

# Perencanaan Sistem Daur Ulang Air Buangan Proses di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Teritip Kota Balikpapan

Abi Asmara Qurba dan Alfian Purnomo

Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS)

*e-mail*: alfanpurnomo@gmail.com

**Abstrak**—Ketersediaan air baku masih menjadi salah satu masalah di Kota Balikpapan. IPA Teritip merupakan satu-satunya yang menggunakan sumber air baku dari Waduk Teritip dan baru beroperasi tahun 2019 sebagai pemenuhan penyediaan air minum untuk sebagian besar wilayah Kecamatan Balikpapan Timur. Sehingga untuk mengatasi ketersediaan air baku yang tidak menentu yaitu dengan melakukan daur ulang dari air buangan pada proses pengolahan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Teritip. Perencanaan pengembangan ini menggunakan metode penyesuaian dengan prinsip dan kriteria perencanaan SPAM. Analisis dilakukan secara mendalam pada penggunaan air dalam unit proses, debit air buangan proses dan membandingkan efisiensi pengolahan. Sebelum menentukan sistem daur ulang air buangan, dilakukan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan secara langsung pada survey lapangan dan analisis air buangan di laboratorium. Data sekunder dihimpun melalui arsip PDAM dan penelitian terdahulu. Setelah itu dilakukan pengolahan data dan perencanaan sistem daur ulang berdasarkan kriteria desain dan prinsip pengolahan air minum. Hasil dari pengolahan data dan perencanaan sistem daur ulang berupa jumlah debit air buangan yang dapat digunakan kembali sebesar 574,67 m<sup>3</sup>/hari, *Detail Engineering Design (DED)* yang meliputi perhitungan desain dan gambar detail unit ekualisasi (5,3 m x 5,3 x 2 m), unit sedimentasi (8,8 m x 2,2 m x 3 m) dan *Sludge Drying Bed* (5,3 m x 2,6 m x 1,5 m) dengan volume *Bill of Quantity (BOQ)* sejumlah 843 m<sup>3</sup>, Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar Rp 405.970.000 dan biaya pengoperasian dan pemeliharaan sistem pengolahan daur ulang air buangan sebesar Rp. 56.834.064/tahun serta analisis kondisi eksisting pengolahan air minum terhadap pengolahan air buangan kembali yang dilakukan pada unit koagulasi dan flokulasi, unit sedimentasi dan unit filtrasi IPA Teritip.

**Kata Kunci**—Air Minum, Balikpapan, Daur Ulang, IPA Teritip, Ketersediaan Air Baku, Perencanaan.

## I. PENDAHULUAN

KELANGKAAN sumber air baku menjadi tantangan tersendiri bagi Kota Balikpapan dalam mengolah air baku menjadi air minum. Wilayah Kota Balikpapan yang berada di pesisir pantai dan tidak memiliki sungai besar menyebabkan terbatasnya pasokan air baku. Sumber air baku yang digunakan hanya berasal dari waduk, aliran sungai kecil dan sumur air tanah. Penggunaan sumber air baku terbesar berasal dari waduk yang sangat bergantung pada curah hujan. Sedangkan perubahan musim yang tidak menentu juga mempengaruhi ketersediaan pasokan air baku.

Waduk Teritip merupakan sumber air baku yang baru dimanfaatkan pada pertengahan tahun 2019 sebagai pasokan air minum. Pemanfaatan air baku menjadi air minum

memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum disalurkan kepada penduduk. Berdasarkan dokumen RISPAM Kota Balikpapan, IPA Teritip merupakan satu-satunya instalasi pengolahan air minum yang menggunakan air baku dari Waduk Teritip sebagai pasokan utama, yang direncanakan memproduksi air dengan target pelayanan sebesar 200 L/detik. Kebutuhan air bersih masyarakat Kota Balikpapan yang berjumlah ±655.178 jiwa pada tahun 2021 belum sepenuhnya terlayani, baru mencakup 78,9% dari jumlah penduduk. Selain permasalahan defisit air yang cenderung meningkat setiap tahunnya, penurunan kualitas badan air akibat pencemaran juga masih tinggi. Beberapa alternatif pengembangan infrastruktur air baku yang dapat dipilih untuk mengatasi permasalahan krisis air baku di kota Balikpapan dapat berupa, pertama membangun embung, bendungan dan penampungan lainnya dengan total 1500 L/detik, kedua pengambilan interkoneksi antar DAS dari Bendungan Samboja di Kabupaten Kutai Kartanegara sebesar 100 L/detik dan dari Bendungan Sepaku Semoi di Kabupaten Penajam Paser Utara sebesar 1.500 L/detik sehingga total pengambilan yang dapat disuplai ke kota Balikpapan sebesar 1.600 L/detik dan yang ketiga inovasi pengadaan sumber air baku dengan proses daur ulang (*recycling*). Pengambilan keputusan terhadap alternatif yang dipilih harus melalui proses uji kelayakan yang memenuhi kriteria manfaat teknis dan lingkungan, manfaat sosial ekonomi dan manfaat finansial [1]. Salah satu langkah yang memungkinkan untuk dilakukan dalam jangka waktu dekat pada IPA Teritip yaitu dengan melakukan inovasi daur ulang air buangan proses sebagai air baku kembali. Daur ulang air limbah atau buangan mempunyai dua fungsi yaitu sebagai kontrol pencemaran air dan sebagai suplai air [2]. Sebagian besar instansi pengelolaan air bersih dibangun untuk tujuan dan fungsi tertentu (tunggal). Hasil optimal daur ulang air dapat diperoleh dengan cara menerapkan perencanaan dengan beberapa tujuan (*multi purpose*) serta menggabungkan antara pengelolaan air buangan dengan air bersih [3]. Oleh karena itu untuk memaksimalkan penggunaan air pada IPA Teritip dan mencegah pembuangan air yang berlebihan pada badan air diperlukan perencanaan proses daur ulang air buangan proses kembali.

## II. METODE PERENCANAAN

### A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam perencanaan. Terdapat 2 sumber data yang digunakan yakni data primer dan data sekunder. Data-

data yang diperlukan meliputi :

#### 1) Data Primer

- Debit air buangan proses yang dihitung dengan menggunakan waterflow meter
- Pengujian kualitas air buangan proses yang dilakukan dengan metode *grab sampling* pada 2 titik outlet yang berbeda

#### 2) Data Sekunder

- Gambaran umum perusahaan yang didapatkan dari profil perusahaan
- Dimensi unit pengolahan eksisting dan uji kualitas air baku Waduk Teritip yang didapatkan dari arsip PDAM Kota Balikpapan
- Baku mutu badan air mengacu pada Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021
- Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kota Jakarta Tahun 2018
- Pedoman Standar Minimal 2021 INKINDO

#### B. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data meliputi perhitungan debit, pengujian kualitas, penetapan baku mutu effluent air buangan yang disesuaikan dengan kualitas Waduk Teritip dan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 [4], perhitungan dimensi unit pengolahan daur ulang air buangan proses, penggambaran DED (*Detail Engineering Design*) menggunakan software AutoCAD, perhitungan BOQ (*Bill of Quantity*) dan RAB (Rencana Anggaran Biaya) untuk unit pengolahan daur ulang air buangan proses.

#### C. Hasil dan Pembahasan

Dari data yang telah dianalisis akan dilakukan pembahasan dari perhitungan debit air buangan proses yang dapat digunakan kembali, analisis kualitas air buangan proses dan masing-masing unit pengolahan terkait dengan kriteria desain, perhitungan dimensi, profil hidrolis semua unit hingga perhitungan BOQ dan RAB untuk semua unit pengolahan daur ulang air buangan proses. Pembahasan dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kriteria desain dengan perencanaan dimensi unit-unit pengolahan daur ulang air buangan proses.

#### D. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapatkan dari hasil pembahasan yang menjawab tujuan perencanaan. Sedangkan saran berisi hal-hal yang masih dapat dikerjakan dengan lebih baik dan dapat dikembangkan lebih lanjut.

