

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Peraturan Pemerintah Tentang Limbah

Berdasarkan peraturan pemerintah No. 58 Tahun 1995 baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit menyebutkan bahwa kegiatan rumah sakit mempunyai potensi menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan hidup, oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian terhadap pembuangan limbah cair yang dibuang ke lingkungan dengan menetapkan Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan Rumah Sakit. Rumah sakit adalah sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan kegiatan pelayanan kesehatan serta dapat berfungsi sebagai tempat pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian (Bapedal, 1995). Dalam peraturan pemerintah No. 58 Tahun 1995 pasal 7 yaitu setiap penanggung jawab kegiatan atau pengelola rumah sakit wajib:

1. Melakukan pengelolaan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan sehingga mutu limbah cair yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui Baku Mutu Limbah Cair yang telah ditetapkan;
2. Membuat saluran pembuangan limbah cair tertutup dan kedap air sehingga tidak terjadi perembesan ke tanah serta terpisah dengan limpahan air hujan;
3. Memasang alat ukur debit harian limbah cair;
4. Memeriksa kadar parameter Baku Mutu Limbah Cair sebagaimana dalam lampiran keputusan ini kepada laboratorium sekurang-kurangnya satu kali dalam sebulan.
5. Menyampaikan laporan tentang catatan debit harian dan kadar parameter Baku Mutu Limbah Cair sekurang-kurangnya tiga bulan sekali kepada Gubernur dengan tembusan Menteri, Kepala Bapedal, instansi teknis yang membidangi rumah sakit serta instansi lain yang dianggap perlu sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pengelolaan air limbah rumah sakit bertujuan untuk menanggulangi dan mencegah pencemaran terhadap lingkungan dan gangguan kesehatan yang bisa terjadi terhadap masyarakat sekitar dan lingkungan rumah sakit itu sendiri yang diakibatkan oleh limbah rumah sakit. Oleh karena itu rumah sakit harus memiliki instalasi pengolahan air limbah cair yang memenuhi persyaratan teknis agar dapat mengelola limbah yang dihasilkan sehingga memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan.

Dalam Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor : 7 Tahun 2010, baku mutu limbah cair untuk kegiatan pelayanan kesehatan rumah sakit tipe B dan C seperti yang terdapat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Pelayanan Kesehatan

PARAMETER	SATUAN	KADAR & BEBAN PENCEMARAN	
		KADAR MAX	BEBAN PENCEMAR MAX
FISIKA		C	
Suhu		30	
Konduktivitas	mmhos/cm	1.562,5	
TSS		35	17,5
TDS	mg/L	1000	500
KIMIA	mg/L		
BOD	mg/L	35	17,5
COD	mg/L	85	42,5
NH bebas	mg/L	0,1	0,05
(PO4)	mg/L	2	1
Deterjen	mg/L	5	2,5
Minyak dan Lemak Nabati	mg/L	5	2,5
Phenol	mg/L	0,5	0,25
Ph		6,0-9,0	
Debit/Vol maks (it/org/bed/hari)	0		

MIKROBIOLOGI		Sel/100ml	
Bakteri Coliform		10000	
Bakteri Patogen			
a.Salmonella		NEGATIF	
b.Shigela		NEGATIF	
c.Vibrio Cholera		NEGATIF	
d.Streptococcus		NEGATIF	
RADIOA AKTIFITAS		Bq/L	
32		7×10^2	
35		2×10^3	
45		3×10^2	
51		7×10^2	
72		1×10^3	
85		4×10^3	
99		7×10^3	
113		3×10^3	
126		7×10	
131		7×10	
192		1×10	
201		1×10	
Debit/volume limbah maksimum	500	Liter/orang/hari/bed	

Sumber : Peraturan Gubernur DIY nomor 7 Tahun 2010

3.2 Debit dan Beban Pencemaran Menurut Peraturan Gubernur DIY No 7 Tahun 2010

3.2.1 Debit/ Volume Limbah Cair Maksimum

Debit atau volume limbah cair maksimum yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan DIY No 7 Tahun 2010 dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$DM = Dm \times Pb$$

Dengan,

- DM = Debit/Volume limbah cair maksimum yang diperbolehkan bagi setiap jenis industry yang bersangkutan, dinyatakan dalam m³/bulan.
- Dm = Debit/Volume limbah cair maksimum sebagaimana tercantum dalam ketentuan lampiran 1 Nomor 1 s/d 51 sesuai dengan jenis industri yang bersangkutan, dinyatakan m³ limbah cair per satuan produk atau bahan baku.
- Pb = Produksi atau Bahan Baku sebenarnya dalam sebulan, dinyatakan dalam satuan produk atau bahan baku yang sesuai dengan yang tercantum dalam lampiran I, II, III Nomor 1 s/d 51 untuk jenis industri yang bersangkutan.

