

**EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DI WADUK
MELATI, KOTA JAKARTA PUSAT**

**PERFORMANCE EVALUATION OF WASTEWATER PROCESSING IN WADUK
MELATI, JAKARTA CITY**

***¹Mahardika Saputra, ²Etih Hartati dan ³Nico Halomoan**
Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional
e-mail: ¹mahardkss@gmail.com

Abstrak: Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Waduk Melati berfungsi untuk mengurangi beban pencemaran air limbah yang masuk ke dalam waduk yang dapat berpotensi menyebabkan adanya pencemaran air dan berdampak pada kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja IPAL Waduk Melati dengan membandingkan efisiensi dan kriteria desain unit pengolahan. Data kualitas air dibandingkan dengan baku mutu Permen LH No. 68 Tahun 2016, sedangkan kriteria desain dibandingkan dengan literatur menurut Qasim (1985). Hasil evaluasi terhadap efisiensi unit pengolahan menunjukkan parameter total coliform tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Berdasarkan hasil evaluasi unit pengolahan terhadap kriteria desain diketahui bahwa pada unit bar screen yang tidak memenuhi kriteria desain adalah jarak antar bar coarse screen dan jarak antar bar fine screen. Sedangkan pada unit RBC yang tidak memenuhi kriteria desain adalah waktu detensi organic loading rate dan hydarulic loading rate. Pada tangki aerasi yang tidak memenuhi kriteria desain yaitu volumetric loading, rasio makanan terhadap mikroorganisme dan waktu detensi. Dan pada bak sedimentasi yang tidak memenuhi kriteria desain yaitu overflow rate dan solid loading.

Kata kunci: air limbah domestik, IPAL Waduk Melati., RBC, tangki aerasi,

Abstract: Wastewater Treatment Plant (WWTP) Waduk Melati serves to reduce of wastewater pollution loading goes into Waduk Melati that can potentially cause pollution and impact to health. This study aims to evaluate the performance of WWTP, compare against efficiency and design criteria of the processing unit. Water quality data compared to the quality standard from Minister of Environment Regulations No. 68 Year 2016, while the design criteria are compared with the literature according to Qasim (1985). The result of evaluation of treatment units showed the total coliform parameter did not meet the regulation. Based on the evaluation of the processing unit on the design criteria, it is known that on bar screen unit that do not meet the design criteria are the distance between the coarse screen bar and the distance between the fine screen bar. While the RBC unit that does not meet the design criteria is the detention time, organic loading rate and hydarulic loading rate. In aeration tanks that do not meet the design criteria of volumetric loading the ratio of food to microorganisms and detention time. And on the sedimentation basin that does not meet the design criteria of overflow rate and solid loading.

Keywords: domestic wastewater, WWTP Waduk Melati, RBC, aeration tank.,

PENDAHULUAN

Kelurahan Kebon Melati merupakan pemukiman padat penduduk yang terletak di Jakarta Pusat dan memiliki luas sebesar 125,09 Ha. Limbah domestik yang dihasilkan sebagian mengalir ke Waduk Melati sehingga berpotensi mengakibatkan pencemaran. Limbah domestik sendiri, merupakan air limbah yang berasal dari kamar mandi, pencucian pakaian dan alat-alat dapur, serta kegiatan rumah tangga lainnya. Air limbah domestik dapat berpengaruh buruk terhadap berbagai hal, karena dapat berperan sebagai media pembawa penyakit (Sugiharto, 1987). Hasil penelitian Marisi *et.al* (2016) menggunakan metode IKA-NSF (*National Sanitation Foundation Water Quality Index*), Indeks Kualitas Air (IKA) Waduk Melati sebesar 41,27 yang berarti kondisi waduk termasuk kedalam kondisi buruk (tercemar).

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Waduk Melati Jakarta Pusat berfungsi untuk mengolah air limbah domestik yang dihasilkan oleh Kelurahan Kebon Melati sehingga dapat mengurangi beban pencemaran yang masuk ke dalam waduk. Instalasi Pengolahan Air Limbah

(IPAL) Waduk Melati melayani wilayah RW 06 dan 05 dari Kelurahan Kebon Melati, dimana memiliki jumlah penduduk sebesar 4.466 jiwa (PUSAIR, 2017). IPAL memiliki luas 486 m². Evaluasi IPAL bertujuan untuk mengetahui kinerja IPAL dalam menurunkan parameter pencemar sesuai dengan PermenLH No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Limbah Domestik dan juga untuk mengetahui rencana perbaikan yang akan dilakukan terhadap unit yang ada berkaitan dengan hasil evaluasi unit pengolahan terhadap kriteria desain.

METODOLOGI

Tahapan evaluasi dimulai dengan tinjauan pustaka dilanjutkan dengan pengumpulan data primer, sekunder dan pengolahan data hingga mendapatkan hasil evaluasi dengan langkah yang ditunjukkan pada gambar 1.

Tahap Pengumpulan Data Sekunder dan Primer

Data sekunder meliputi hasil pengukuran debit, hasil pemeriksaan kualitas air, dan profil IPAL Waduk Melati meliputi dimensi jumlah unit dan layout IPAL. Perolehan data sekunder dengan metode *desk study*. Sedangkan data primer diperoleh melalui wawancara dan observasi mengenai daerah layanan dan operasional IPAL.