### III. PEMBAHASAN

#### A. Analisis Debit Air Buangan Proses

Air buangan yang berada pada IPA Teritip merupakan campuran dari air *backwash* filter pasir dan buangan lumpur unit sedimentasi. Pada IPA Teritip, pencucian filter atau *backwash* dilakukan sebanyak tiga kali dalam sehari pada rentang waktu setiap 8 jam. Debit air yang dibutuhkan dalam mencuci sebuah sand filter yaitu sebesar 90 m<sup>3</sup>. Dikarenakan pencucian dilakukan selama tiga kali dalam sehari, sehingga akumulasi debit air *backwash* yang dibuang yaitu sebesar 270 m<sup>3</sup>. Sedangkan pengurasan lumpur pada

Tabel 1.  
Karakteristik Air Buangan Proses IPA Teritip

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa
1	TSS	mg/l	604	Spektrofotometri
2	BOD	mg/l	11	Oxydirect
3	COD	mg/l	40	Spektrofotometri
4	Besi (Fe)	mg/l	4,21	Spektrofotometri
5	Mangan (Mn)	mg/l	0,84	Spektrofotometri

unit sedimentasi pun juga dilakukan sebanyak tiga kali dalam sehari pada rentang waktu setiap 8 jam. Sedangkan pengurasan lumpur pada unit sedimentasi pun juga dilakukan sebanyak tiga kali dalam sehari pada rentang waktu setiap 8 jam. Total waktu pengurasan dilakukan selama 25 menit. Debit lumpur sedimentasi yang dibuang selama satu kali pengurasan sebesar 100 m<sup>3</sup>. Dikarenakan pengurasan dilakukan selama tiga kali dalam sehari, sehingga akumulasi debit lumpur sedimentasi yang dibuang yaitu sebesar 300 m<sup>3</sup>. Kemudian terdapat penambahan debit filtrate SDB sebesar 4,67 m<sup>3</sup>. Sehingga didapatkan debit air buangan yang diolah per hari sebesar 574,67 m<sup>3</sup>.

#### B. Analisis Kualitas Air Buangan Proses

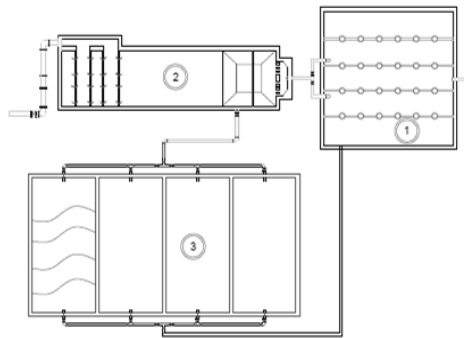
Pada perencanaan kali ini penentuan kualitas air buangan dilakukan pada sampel yang berasal dari outlet 1 dan 2. Pengujian kualitas sampel dilakukan di laboratorium kesehatan daerah Kota Balikpapan. Pada Tabel 1 berikut merupakan data karakteristik campuran dari kedua outlet pada IPA Teritip yang melebihi baku mutu maupun air baku Waduk Teritip itu sendiri:

Dari hasil uji laboratorium di atas, dapat dilihat bahwa parameter yang belum memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 meliputi TSS, BOD, COD, besi (Fe) dan mangan (Mn). Dengan berdasarkan pada hasil analisis itulah, untuk perencanaan pengolahan daur ulang kali ini akan merancang pengolahan daur ulang yang sesuai untuk air buangan proses yang bersumber dari outlet 1 dan 2.

#### C. Alternatif Pengolahan

Pada perencanaan pengolahan sistem daur ulang air buangan proses ini diperlukan alternatif-alternatif pengolahan yang dapat digunakan sesuai dengan karakteristik dari air buangan proses. Pada alternatif pertama yaitu menggunakan unit sedimentasi. Bak sedimentasi berfungsi untuk menyisihkan partikel diskrit maupun chemical flok melalui pengendapan secara gravitasi. Kemudian air hasil dari unit pengolahan alternatif pertama nantinya akan dilanjutkan menuju unit *cascade aerator* eksisting IPA Teritip. Pengaliran pada *cascade aerator* dipilih dengan mempertimbangkan adanya besi dan mangan yang masih terlepas dan tidak mengendap, sehingga dengan adanya proses aerasi diharapkan dapat menurunkan besi dan mangan.