3.2.2 Debit limbah cair

Debit atau volume limbah cair sebenarnya berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No 7 Tahun 2010 dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$DA = Dp \times H$$

Dengan,

DA = Debit limbah cair yang sebenarnya, dinyatakan dalam m³ per bulan.

Dp = Hasil pengukuran debit limbah cair, dinyatakan dalam m³ per hari.

H = Jumlah hari kerja pada bulan yang bersangkutan.

Catatan : DA tidak boleh lebih besar dari DM

3.2.3 Beban Pencemaran Maksimum

Beban pencemaran maksimum yang diperbolehkan menurut Peraturan Gubernur DIY No 7 Tahun 2010 dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$BPM = (CM)_j \times DM \times f$$

Dengan,

- BPM = Beban pencemaran maksimum per satuan produk atau bahan baku dinyatakan dalam kg parameter per satuan produk atau bahan baku.
- (CM)_j = Kadar maksimum unsure pencemar j, dinyatakan dalam mg/l.
- DM = Debit/Volume limbah cair maksimum sebagaimana tercantum dalam ketentuan Lampiran 1 Nomor 1 s/d 32, sesuai dengan jenis industri yang bersangkutan dinyatakan dalam m³ limbah cair per satuan produk atau bahan.
- f = Faktor konversi $\frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000L}{m^3}$

3.2.4 Beban Pencemar Sebenarnya

Beban pencemaran maksimum sebenarnya tidak boleh melebihi beban pencemaran maksimum yang diperbolehkan menurut Peraturan Gubernur DIY No 7 Tahun 2010 dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$BPA = (CA)_j \times DA/Pb \times f$$

Dengan,

- BPA : Beban Perencanaan Sebenarnya dinyatakan dalam kg parameter per satuan produk atau bahan baku.
- (CA)_j : Kadar sebenarnya unsur j, dinyatakan dalam mg/l
- DA : Debit limbah cair sebenarnya dinyatakan dalam m³/bulan
- Pb : Produksi atau Bahan Baku Sebenarnya dalam sebulan, dinyatakan dalam satuan produk atau bahan baku yang sesuai dengan yang tercantum dalam Lampiran I Nomor 1 s/d 51 untuk jenis industri yang bersangkutan.
- f : Faktor konversi $\frac{1}{1.000}$

3.3 Proses Perencanaan IPAL

3.3.1 Bak Pengumpul Lemak

Bak ini berfungsi menampung air limbah dari berbagai sumber, mengurangi minyak dan lemak yang terdapat pada air limbah agar saat air masuk ke pengolahan selanjutnya kadar minyak dan lemak sudah berkurang. Bak ini juga dilengkapi dengan *bar screen* atau saringan kasar. Bak ini dirancang berdasarkan debit maksimum air limbah.

$$- \text{ Volume bak (V)} = Q \times t_d$$

Dengan:

Q : Debit kapasitas rencana

t_d : Waktu tinggal

$$- \text{ Luas bak (A)} = V/h$$

Dengan:

V : Volume bak

H : Kedalaman efektif rencana

Hitungan Bar screen (Saringan Kasar)

Bar screen ini digunakan sebagai penangkap kotoran-kotoran yang terikat di dalam air limbah seperti kotoran padat yaitu sampah plastik, kayu dan kaleng agar tidak masuk ke pengolahan selanjutnya.