Data kualitas air limbah yang masuk ke dalam IPAL diperoleh dari Laboratorium Balai Lingkungan Keairan tahun 2016 kemudian dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, sedangkan untuk mengetahui kinerja unit IPAL dilakukan evaluasi terhadap kriteria desain berdasarkan literatur yaitu Qasim (1985).

Pengolahan Data

Pengolahan data untuk evaluasi kinerja IPAL Waduk Melati terdiri dari:

- a. Perhitungan efisiensi penyisihan

Efisiensi penyisihan dihitung dengan melihat konsentrasi di awal unit dan di akhir atau output unit. Persamaan untuk menghitung efisiensi penyisihan setiap unit, yaitu:

$$\eta = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100 \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

- b. Perhitungan *headloss* untuk unit *screening*

Headloss pada unit *coarse screen* perlu ditentukan jarak batang, lebar batang, dan faktor bentuk batang berdasarkan literatur. Untuk mengetahui nilai *headloss* persamaan yang digunakan, yaitu (Qasim, 1985):

$$H = \beta \left(\frac{W}{B}\right)^{4/3} \times hv_{maks} \times \sin \theta \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

Untuk mengetahui besar *headloss* pada unit *fine screen* perlu ditentukan jarak batang, lebar batang, dan faktor bentuk batang berdasarkan literatur. Untuk mengetahui nilai *headloss* persamaan yang digunakan, yaitu (Qasim, 1985):

$$h_L = \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_{maks}}{CA}\right)^2 \dots\dots\dots \text{Persamaan 3}$$

- c. Penentuan nilai *hydraulic loading rate*, *organic loading rate*, dan waktu detensi dari unir RBC
- Untuk menentukan nilai waktu detensi persamaan yang digunakan, yaitu:

$$td = \frac{\text{Volume Air Buangan Dalam Reaktor}}{\text{Debit}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4}$$

Untuk menentukan nilai *hydraulic loading rate* persamaan yang digunakan, yaitu (Metcalf, 2004):

$$HLR = \frac{\text{Debit}}{\text{Jumlah stage x jumlah shaft tiap stage x densitas}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 5}$$

Sedangkan, untuk mengetahui nilai *organic loading rate* persamaan yang digunakan, yaitu (Metcalf, 2004):

$$L_{org} = \frac{\text{Debit x konsentrasi BOD}}{\text{Jumlah stage x jumlah shaft tiap stage x densitas}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 6}$$

- d. Penentuan nilai rasio F/M, *volumetric loading rate*, dan waktu detensi dari unit aerasi
 Rasio F/M biasa digunakan untuk evaluasi sistem, untuk mengetahui rasio F/M persamaan yang digunakan, yaitu (Qasim, 1985):

$$F/M = \frac{Q (S_0 - S)}{V_{MLSS}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 7}$$

Sedangkan untuk mengetahui nilai *volumetric loading rate* persamaan yang digunakan, yaitu (Qasim, 1985):

$$\text{volumetric loading rate} = \frac{Q \cdot S_0}{V} \dots\dots\dots \text{Persamaan 8}$$

- e. Perhitungan waktu detensi, *overflow rate*, dan *solid loading* pada bak pengendap
 Untuk mengetahui nilai waktu detensi yaitu (Qasim, 1985):

$$T_d = \frac{\text{Volume}}{\text{Debit}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 9}$$

Sedangkan untuk mengetahui nilai *overflow rate* yaitu (Qasim, 1985):

$$\text{Overflow rate} = \frac{\text{Debit rata-rata}}{\text{Luas}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 10}$$

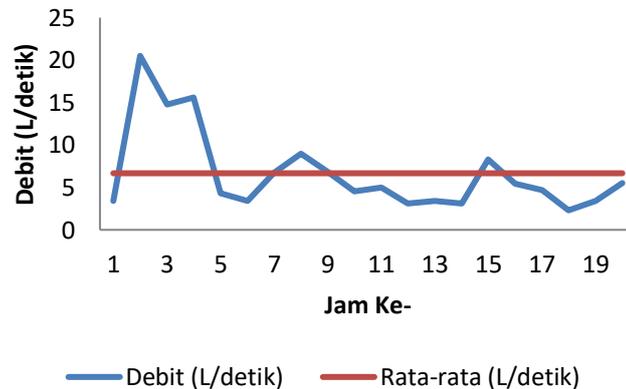
Dan untuk mengetahui nilai *solid loading* (Qasim, 1985):

$$\text{Solid loading} = \frac{Q \times TSS}{\text{luas}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 11}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuantitas Air Limbah yang Masuk ke Dalam IPAL

Debit yang masuk ke dalam IPAL berasal dari air limbah yang bergabung dengan drainase air hujan, sehingga kuantitas air limbah yang masuk tidak hanya dipengaruhi oleh aktivitas manusia, tetapi dipengaruhi juga oleh curah hujan di daerah tersebut. Pengukuran kuantitas dilakukan dengan menggunakan alat *current meter* yang diletakan pada inlet IPAL, hasil pengukuran fluktuasi debit yang masuk kedalam IPAL terdapat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Pengukuran Debit Air Limbah IPAL Waduk Melati

Sumber: PUSAIR, 2017

Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh rata-rata debit yang masuk yaitu 6,67 l/dt sedangkan kapasitas IPAL eksisting yaitu 5,78 l/dt hal tersebut menunjukkan bahwa debit yang masuk kedalam IPAL melebihi kapasitas yang ada. Debit puncak terjadi pada tanggal 19 Juli 2016 Pukul 18:00 dengan debit sebesar 20,5 l/dt, debit puncak disebabkan oleh adanya hujan.

