduduk Kecamatan Lubuk Pakam tahun 2014 – 2018 dijabarkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Jumlah Penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Tahun 2014 – 2018

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2014	89.873
2015	91.981
2016	94.208
2017	96.306
2018	98.662

Sumber : Badan Pusat Statistik Lubuk Pakam (2014 – 2018)

$$P_t = P_o + (P_r \cdot n)$$

$$P_r = \frac{P_o - P_t}{n}$$

$$= \frac{98.662 - 89.873}{2014 - 2018}$$

$$= 1.758 \text{ jiwa/tahun}$$

$$P_t = P_o + (P_r \cdot n)$$

$$P_{2018} = 98.662 + (1758 \cdot 1)$$

$$= 100.420 \text{ jiwa}$$

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Tahun 2019 – 2032

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2019	100.420	2026	112.726
2020	102.178	2027	114.484
2021	103.936	2028	116.242
2022	105.694	2029	118.000
2023	107.452	2030	119.758
2024	109.210	2031	121.516
2025	110.968	2032	123.274

Sumber : Hasil perhitungan (2021)

Berdasarkan Tabel 4 di atas, jumlah penduduk Kecamatan Lubuk Pakam pada tahun 2032 adalah sebesar 123.274 jiwa, maka kebutuhan air tidak lagi di kategorikan sebagai kota kecil melainkan menjadi kategori kota sedang dengan kebutuhan air yaitu sebesar 150 liter/orang/hari.

Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Sampai Tahun 2032

Berdasarkan proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Lubuk Pakam tahun 2032, maka besaran konsumsi air bersih dengan target layanan PDAM sebesar 70% dijelaskan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Konsumsi Air Bersih Target Layanan PDAM Sebesar 70%

Tahun	Jumlah Proyeksi Penduduk (jiwa)	Target Layanan PDAM 70% (jiwa)
2028	116.242	81.369
2029	118.000	82.600
2030	119.758	83.830
2031	121.516	85.061
2032	123.274	86.291

Sumber : Hasil perhitungan (2021)

Tahun 2028

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Air Pelanggan} &= 81.369 \times 150 \text{ liter/org/hari} \\ &= 12.205.350 \text{ liter/org/hari} \\ &= 141,2 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Tahun 2029

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Air Pelanggan} &= 82.600 \times 150 \text{ liter/org/hari} \\ &= 12.390.000 \text{ liter/org/hari} \\ &= 143,4 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Tahun 2030

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Air Pelanggan} &= 83.830 \times 150 \text{ liter/org/hari} \\ &= 12.574.500 \text{ liter/org/hari} \\ &= 145,5 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Tahun 2031

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Air Pelanggan} &= 85.061 \times 150 \text{ liter/org/hari} \\ &= 12.759.150 \text{ liter/org/hari} \\ &= 147,6 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Tahun 2032

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Air Pelanggan} &= 86.291 \times 150 \text{ liter/org/hari} \\ &= 12.943.650 \text{ liter/org/hari} \\ &= 149,8 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Tabel 6. Konsumsi Air Pelanggan Tahun 2028 – 2032

Tahun	Target Layanan PDAM 70% (jiwa)	Konsumsi Air Pelanggan (liter/detik)
2028	81.369	141,2
2029	82.600	143,4
2030	83.830	145,4
2031	85.061	147,6
2032	86.291	149,8

Sumber : Hasil perhitungan (2021)

Data Teknik Instalasi Pengolahan Air Sungai Ular

Unit Koagulasi

Unit Koagulasi adalah proses pencampuran bahan kimia (koagulan) dengan air baku sehingga membentuk campuran yang homogen. Dimensi unit koagulasi (pengaduk cepat) dapat ditentukan dengan persamaan untuk hidrolis jenis pengaduk statis.

Debit (Q)	=	150 Lpd
	=	0,15 m ³ /det
Panjang (P)	=	1,3 m
Lebar (L)	=	2,85 m
Tinggi eff (T)	=	0,4 m
Free board	=	0,5 m
Tinggi bak	=	1,35 m
Tinggi terjunan	=	0,9 m
Massa jenis air	=	998,2 kg/m ³
Kerapatan massa air	=	0,00101 kg/m.det
Gravitasi	=	9,81 m/det ²

Hasil evaluasi terhadap unit koagulasi adalah sebagai berikut :

Volume (C)	=	1,482 m ²
Waktu tampung (Td)	=	9,88 detik
	=	0,164 menit
Gradient kecepatan (G)	=	939,7782335 / detik

Unit Flokulasi

Unit Flokulasi adalah proses pembentukan partikel flok yang besar dan padat agar dapat diendapkan. Dimensi unit flokulasi (pengaduk lambat) dapat ditentukan dengan persamaan untuk tipe hidrolis jenis pengaduk statis. Ukuran dimensi Unit Flokulasi Bak 1 dan Bak 2 adalah sebagai berikut.

Debit (Q)	=	150 Lpd
	=	0,15 m ³ /det
Panjang sisi (P)	=	0,9 m
Tinggi eff (T)	=	5,02 m
Free board	=	0,38 m
Tinggi bak	=	5,4 m
Massa jenis air	=	998,2 kg/m ³
Kerapatan massa air	=	0,00101 kg/m.det
Gravitasi	=	9,81 m/det ²

Sedangkan ukuran dimensi Unit Flokulasi Bak 3 dan Bak 4 adalah sebagai berikut.