Analisa penting yang diperlukan dalam perancangan adalah menentukan tinggi hilang dipengaruhi oleh bentuk kisi, tinggi kecepatan aliran yang melewati kisi, seperti dirumuskan Kircmer sebagai berikut:

Tinggi hilang tekanan pada screen (H1)

$$H1 = (w/b)^{4/3} hv \sin \theta$$

Dengan:

w : Lebar sisi

b : Jarak antar sisi

hv : Tinggi kecepatan

sin : Faktor bentuk sisi

3.3.2 Reaktor Anaerob

Pada bak ini terjadi pengolahan biologi secara anaerob atau pengolahan dengan tidak memerlukan udara, di dalam bak ini terdapat media untuk tumbuh kembangnya mikroorganisme. Media yang digunakan yaitu berbahan plastik berbentuk sarang tawon.

Volume media = 70% dari total volume reaktor

Waktu tinggal reaktor anaerob yang dibutuhkan = $(V/Q) \times 24$ jam/hari

Dengan,

V : Volume Reaktor

Q : Debit rencana

- Luas Reaktor (A) = V/h

Dengan,

V : Volume bak

H : Kedalaman efektif rencana

3.3.3 Pengolahan Lanjutan

A. Bak Equalisasi

Fungsi dari bak equalisasi ini adalah untuk menampung air limbah dan menghomogenkan air. Bak dibuat berbentuk empat persegi panjang dengan perbandingan 1:1, dalam perancangan dimensi bak berdasarkan debit maksimum air limbah.

Hitungan

- Volume bak (V) = $Q \times t_d$

Dengan,

Q : Debit kapasitas rencana

t_d : Waktu tinggal

- Luas bak (A) = V/h

Dengan,

V : Volume bak

H : Kedalaman efektif rencana

B. Biofilter Aerob

Di dalam bak ini dilakukan pemberian sejumlah udara dengan menggunakan blower, pada kondisi ini mikroorganisme akan mengoksidasi air buangan dari bahan organik menjadi karbon dioksida dan air, kemudian mensintesa bagian lain menjadi sel-sel mikroba baru.

Air buangan hasil pengolahan aerob selanjutnya akan masuk ke dalam bak pengendap dimana flok-flok organisme mengendap kemudian dibuang. Lumpur yang diaktifkan kembali akan dipompa ke bak equalisasi untuk dicampur lagi dengan air buangan.

$$- \text{Cek waktu tinggal : } \frac{ct}{co} = e^{-0,5K\theta}$$

Dimana: ct = konsentrasi BOD keluar
= 25 mg/l
 co = konsentrasi BOD masuk
= 227,5 mg/l
 K = konstanta = 0,4343
 θ = waktu tinggal

(Reynold, T.D, 1982)

- Volume media = 50% dari total volume reaktor
- Waktu tinggal reaktor anaerob yang dibutuhkan = $(V/Q \times 24 \text{ jam/hari})$

Dengan,

V : Volume reaktor

Q : Debit rencana

- Luas Reaktor (A) = V/h

Dengan,

V : Volume bak

Q : Kedalaman efektif rencana

Banyaknya udara yang harus disediakan dibandingkan dengan derajat pengontrolan air buangan adalah sebesar 40-80 m³ per hari udara setiap kg BOD.

$$\frac{\text{Banyaknya udara dalam m}^3/\text{hari}}{\text{BOD dari air buangan} \times \text{Volume buangan m}^3/\text{hari}}$$

(Sugiharto,2008)

C. Bak Sedimentasi / Pengendap

Fungsi dari bak pengendap dalam proses pengolahan air adalah untuk mengendapkan partikel-partikel organik terlarut. Biasanya dibuat lantai dasar dengan bentuk miring sehingga memudahkan dalam pembuangan lumpurnya. Kecepatan aliran pada bak ini sangat lambat, maka digunakan waktu tinggal 2,5 jam agar hasil bahan bangunan organik yang memuaskan.

Parameter yang bisa diguakan dalam perencanaan bak pengendap adalah laju muatan permukaan (beban permukaan) dan laju pelimpahan.