Evaluasi Efisiensi Unit Pengolahan

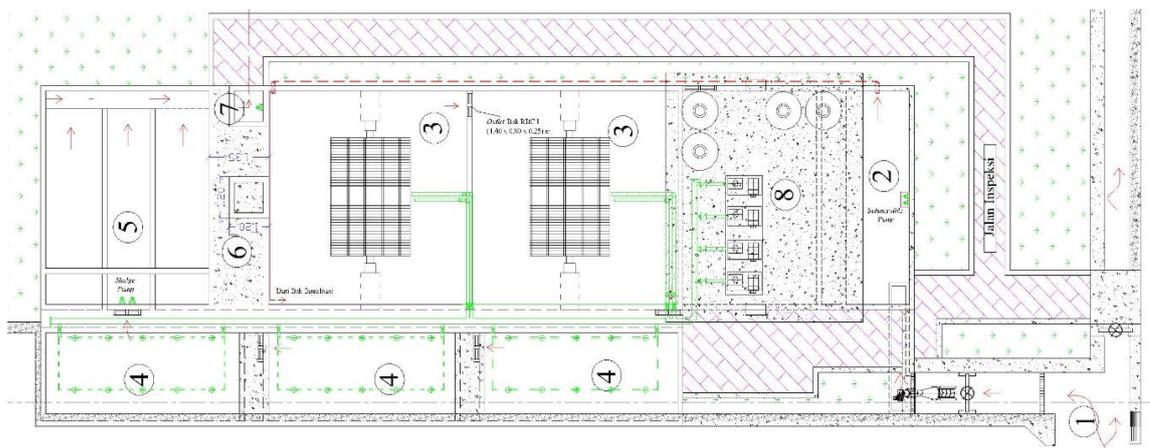
Data kualitas air limbah eksisting diperoleh dari Balai Lingkungan Keairan kemudian dibandingkan dengan baku mutu Permen LH No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Hasil uji kualitas air limbah pada inlet dan outlet IPAL terdapat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Hasil Uji Kualitas Eksisting Air Limbah pada Inlet dan Outlet IPAL Waduk Melati Jakarta Pusat

Parameter	Satuan	Hasil Pengujian Rata-rata		Permen LH No. 68 Tahun 2016	Keterangan
		Influen	Effluent		
pH		7,46	7,64	6 -9	Memenuhi
BOD	mg/l	20,6	15,2	30	Memenuhi
COD	mg/l	48,4	37,4	100	Memenuhi
TSS	mg/l	31,6	12,6	30	Memenuhi
Minyak dan Lemak	mg/l	0,32	0,22	5	Memenuhi
Total Coli	Jml koloni /100 ml	935 x 10 ⁶	4,64 x 10 ⁶	3.000	Tidak Memenuhi
Ammonia	mg/l	8,12	6,99	10	Memenuhi

Sumber: Laboratorium Balai Lingkungan Keairan, 2017

Sampling dilakukan dengan metode *grab sampling* dimana contoh air diambil secara berturut-turut pada jangka waktu tertentu yaitu pada tanggal 19 Juli 2016 dan 20 Juli 2016 dengan rentang waktu 3-4 jam, pemeriksaan dilakukan pada masing-masing contoh air. Titik *sampling* dilakukan pada inlet IPAL yaitu sebelum *bar screen* dan outlet IPAL yaitu setelah melewati bak pengendap. Seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 3.2 Layout IPAL Waduk Melati Jakarta Pusat

Sumber: PUSAIR, 2017

Keterangan:

- | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. Inlet IPAL | 4. Tangki Aerasi | 7. Outlet Clarifier |
| 2. Bak Ekualisasi | 5. Clarifier | 8. Rumah Pompa |
| 3. RBC | 6. Pengendapan Lumpur | ● Titik Sampling |

Evaluasi Perbandingan Unit IPAL Terhadap Kriteria desain

a. Kualitas Inlet Tiap Unit IPAL

Kualitas air limbah pada masing-masing unit pengolahan diperoleh dari Laboratorium Balai Lingkungan Keairan. *Sampling* dilakukan dengan metode *grab sampling* dimana contoh air diambil secara berturut-turut pada jangka waktu tertentu yaitu pada tanggal 19 Juli 2016 dan 20 Juli 2016 dengan rentang waktu 3-4 jam, pemeriksaan dilakukan pada masing-masing contoh air. *Sampling* dilakukan pada inlet dari masing-masing unit, sehingga akan diperoleh

presentase efisiensi penyisihan parameter pencemar sesuai pada **Gambar 2**. Data kualitas masing-masing unit IPAL terdapat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Kualitas Air Limbah pada Inlet Unit Pengolahan IPAL Waduk Melati Jakarta Pusat