Pada alternatif kedua memiliki pengolahan yang sama dengan alternatif pertama. Perbedaan dari kedua alternatif yaitu pengaliran hasil air olah yang berbeda. Pada alternatif kedua, air daur ulang akan dialirkan menuju unit koagulasi dan flokulasi eksisting karena kandungan besi dan mangan yang diasumsikan sudah menurun akibat aerasi pada unit pengolahan sebelumnya. Kemudian pada unit koagulasi dan



Gambar 1. Layout Pengolahan Daur Ulang Air Buangan Proses Tanpa Skala.

flokulasi juga dapat menyisihkan besi dan mangan yang masih terlarut dengan penambahan bahan kimia kembali serta peningkatan inti flok dari koloid yang lolos dari unit pengendapan sebelumnya.

Pada alternatif ketiga unit pengolahan yang digunakan merupakan kombinasi dari unit koaflo dan sedimentasi. Unit koagulasi dan flokulasi diharapkan dapat membantu untuk meningkatkan efisiensi pengendapan pada unit sedimentasi dengan adanya penambahan koagulan kembali, sehingga hasil pengolahan alternatif ketiga akan menghasilkan air dengan kualitas pencemar yang lebih sedikit. Oleh karena itu, air pengolahan pada alternatif ketiga dapat langsung dialirkan ke unit filtrasi eksisting IPA Teritip, untuk menghilangkan parameter pencemar yang tersisa. Semua pertimbangan alternatif ini akan dinilai berdasarkan beberapa aspek meliputi efisiensi pengolahan, ketersediaan lahan, kebutuhan biaya, kebutuhan energi serta kemudahan operasi dan pemeliharaan.

Berdasarkan hasil skoring didapatkan bahwa alternatif I dan III memiliki total nilai skoring paling tinggi. Namun alternatif yang dipilih yaitu alternatif I dengan pengolahan air buangan menggunakan unit ekualisasi, unit sedimentasi kemudian menuju unit *cascade aerator* eksisting. Alternatif I dipilih dengan mempertimbangkan untuk mencegah besi dan mangan yang dapat terlepas kembali, sehingga diperlukan proses aerasi yang mana lebih memungkinkan dibandingkan dengan penambahan bahan kimia.

**D. Perhitungan Detail Engineering Design**

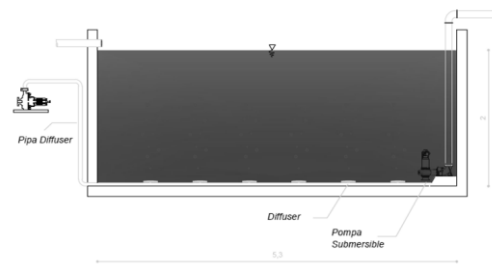
Perhitungan yang dilakukan meliputi perhitungan unit bangunan unit bak ekualisasi, bak sedimentasi dan Sludge Drying Bed. Perhitungan bersumberkan dari berbagai literatur dengan mengacu pada SNI 6774:2008 mengenai Tata Cara Perencanaan Unit Paket Pengolahan Air [5]. Pengolahan yang terpilih disusun menjadi kompak seperti yang terlihat pada Gambar 1.

**1) Unit Ekualisasi**

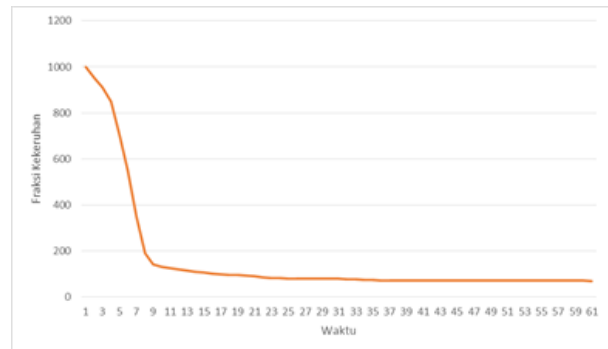
Bak ekualisasi berfungsi sebagai penampung air buangan untuk menstabilkan debit dan karakteristik air buangan sebelum masuk ke dalam unit pengolahan, sehingga efisiensi pengolahan tetap terjaga. Potongan bak ekualisasi ditampilkan pada Gambar 2.