Debit (Q)	=	150 Lpd
	=	0,15 m ³ /det
Panjang sisi (P)	=	0,9 m
Tinggi eff (T)	=	4,85 m
Free board	=	0,55 m

Tinggi bak	=	5,4 m
Massa jenis air	=	998,2 kg/m ³
Kerapatan massa air	=	0,00101 kg/m.det
Gravitasi	=	9,81 m/det ²

Ukuran dimensi Unit Flokulasi Bak 5 adalah sebagai berikut.

Debit (Q)	=	150 Lpd
	=	0,15 m ³ /det
Panjang sisi (P)	=	0,9 m
Tinggi eff (T)	=	4,72 m
Free board	=	0,68 m
Tinggi bak	=	5,4 m
Massa jenis air	=	998,2 kg/m ³
Kerapatan massa air	=	0,00101 kg/m.det
Gravitasi	=	9,81 m/det ²

Dan ukuran dimensi Unit Flokulasi Bak 6 adalah sebagai berikut.

Debit (Q)	=	150 Lpd
	=	0,15 m ³ /det
Panjang sisi (P)	=	0,9 m
Tinggi eff (T)	=	4,85 m
Free board	=	0,7 m
Tinggi bak	=	5,4 m
Massa jenis air	=	998,2 kg/m ³
Kerapatan massa air	=	0,00101 kg/m.det
Gravitasi	=	9,81 m/det ²

Hasil evaluasi unit Flokulasi (aliran *up and down* gravitasi biasa) adalah sebagai berikut :

Bak 1

Volume (C)	=	11,35053 m ³
Waktu tampung (Td)	=	75,6702 detik
	=	1,264 menit
Head loss (H)	=	0,33 m
Gradient kecepatan (G)	=	205,6256 / detik

Bak 2

Volume (C)	=	11,35053 m ³
Waktu tampung (Td)	=	75,6702 detik
	=	1,264 menit
Head loss (H)	=	0
Gradient kecepatan (G)	=	0

Bak 3

Volume (C)	=	11,35053 m ³
Waktu tampung (Td)	=	75,6702 detik
	=	1,264 menit
Head loss (H)	=	0,17 m
Gradient kecepatan (G)	=	147,5858 / detik

Bak 4

Volume (C)	=	11,35053 m ³
Waktu tampung (Td)	=	75,6702 detik
	=	1,264 menit
Head loss (H)	=	0
Gradient kecepatan (G)	=	0

Unit Sedimentasi

Unit Sedimentasi adalah proses pemisahan padatan dan air berdasarkan berat jenis dengan cara pengendapan. Hasil evaluasi unit sedimentasi adalah sebagai berikut.

Panjang sisi (P)	=	5,44 m
Lebar (L)	=	5,13 m
Tinggi eff (T)	=	6,7 m
Volume (V)	=	186,97 m ³
Waktu tampung (Td)	=	1.246,522 detik
	=	20,816 menit
Kapasitas olahan (q)	=	150 liter/detik
	=	150.000 cm ³ /detik
Beban permukaan (S ₀)	=	0,01 cm/detik
Kecepatan mengendap flok (U _f)	=	0,01 cm/detik
Jarak antar plat (W)	=	3
Tinggi plat ruang pengendap (H)	=	20
Kemiringan plat (α)	=	60°
	=	sin 60° = 0,87
	=	cos 60° = 0,5
	=	tan 60° = 1,73

Uji Filtrasi

Uji Filtrasi adalah proses pemisahan padatan dari supernatant melalui media penyaring. Dimensi unit filtrasi (penyaring) ditentukan dengan persamaan berikut.

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

dimana :

Luas penampang bak (A)	=	418,61 m ²
Debit (Q)	=	150.000 cm ³ /detik
Kecepatan penyaringan (V)	=	0,003 m/detik

Berdasarkan ketentuan parameter kecepatan penyaringan (V) dalam standar SNI 19-6774-2002 untuk unit filtrasi, maka nilai V yang diizinkan harus < 6 – 11 m/jam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa unit filtrasi masih layak atau sesuai dengan kriteria desain.

Tabel 7. Hasil Analisis Instalasi Pengolahan Air (IPA)

Item Penilaian		SNI 6774:2008	Hasil Perhitungan	
Unit Koagulasi	Gradient kecepatan (G)	> 750/detik	939,78/detik	Memenuhi
	Unit Flokulasi	5 – 65/detik	50,62152/detik	Tidak Memenuhi
	Waktu tinggal	30 – 40 menit	454,1 menit	Memenuhi
Unit Sedimentasi	Renold Number (Re)	< 2000	0,14851	
	Froud Number (Fe)	>10 ⁻⁵	6,7958	Memenuhi
Unit Filtrasi	Kecepatan penyaringan			Memenuhi
	- V	6 – 11 m/jam		
	- V _{maks}	0,003 m/detik	0,0021 m/detik	

KESIMPULAN

Kesimpulan yang ditemukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2032 yaitu sebesar 123.274 jiwa, maka kebutuhan air bersih yang dapat dilayani oleh PDAM Tirtadeli sebanyak 86.291 jiwa dengan konsumsi pelanggan 150 liter/orang/hari.
2. Berdasarkan hasil evaluasi kondisi bangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Tirtadeli, kriteria desain yang memenuhi standar yaitu unit koagulasi, unit sedimentasi dan unit filtrasi. Sedangkan pada unit flokulasi tidak memenuhi standar kriteria desain IPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air SNI 6774:2008*. Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. 2010. Jakarta.
- Virganinda, M., B. 2018. *Kebutuhan Air Bersih Pada Tahun 2021 di Kota Pulang Pisau Menggunakan Metode Aritmatik*. Media Ilmiah Teknik Sipil Vol. 6, No. 2 Juni 2018. Hal. 79-84.