Parameter	Satuan	Konsentrasi rata-rata					Permen LH No. 68 Tahun 2016	Keterangan
		Inlet IPAL	Inlet RBC	Inlet Aerasi	Inlet Bak Pengendap	Outlet Bak Pengendap		
BOD	mg/l	20,6	15,6	18,2	18	24,8	6 -9	Memenuhi
COD	mg/l	48,4	39	40	43,4	35,8	30	Memenuhi
TSS	mg/l	31,6	14,8	15,6	20,8	12,6	100	Memenuhi
Ammonia	mg/l	8,12	9,39	8,85	19,74	7,02	30	Memenuhi
Minyak dan Lemak	mg/l	0,34	0,32	0,22	0,26	0,22	5	Memenuhi
Total <i>Coliform</i>	Jml koloni/100 ml	935 x 10 ⁶	65,25 x 10 ⁶	31,25 x 10 ⁶	20,5 x 10 ⁶	6,7 x 10 ⁶	3.000	Tidak Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Pada **Tabel 2** dapat dilihat bahwa terdapat parameter yang tidak memenuhi baku mutu yaitu total *coliform* sehingga masih membutuhkan efisiensi sebesar 99,98%, Rata-rata konsentrasi oksigen terlarut pada pada unit RBC adalah 1,6 mg/l sedangkan pada unit aerasi adalah 0,8 mg/l dengan konsentrasi yang rendah maka penguraian materi organik akan terhambat. Sedangkan besar nutrisi dinyatakan dengan besar rasio C : N : P, besar rasio C : N : P pada unit RBC adalah 35 : 1,11 : 1,73 sedangkan pada unit aerasi yaitu 33,6 : 0,94 : 1,69 sedangkan menurut Ammary (2004) rasio C : N : P yaitu 100 : 5 : 1 sehingga bakteri kekurangan nutrisi untuk mengurai materi organik yang terdapat pada limbah. Besar temperatur rata-rata pada unit RBC dan aerasi yaitu 28,2 °C dan 28,3 °C, sedangkan menurut Hammer (1986), temperatur optimal untuk pertumbuhan bakteri yaitu 32 – 36 °C.

b. Analisa Kriteria Desain Unit IPAL

Data hasil pengujian kualitas air pada **Tabel 2**, kemudian digunakan untuk menghitung besar efisiensi penyisihan parameter pencemar. Besar efisiensi pengolahan pada setiap unit IPAL terdapat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Efisiensi Penyisihan Pada Unit IPAL Waduk Melati Jakarta Pusat

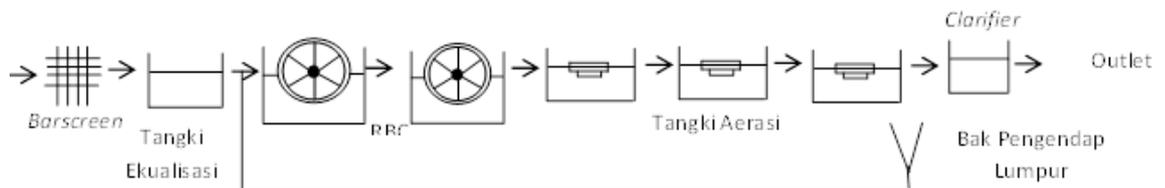
Parameter	Efisiensi Penyisihan (%)		
	RBC	Aerasi	Bak Pengendap
BOD	3,88	12,79	8
COD	20,79	13,53	14,07
TSS	12,22	5	38,17
Ammonia	19,38	8,38	40,98
Minyak dan Lemak	22,67	3,33	14
Total <i>Coliform</i>	51,21	25,27	63,3

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Untuk menurunkan konsentrasi pencemar unit RBC dapat menyisihkan BOD mencapai 60 – 80% (Qasim, 1985), sedangkan pada IPAL Waduk Melati penyisihan BOD hanya

mencapai 3,88%. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat masalah dalam desain RBC dimana terjadi over desain sehingga kinerja RBC belum optimal dalam menurunkan konsentrasi BOD. Begitu pula pada tangki aerasi dimana memiliki kemampuan untuk menyisihkan BOD sebesar 80 – 90% (Qasim, 1985). Sedangkan pada unit aerasi memiliki kemampuan untuk menyisihkan TSS sebesar 80 – 90% (Qasim, 1985), akan tetapi pada IPAL Waduk Melati Jakarta Pusat penyisihan TSS hanya sebesar 5%. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan efisiensi penyisihan untuk bak pengendap menunjukkan bahwa bak pengendap berperan penting dalam menurunkan parameter Total *Coliform*. Menurut Benardo dalam Andini (2016) unit sedimentasi menjadi pilihan utama ketika nilai *coliform* > 5.000 jml koloni/100 ml namun unit tersebut belum cukup untuk menurunkan konsentrasi total *coliform* sesuai dengan baku mutu Permen LH No. 68 Tahun 2016. Selain itu, menurut Qasim (1985) unit sedimentasi ini dapat menyisihkan TSS hingga 50 – 80% sedangkan pada unit sedimentasi eksisting hanya memiliki kemampuan penyisihan TSS sebesar 38,17.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan evaluasi pada setiap unit IPAL. Unit pengolahan IPAL terdapat pada **Gambar 3**.