**a) Direncanakan :**

Jumlah bak ekualisasi = 1 buah



Gambar 2. Potongan Bak Ekualisasi.



Gambar 3. Grafik Settleability Test.

Q tiap bak = 574,67 m<sup>3</sup>/hari  
 = 0,0067 m<sup>3</sup>/detik  
 Kedalaman (h) = 2 m  
 Freeboard = 0,3 m

**b) Dimensi Bak Ekualisasi**

A = 28 m<sup>2</sup>  
 Panjang : lebar = 1 : 1  
 Lebar = 5,3 m  
 Panjang = 5,3 m

Untuk mengalirkan air dari bak ekualisasi menuju pengolahan selanjutnya digunakan pompa *submersible* dengan perhitungan diameter pipa sebesar 100 mm. Sedangkan untuk mencegah terjadinya pengendapan pada bak ekualisasi maka dipasang *ceramic diffuser disk* berjumlah 24 buah.

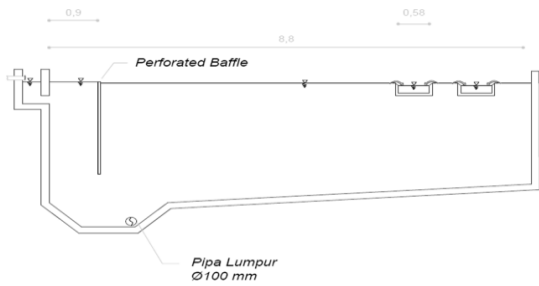
**2) Unit Sedimentasi**

Pada penelitian ini dilakukan *settleability test* dengan menggunakan gelas ukur 1000 mL untuk mengetahui kemungkinan padatan tersuspensi dapat mengendap. Dari hasil *settleability test* didapatkan pengendapan padatan tersuspensi pada lumpur berdasarkan parameter fraksi volume lumpur dan waktu detensi, sehingga dihasilkan grafik seperti pada Gambar 3. berikut.

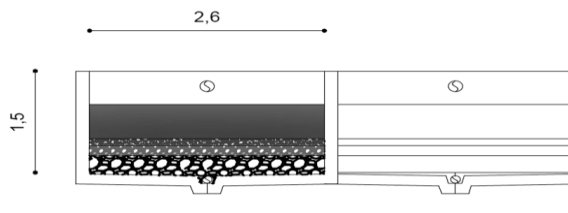
Berdasarkan grafik pada Gambar 3, dilakukan perhitungan Sludge Volume Index (SVI) dan SVI<sub>30</sub>. Pada SVI<sub>30</sub> merupakan volume lumpur pada waktu 30 menit yaitu sebesar 69 mL. Kemudian menghitung SVI menggunakan Persamaan (1).

$$SVI = \frac{SV_{130}}{TSS} \times 1000 \tag{1}$$

Nilai SVI pengolahan air limbah perkotaan yang beroperasi pada konsentrasi MLSS 2000-3500 mg/L adalah 80–150 [6]. SVI di bawah 100 merupakan indikasi lumpur mengendap dengan sangat baik. Pengendapan yang buruk ditandai dengan SVI yang tinggi dengan nilai SVI di atas



Gambar 4. Potongan Bak Sedimentasi



Gambar 5. Potongan Bak Sludge Drying Bed

200, Nilai SVI yang didapatkan pada percobaan settleability test sebesar 114,24, sehingga pengendapan masih dikategorikan mengendap dengan baik.