- Laju limpahan = $Q/\text{keliling bak}$
- Luas penampang bak (A) = Q/BP

Dengan,

Q : Debit rencana

BP : Beban permukaan 24-48 m³/hari/m²

Banyaknya masa padat yang dihasilkan dari bak pengendap primer maupun sekunder dapat dihitung dengan rumus:

- Massa padat dari bak pengendap primer

$$MS = \text{Efisiensi} \times SS \times Q$$

- Massa padat dari bak pengendap sekunder

$$MS = J_{\text{konv}} \times BOD \times Q \text{ (diket } J_{\text{konv}} = 0,35)$$

Lumpur yang dihasilkan dari bak primer mempunyai kandungan solid 5% dengan spesifik gravity 1,02. Pada bak pengendap sekunder lumpur yang dihasilkan mempunyai kandungan solid 0,75% dengan spesifik gravity 1,005 lumpur yang dihasilkan dapat dihitung dengan rumus:

$$V = \frac{M_s}{(P_w \times S_s \times P_s) P_w}$$

Dengan,

V : Volume

M_s : Massa lumpur kering (kg)

P_w : Kerapatan air 1000 kg/m³

P_s : Kandungan bahan padatan lumpur

S_{si} : Spesifikasi graffiti

(Met Calf and Eddy, 1979)

D. Bak Disinfektan/Khlorinasi

Berfungsi untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme pathogen yang ada berada dalam air buangan. Mekanisme pembubuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi dari zat pembubuh dan mikroorganisme itu sendiri. Banyaknya zat pembubuh kimia termasuk khlorin dan komponennya mematikan bakteri dengan cara merusak atau mengaktifkan enzim utama, sehingga terjadi kerusakan dinding sel.

- Kriteria perancangan :

Dosis khlor = 5mg/l

Waktu kontak = 30menit

Kadar kaporit = 70%

Larutan cairan khlor = 1,5%

(Met Calf and Eddy, 1979)

3.3.4 Bak Pengumpul Sentral

Bak pengumpul berfungsi untuk mengumpulkan air buangan dari pengolahan sebelumnya. Waktu tinggal dalam bak ini adalah 10-30 menit. Bak ini berbentuk empat persegi panjang dengan perbandingan panjang 1:1. Dalam

perancangan dimensi bak berdasarkan debit maksimum air buangan.
(Anonim,1996)

$$- \text{ Volume bak}(V)= Q \times t_d$$

Dengan,

Q : Debit kapasitas rencana

T_d : waktu tinggal

$$- \text{ Luas Bak}(A)=V/h$$

Dengan,

V : Volume bak

h : Kedalaman efektif rencana

3.3.5 Perhitungan kebutuhan daya pompa

Perhitungan daya pompa menggunakan rumus :

$$P = \frac{Q \cdot \delta \cdot H_f}{\eta}$$

Dengan,

P = tenaga pompa(pK)

Q = debit yang dialirkan pompa (m³/detik)

H_f = kehilangan tekanan (m)

δ = bj air(1000 kg/m³)

η = 75%

Pipa hisap

$$Q = V \cdot A$$

Chek kecepatan aliran :

$$V = Q/A$$

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

Kehilangan tekanan dari pipa hisap dan pipa tekan

$$H_f = \frac{f \cdot L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

Dengan,

- H_f = kehilangan tekanan pada pipa (m)
- f = koefisien gesekan Darcy-Weisbach
- L = panjang pipa (m)
- D = diameter pipa (m)
- V = kecepatan aliran dalam pipa (m/dt)
- g = percepatan gravitasi (9,81 m/dt²)

Kehilangan tekanan akibat aksesoris pada pipa hisap

$$H_f = \frac{f \cdot V^2 \cdot n}{2g}$$

Dengan,

- K = koefisien kekasaran aksesoris
- n = jumlah aksesoris

Pipa tekan

$$Q = V \cdot A$$

Cek kecepatan aliran:

$$V = Q / A$$

3.3.6 Filter

Filter yang digunakan terdiri dari dua *filter* yaitu *sand filter* atau saringan pasir dan karbon *filter* atau saringan karbon berfungsi untuk menyaring sisa-sisa padatan, mengurangi bau, warna, dan polutan-polutan lain yang masih tersisa dari pengolahan sebelumnya.

Hour retention time (HRT) = 1 jam

$$\text{Volume air limbah} = Q \times t_d$$

Dengan,

Q = Debit kapasitas rencana

T_d = Waktu tinggal

$$\text{Volume media} = 1/3 \times \text{Volume air limbah}$$

$$\text{Volume total} = \pi \times r^2 \times t$$

Dengan,

π = koefisien (3.14)

r = jari-jari tabung

t = tinggi tabung