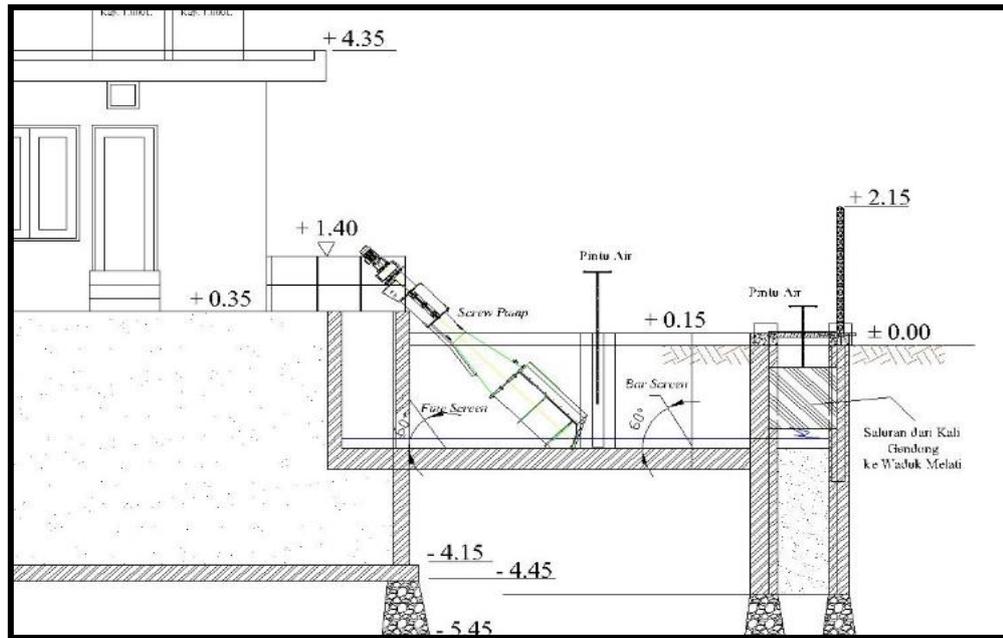
Gambar 3. Flowchart IPAL Waduk Melati Jakarta Pusat

a. *Bar screen dan comminator*

Pengolahan awal (*primary*) pada IPAL Waduk Melati adalah *coarse screen* dengan pemindahan manual, *fine screen* dengan pemindahan manual, dan *comminutor*. *Coarse screen* dan *fine screen* berfungsi untuk menyaring sampah-sampah dan partikel diskrit yang masuk kedalam IPAL. Jarak antar bar pada *coarse screen* yaitu 80 mm, jarak yang relatif besar menyebabkan adanya sampah yang masuk ke pengolahan berikutnya sehingga akan mengganggu kinerja IPAL terutama *comminutor*. Berdasarkan kriteria desain jarak antar bar yang diperbolehkan untuk *coarse screen* dengan pemindahan manual yaitu 25-75 mm (Qasim, 1985), bila dibandingkan dengan kondisi eksisting maka jarak antar bar perlu diperkecil. *Headloss* maksimum pada *coarse screen* dengan menggunakan **Persamaan 2** sebesar 10 mm dan masih memenuhi kriteria desain menurut Qasim (1985) *headloss* yang diperbolehkan yaitu 150 mm (Qasim 1985).

Bar screen dilengkapi dengan *comminutor*, kondisi *comminutor* tidak berkarat dan masih berfungsi dengan baik namun tidak dioperasikan secara kontinyu sehingga proses pencacahan padatan tidak berlangsung sempurna.

Sedangkan untuk *fine screen* jarak antar batang yaitu 60 mm dan pemindahan padatan dilakukan secara manual. *Headloss* maksimum yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan **Persamaan 3** yaitu 0,002 mm dan masih memenuhi kriteria desain. *Barscreen* dan *comminutor* pada kondisi eksisting terdapat pada **Gambar 3**.



Gambar 3.3 Barscreen dan Communitor
 Sumber: PUSAIR, 2017

Hasil rekapitulasi perbandingan kondisi eksisting dengan kriteria desain terdapat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Perbandingan Eksisting Dengan Kriteria Desain