Pada bak sedimentasi diharapkan mampu menyisahkan padatan-padatan yang dapat mengendap sebelum air buangan dialirkan menuju proses selanjutnya. Bangunan sedimentasi direncanakan berbentuk *rectangular*. Potongan bak sedimentasi ditampilkan pada Gambar 4.

a. Dimensi Bak Sedimentasi

Volume	= 58,08 m <sup>3</sup>
Luas	= 19 m <sup>2</sup>
P:L	= 4 : 1
Lebar	= 2,2 m
Panjang	= 8,8 m
OFR	= 1,25 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jam
Cek Bilangan Reynolds & Bilangan Fraude	
Vh	= 0,000101 m/detik
Vsc	= 0,0230 m/detik
Vh < Vsc , maka tidak terjadi penggerusan	
Jari-jari hidrolis (R)	= 0,8 m
Nre	= 917,08 < 2000
Nfr	= 1 x 10 <sup>-7</sup>

b. Perforated Baffle

D lubang	= 0,1m
Panjang baffle	= 2,2 m
Tinggi baffle	= 2 m
V asumsi	= 0,6 m/detik
Luas tiap lubang	= 0,0078 m <sup>2</sup>
Luas baffle terendam	= 4,4 m <sup>2</sup>
Luas total lubang	= 0,18 m <sup>2</sup>
Jumlah lubang	= 24 buah
Susunan vertikal	= 4
Susunan horizontal	= 6
Jarak horizontal antar lubang	= 0,23 m
Jarak vertical antar lubang	= 0,32 m
R	= 0,025
Nre	= 1675,98 < 2000
Nfr	= 6,1 x 10 <sup>-4</sup>

c. Dimensi Ruang Lumpur

Luas permukaan (A1)	= 4,8 m <sup>2</sup>
---------------------	----------------------

Luas permukaan (A2)	= 1 m <sup>2</sup>
Volume sludge selama pengurasan	= 1,72 m <sup>3</sup>
Kedalaman (h)	= 0,6 m
Volume ruang lumpur	= 1,72 m

d. Zona Inlet

H rencana	= 0,27 m
B = lebar bak	= 0,17 m
V asumsi	= 0,8 m/detik
Slope	= 0,00005
Hf	= 0,00997 m
Head kecepatan	= 0,033 m
Headloss total	= 0,00997 m+ 0,033 m = 0,048 m

e. Zona Outlet

H total	= 0,1 m
Jumlah gutter	= 2 buah
Q tiap gutter	= 0,0066 m <sup>3</sup> /detik
Panjang gutter	= 2,2 m
Lebar gutter	= 0,98 m
Tinggi air di atas weir	= 0,014 m
Tebal weir	= 0,1 m

3) Unit Sludge Drying Bed

Potongan bak *sludge drying bed* ditampilkan pada Gambar 5.

Jumlah bak	= 5 buah
Q lumpur	= 5,15 m <sup>3</sup> /hari
Massa lumpur	= 280,24 kg/hari
Durasi pengisian	= 5 hari
Durasi pengeringan	= 12 hari
Durasi pengurasan	= 3 hari
Luas permukaan	= 13,58 m <sup>2</sup>
Panjang	= 5,3 m
Lebar	= 2,6 m
Ketinggian freeboard	= 0,5 m
Ketinggian cake	= 0,5 m
Ketinggian pasir	= 0,1 m
Ketinggian kerikil	= 0,15 m
Ketinggian batu kali	= 0,25 m
Ketinggian total SDB	= 1,5 m

E. Perhitungan BOQ dan RAB

Perhitungan *Bill of Quantity* pada perencanaan ini sebesar 863 m<sup>3</sup> dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) didasarkan pada AHSP Kota Jakarta tahun 2018 yang disesuaikan dengan faktor indeks biaya langsung Kalimantan Timur senilai 1,006 sehingga didapatkan rekapitulasi biaya sebesar Rp 405.970.000,00 serta biaya pengoperasian dan pemeliharaan sebesar Rp 56.834.064/tahun.

F. Analisis Kondisi Eksisting Terhadap Sistem Daur Ulang

Pada pengolahan air buangan dihasilkan kualitas air yang sudah melalui proses penghilangan pada beberapa parameter pencemar seperti TSS, BOD, COD, Fe dan Mn. Kualitas air buangan yang telah diolah perlu disesuaikan dengan kondisi air baku dari Waduk Teritip yang akan diolah mengingat bahwa hasil pengolahan air buangan akan dikembalikan pada unit pengolahan *eksisting* IPA Teritip. Oleh karena itu berikut ditampilkan perbandingan parameter pencemar pada air buangan yang sudah diolah dengan air baku pada Tabel 2.

Tabel 2.  
Perbandingan Kualitas Air

Parameter	Satuan	Kualitas Air			
		Baku Mutu	Air Baku Waduk	Air Daur Ulang	Air Baku Waduk + Daur Ulang
TSS	mg/l	40	20	120,80	23,22
BOD	mg/l	2	1	6,60	1,18
COD	mg/l	10	10	40	10,96
Besi	mg/l	0,3	1,5	4,21	1,59
Mangan	mg/l	0,1	0,2	0,84	0,22

Berdasarkan perbandingan kualitas sesuai Tabel 2, maka air buangan yang telah diolah sesuai perencanaan ini dapat dikembalikan ke pengolahan IPA Teritip *eksisting*. Selanjutnya dilakukan perhitungan pada unit pengolahan *eksisting* terhadap debit air daur ulang yang akan masuk.

Debit air baku = 17.280 m<sup>3</sup>/hari

Debit air buangan = 574,67 m<sup>3</sup>/hari

Debit air masuk total = 17.855 m<sup>3</sup>/hari

#### 1) Analisis Unit Koagulasi

Jumlah bak = 1 buah

Debit masuk = 17.855 m<sup>3</sup>/hari

Td injeksi = 18,19 detik

G = 1158,29/detik

Nilai G.td = 21.068,87

Nilai gradien kecepatan (G) memenuhi dari kriteria G antara 700 – 1000/detik dan G.Td minimum > 6 x 10<sup>4</sup>. Maka untuk dapat menampung air hasil daur ulang dapat perlu meningkatkan nilai G dengan cara memperbesar power pengadukan maupun menambah durasi.

#### 2) Analisis Unit Flokulasi

Jumlah bak = 6 buah

Ketinggian = 5 m

Volume bak = 19,01 m<sup>3</sup>

Td *eksisting* = 95,05 detik

Td baru = 92 detik

G1 = 282,10/detik

G2 = 236,02/detik

G3 = 178,42/detik

G4 = 154,51/detik

G5 = 89,21/detik

G6 = 63,08/detik

Pada unit flokulasi, waktu detensi dan nilai gradien kecepatan (G) mengalami peningkatan, akibatnya dapat menyebabkan proses pengadukan lambat tidak efisien. Namun peningkatan masih tidak terlalu besar sehingga masih dalam lingkup kriteria desain unit flokulasi *eksisting*.

#### 3) Analisis Unit Sedimentasi

Jumlah bak = 2 buah

Q tiap bak = 8.930,75 m<sup>3</sup>/hari

Panjang = 13 m

Lebar = 6,25 m

Kedalaman = 6 m

Luas permukaan = 81,25 m<sup>2</sup>

Volume tiap bak = 487,5 m<sup>3</sup>

Cek OFR = 4,57 m/jam

Nilai OFR yang dihasilkan melebihi kriteria desain yang mana seharusnya kriteria OFR berkisar antara 0,8 – 3,3 m/jam [7].

Cek td = 1,3 jam

Waktu detensi pada unit sedimentasi masih sesuai kriteria antara 1,5 – 3 jam.

Pada penambahan debit air buangan dapat direncanakan sebuah unit sedimentasi dengan dimensi :

Panjang = 8 m

Lebar = 2 m

Kedalaman = 3 m

Volume = 48 m<sup>3</sup>

Luas permukaan = 16 m<sup>2</sup>

Cek OFR = 1,5 m/jam

Cek td = 2 jam

#### 4) Unit Filtrasi

Jumlah bak = 6 buah

Q tiap bak = 2.975,83 m<sup>3</sup>/hari

Panjang = 5 m

Lebar = 3,5 m

Luas permukaan = 17,5 m<sup>2</sup>

Kecepatan filtrasi = 7,08 m<sup>3</sup>/detik

Kecepatan filtrasi pada unit filter *eksisting* IPA Teritip masih sesuai kriteria desain antara 4 – 12 m/jam [8] jika ditambahkan dengan debit air daur ulang.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada perencanaan sistem penggunaan air buangan proses kembali di IPA Teritip ini terdiri dari 4 poin, yakni : Air buangan proses pada IPA Teritip yang langsung dibuang ke badan air merupakan langkah yang merugikan dalam hal biaya. Pada perencanaan ini dilakukan perhitungan debit air buangan yang dapat digunakan kembali. Berdasarkan hasil perhitungan, debit air buangan yang dapat digunakan kembali sebesar 574,67 m<sup>3</sup>/hari.