Kriteria Desain	Kriteria Desain	Eksisting	Keterangan	Sumber
Kecepatan (m/s)	0,3 – 0,6	0,06	Tidak Memenuhi	Qasim, 1985
Lebar bar	4 – 8	8	Memenuhi	Qasim, 1985
Jarak antar bar <i>coarse screen</i> (mm)	25 – 75	80	Tidak Memenuhi	Qasim, 1985
Jarak antar bar <i>fine screen</i> (mm)	2.3 – 6	60	Tidak Memenuhi	Qasim, 1985
Slope	45 – 60°	60°	Memenuhi	Qasim, 1985
<i>Head Loss</i> yang diperbolehkan <i>coarse screen</i> (mm)	150	10	Mermenuhi	Qasim, 1985
<i>Head Loss</i> yang diperbolehkan <i>fine screen</i> (mm)	150	0,001	Memenuhi	Qasim, 1985

b. TAR

Debit air yang fluktuatif terutama saat hujan, menyebabkan konsentrasi pencemar yang masuk berfluktuatif sehingga dibutuhkan bak ekualisasi untuk menyeragamkan aliran yang ada. Pintu air dari IPAL berfungsi untuk mengatur debit yang masuk ke dalam IPAL. Volume bak ekualisasi yaitu 165,73 m³, dengan panjang yaitu 5,8 m, lebar yaitu 6,6 m, dan kedalaman yaitu 4,5 m. Waktu detensi pada bak ekualisasi menggunakan **Persamaan 9** yaitu 2,9 jam. Waktu detensi yang cukup diperlukan untuk meredam fluktuasi air limbah. Waktu detensi pada TAR adalah sebesar sebesar 6,9 jam.

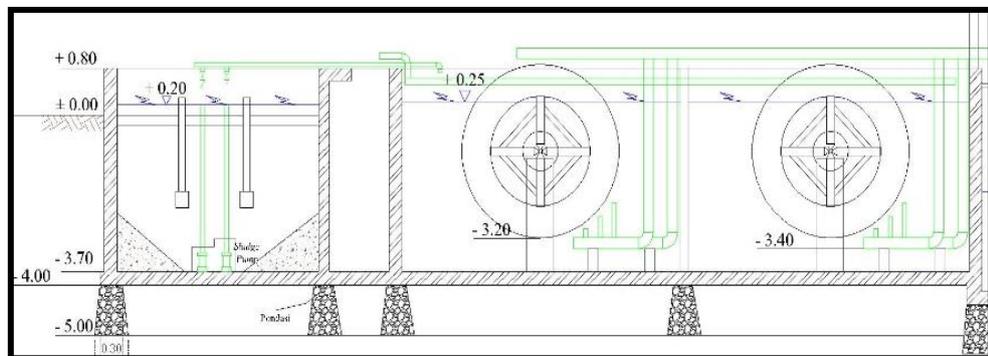
c. RBC

RBC merupakan tipe reaktor dengan pertumbuhan terlekat. Bak RBC mempunyai volume masing-masing sebesar 150 m³. Pada sistem ini disk terendam mencapai 90%

dihitung dari dasar tangki, sehingga harus menggunakan aerator agar mikroorganisme tidak terlepas dari disk. RBC memiliki waktu detensi dengan menggunakan **Persamaan 4** yaitu 5,6 jam yang melebihi kriteria desain menurut Metcalf (2004) yaitu 0,7 – 1,5 jam .

Nilai *organic loading rate* (OLR) dengan menggunakan **Persamaan 6** pada RBC sebesar 0,48 gr BOD/m².hari dan masih tidak sesuai dengan kriteria desain menurut Metcalf (2004) yaitu 8 – 20 gr BOD/m².Hari. Pada keadaan ini, bakteri akan cepat mati karena kekurangan makanan, hal tersebut bisa diatasi dengan memperkecil luas basah RBC. Sedangkan nilai HLR dengan menggunakan **Persamaan 5** pada unit RBC sebesar 0,03 m³/m².hari dan belum memenuhi kriteria desain menurut Metcalf (2004) yaitu 0,08-10,16 m³/m².hari.

Nilai *Hydraulic Loading Rate* (HLR) menunjukkan volume air limbah yang diolah persatuan luas permukaan, nilai HLR yang lebih kecil dari kriteria desain disebabkan karena terlalu kecilnya luas basah RBC. Potongan RBC pada kondisi eksisting terdapat pada **Gambar 4**.



Gambar 3.4 RBC Pada IPAL Waduk Melati Jakarta Pusat

Sumber: PUSAIR, 2017

Hasil rekapitulasi perbandingan kondisi eksisting dengan kriteria desain terdapat pada **Tabel 3.5**.

Tabel 3.5 Perbandingan Kondisi Eksisting Dengan Kriteria Desain Pada Unit RBC

Parameter	Kriteria Desain	Eksisting	Keterangan	Sumber
Diameter Cakram (m)	3,048 – 3,657	3,2	Memenuhi	W Randall
Panjang Batang Horizontal (m)	1,524 – 8,229	5,9	Memenuhi	Metcalf & Eddy, 2004
Kedalaman Tenggelam (%)	40 – 90	90%	Memenuhi	Metcalf & Eddy, 2004
Waktu Detensi (jam)	0,7 - 1,5	5,6	Tidak Memenuhi	Metcalf & Eddy, 2004
Organic Loading (gr BOD/m ² .hari)	8 – 20	0,48	Tidak Memenuhi	Metcalf & Eddy, 2004
Hydraulic Loading (m ³ /m ² .hari)	0,08 - 0,16	0,03	Tidak Memenuhi	Metcalf & Eddy, 2004