Dalam pengembangan sistem penggunaan air buangan kembali dilakukan beberapa langkah. Pertama, mencari alternatif pengolahan untuk mengolah air buangan proses agar dapat digunakan kembali. Hasil dari scoring alternatif pengolahan didapatkan pengolahan alternatif I yang lebih sesuai dimana pengolahan diawali dengan bak ekualisasi dan dilanjutkan dengan bak sedimentasi lalu kembali menuju unit *cascade aerator eksisting* dan penambahan unit pengolahan lumpur yaitu *Sludge Drying Bed*. Kedua, dilakukan perhitungan dan perencanaan detail engineering design dari unit pengolahan air buangan dan didapatkan dimensi pada tiap unit pengolahan meliputi bak ekualisasi (5,3 m x 5,3 x 2 m), unit sedimentasi (8,8 m x 2,2 m x 3 m) dan *Sludge Drying Bed* (5,3 m x 2,6 m x 1,5 m).

Analisis kondisi *eksisting* pengolahan air minum terhadap pengembangan dari sistem penggunaan air buangan kembali di IPA Teritip didapatkan beberapa hal. Pertama, penambahan debit air buangan pada unit *cascade aerator eksisting* menyebabkan unit aerasi perlu dilakukan penyesuaian kembali. Kedua, penambahan debit air buangan pada unit koagulasi *eksisting* tidak memenuhi kriteria, diperlukan peningkatan nilai G dengan cara memperbesar power pengadukan maupun menambah durasi. Ketiga, penambahan debit air buangan pada unit flokulasi *eksisting* masih memenuhi kriteria. Keempat, unit sedimentasi *eksisting* tidak dapat menampung debit air baku maksimum sebesar 200 L/detik ditambah air daur ulang 6,6 L/detik.

Untuk menyesuaikan beban air yang masuk dapat direncanakan penambahan unit sedimentasi. Kelima, penambahan debit air daur ulang pada unit filtrasi *eksisting* masih memenuhi kriteria.

Total BOQ dan RAB dalam perencanaan sistem penggunaan air buangan proses kembali didapatkan beberapa hal. Pertama, berdasarkan perhitungan, didapatkan BOQ dari perencanaan ini dengan total sebesar 843 m<sup>3</sup>. Kedua, Berdasarkan perhitungan, didapatkan total rencana anggaran biaya untuk perencanaan sistem pengolahan daur ulang sebesar Rp 405.970.000 dan pengoperasian sistem pengolahan daur ulang sebesar Rp 56.834.064/tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Mersianty, M., Mahfud, "Pengembangan infrastruktur air baku kota Balikpapan," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 5, no. 2, 2017.
- [2] D. Ghernaout, "Increasing trends towards drinking water reclamation from treated wastewater," *World J. Appl. Chem.*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [3] N. I. Said, "Daur Ulang Air Limbah (Water Recycle) Ditinjau dari Aspek Teknologi, Lingkungan dan Ekonomi," *J. Air Indones.*, vol. 2, no. 2, 2006.
- [4] Pemerintah Pusat, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia, 2021.
- [5] Badan Standardisasi Nasional, *Tata Cara Perencanaan Unit Paket Pengolahan Air*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2008.
- [6] G. Qasim, S. R., dan Zhu, *Wastewater Treatment Plants, Planning, Design and Operation*. Japan: CBS College Publishing, 1985.
- [7] Metcalf dan Eddy, *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery*, 5th ed. Singapura: McGraw-Hill, Inc, 2014.
- [8] D. A. Schulz, C. R., dan Okun, *Surface water treatment for communities in developing countries*. New York: John Willey and Sons Inc, 1984.