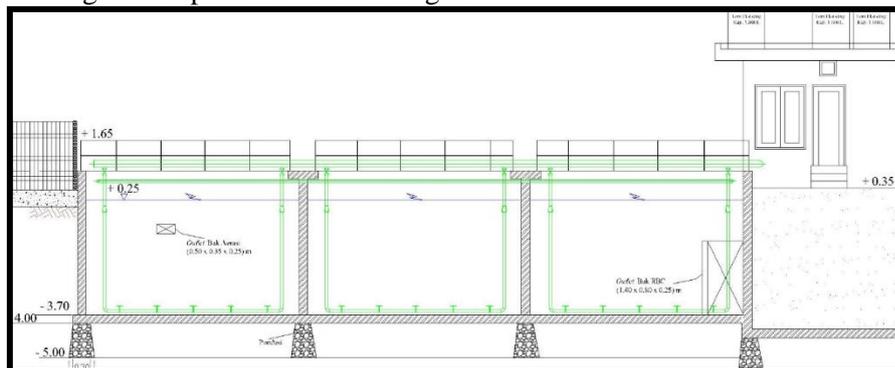
d. Tangki Aerasi

IPAL Waduk Melati memiliki 3 unit tangki aerasi. Pada unit tangki aerasi memiliki waktu detensi dengan menggunakan **Persamaan 2.9** sebesar 2,48 jam, bila

dibandingkan dengan kriteria desain maka waktu detensi dari tangki aerasi belum sesuai dengan kriteria desain, dimana waktu detensi berkisar antara 3 – 5 jam (Qasim, 1985), waktu detensi ini menunjukkan lamanya limbah berada dalam bak.

Sedangkan rasio F/M dengan menggunakan **Persamaan 2.7** yaitu 0,12 /hari dimana belum sesuai dengan kriteria desain yaitu 0,2-0,4 /hari (Qasim, 1985). F/M menunjukkan jumlah zat organik yang dihilangkan dibagi dengan jumlah massa mikroorganisme. Rasio F/M yang rendah menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam tangki aerasi dalam kondisi lapar, namun jumlah zat organik yang ada tidak sebanding dengan mikroorganisme dalam tangki sehingga perlu memperkecil volume tangki agar jumlah zat organik yang diurai sebanding dengan jumlah mikroorganisme yang ada.

Selain itu, tangki aerasi memiliki *volumetric loading* dengan menggunakan **Persamaan 2.8** sebesar 0,17 kg BOD/ m³.hari, dan bila dibandingkan dengan kriteria desain nilai tersebut belum memenuhi dimana nilai *volumetric loading* berkisar antara 0,8 – 2 kg BOD/ m³.hari (Qasim, 1985). *Volumetric loading* ini di definisikan sebagai banyaknya jumlah BOD yang diterapkan dalam volume tangki aerasi per hari, karena nilai dari *volumetric loading* lebih kecil dibandingkan dengan kriteria desain maka dapat disimpulkan bahwa ukuran dari tangki aerasi yang terlalu besar untuk mengolah limbah sehingga tidak efektif. Unit aerasi terdapat pada **Gambar 3.5**. Beban organik yang tidak sebanding dengan volume tangki aerasi menyebabkan penyisihan tidak efektif, hal tersebut dapat diatasi dengan pengaturan rasio C:N:P atau dengan memperkecil volume tangki.



Gambar 3.5 Unit Aerasi IPAL Waduk Melati Jakarta Pusat

Hasil rekapitulasi perbandingan kondisi eksisting dengan kriteria desain terdapat pada **Tabel 3.6**.

Tabel 3.6 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Kriteria Desain Pada Unit Tangki Aerasi

Parameter	Kriteria Desain	Eksisting	Keterangan	Sumber
<i>Volumetric loading</i> (kg BOD/ m ³ .hari)	0,3 – 0,6	0,17	Tidak Memenuhi	Qasim, 1985
Rasio makanan terhadap mikroorganisme (/hari)	0,2 – 0,4	0,12	Tidak Memenuhi	Qasim, 1985
<i>Mixed Liquor Suspended Solid</i> (MLSS) (mg/l)	1.500 – 3.000	15,6	Tidak Memenuhi	Qasim, 1985
Koefisien resirkulasi	0,25 – 0,75	0	Tidak Memenuhi	Qasim, 1985
Waktu detensi (jam)	3 – 5	2,48	Tidak Memenuhi	Qasim, 1985

e. Bak Pengendap

Bak sedimentasi berbentuk *rectangular* dengan aliran horizontal. Pada bak sedimentasi lumpur akan mengendap dan terkumpul sehingga membentuk zona lumpur, kemudian lumpur akan diresirkulasi. Berdasarkan hasil observasi lumpur diresirkulasi ke unit RBC setiap 2 – 3 jam sekali. Sedangkan bak pengendap lumpur berfungsi sebagai pengumpul lumpur. Media yang digunakan pada bak sedimentasi yaitu media sarang tawon, seperti pada **Gambar 6**, yang dibersihkan setiap 1 tahun sekali. Waktu detensi dari unit sedimentasi dengan menggunakan **Persamaan 9** yaitu 3,48 jam dimana masih memenuhi kriteria desain menurut Qasim (1985) yaitu 2 – 4 jam, sehingga limbah mempunyai waktu yang cukup untuk mengendap. Waktu detensi yang telah sesuai dengan kriteria desain menunjukkan bahwa partikel telah memiliki waktu yang cukup untuk mengendap. Nilai OFR dengan menggunakan **Persamaan 10** pada debit rata-rata yaitu $57,17 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$ sedangkan nilai OFR pada debit puncak yaitu $175,71 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$. Bila dibandingkan dengan kriteria desain maka nilai OFR rata-rata belum memenuhi kriteria dimana menurut Qasim (1985) nilai OFR rata-rata berkisar antara $30 - 50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$. Begitu pula pada OFR maksimum yang belum memenuhi kriteria desain dimana nilai OFR maksimum berkisar antara $70 - 150 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$.

Nilai *solid loading* dengan menggunakan **Persamaan 11** pada debit rata-rata yaitu $4,14 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$ sedangkan nilai OFR pada debit puncak yaitu $12,74 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$. Kriteria desain *solid loading* menurut Qasim (1985) yaitu $49 - 98 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$, sehingga bila dibandingkan dengan kriteria desain nilai *solid loading* eksisting tidak memenuhi kriteria desain. Maka akan mempengaruhi konsentrasi MLSS yang diresirkulasi ke dalam bak RBC. Besar nilai *solid loading* dipengaruhi oleh konsentrasi MLSS pada pengolahan sebelumnya, sehingga perlu diperhatikan perbaikan yang dilakukan pada tangki aerasi dan RBC.



Gambar 3.6 Bak Sedimentasi IPAL Waduk Melati Jakarta Pusat

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2017

Hasil rekapitulasi perbandingan kondisi eksisting dengan kriteria desain terdapat pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Perbandingan Kondisi Eksisting Dengan Kriteria Desain Pada Unit Bak Sedimentasi

Parameter	Kriteria Desain	Eksisting	Keterangan	Sumber
Waktu Detensi (jam)	2 – 4	3,48	Memenuhi	Qasim, 1985
<i>Overflow Rate</i> ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$)			Tidak Memenuhi	Qasim, 1985
• Maksimum	30 – 50	• 57,17		
• Rata-rata		• 175,71		
<i>Solid Loading</i> ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$)			Tidak Memenuhi	Qasim, 1985
• Maksimum	49 – 98	• 4,14		
• Rata-rata		• 12,74		

KESIMPULAN

Jarak antar *coarse screen* yang relatif besar dapat menyebabkan adanya sampah yang masuk kedalam IPAL, sehingga perlu diperkecil untuk mencegah sampah yang masuk. Efisiensi penurunan BOD yang kecil pada unit RBC dapat disebabkan karena biomassa yang mati akibat kekurangan makanan, sehingga perlu memperkecil luas basah RBC selain itu dapat dilakukan dengan menjaga rasio C:N:P pada unit RBC. Selain itu konsentrasi MLSS yang rendah yang disirkulasikan dari bak pengendap ke bak RBC menyebabkan efisiensi penyisihan rendah. Pada unit aerasi rasio F/M dan *volumetric loading rate* tidak sesuai dengan kriteria desain maka perlu memperkecil volume bak aerasi, sehingga rasio F/M dapat memenuhi kriteria desain begitu pula dengan nilai *volumetric loading rate* selain itu dapat dilakukan dengan menjaga rasio C:N:P pada unit aerasi. Sedangkan pada unit sedimentasi memiliki waktu detensi yang sudah sesuai dengan kriteria desain. Namun memiliki nilai *overflow rate* yang tidak sesuai dengan kriteria desain dan memungkinkan partikel akan terbawa ke effluent. IPAL belum dilengkapi dengan unit desinfeksi untuk menurunkan Total *Coliform* agar memenuhi baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Sumentri, S. (1987). Metode penelitian air. Surabaya, Penerbit usaha Nasional.
- Ammary, B.Y. (2004). Nutrients Requirements in Biological Industrial Wastewater Treatment. Huson College
- Andini, Dita. (2016). Perencanaan Unit Pengolahan Air Minum Di Kecamatan Sumedang Selatan. Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Bagi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Perairan. Yogyakarta, Kanisius
- Grady, C. L., Daigger, G. T., Love, N.G & Filipe, C. D. (2011). Biological Waste Water Treatment. London, IWA Publishing
- Hammer, J.J. Water and Waste-Water Technology. John Wiley & Sons, New York
- Idaman, S. N. (2008). Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta 'Tinjauan Permasalahan, Strategi dan Teknologi Pengolahan'. Jakarta, Pusat Teknologi Lingkungan Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Marisi, et al. (2016). Kajian Kualitas Waduk Kebon Melati Jakarta Pusat. Universitas Trisakti, Jakarta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Pescod, M.B. (1973). Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries. London, AIT.
- Putri, A.S. (2013). Rancangan Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Pengolahan Biologis Attached Growth, Bogor, IPB
- Qasim, S. R. (1985). Wastewater Treatment Plants. New York: CBS College Publishing
- Randall, W. Biological Wastewater Treatment Plant.
- Tchobanoglous (2004). Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse. New Delhi, McGraw Hill Company.
- Tchobanoglous (2014). Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse. New Delhi, McGraw Hill Company.