

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup

Berdasarkan peraturan pemerintah No. 58 Tahun 1995 tentang 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

instansi lain yang dianggap perlu sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

6. Pengolahan 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

B. Perhitungan Debit Limbah Cair

Menurut lampiran X pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah, perhitungan debit air limbah maksimum dan yang di perbolehkan untuk menentukan mutu air limbah adalah sebagai berikut :

1. Debit atau Volume Limbah Cair Maksimum

Perhitungan debit maksimum untuk kegiatan pelayan kesehatan adalah :

$$DM = Dm \times Pb \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan :

DM = Debit atau volume limbah cair maksimum yang diperbolehkan bagi setiap jenis industri yang bersangkutan, dinyatakan dalam m³/bulan.

Dm = Debit atau volume limbah cair maksimum sebagaimana tercantum dalam ketentuan Lamipran I sesuai dengan jenis industri yang bersangkutan, dinyatakan dalam m³ limbah cair

kesehatan RSUD kelas B dan C (lampiran II nomor 2) = 500 liter/orang/hari/bed.

Pb = Produksi atau bahan baku sebenarnya dalam sebulan, dinyatakan dalam satuan produk atau bahan baku yang sesuai dengan yang tercantum dalam lampiran I, II, dan II Nomor 1 s/d 51 untuk jenis industri yang bersangkutan.

2. Debit Limbah Cair Sebenarnya

Untuk perhitungan debit limbah cair yang sebenarnya dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$DA = Dp \times H \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

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

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

H = Jumlah hari kerja pada bulan yang bersangkutan (diasumsikan jumlah hari rata-rata dalam 1 bulan = 30 hari)

Dengan demikian penilaian untuk Debit Limbah Cair adalah DA (Debit limbah cair yang sebenarnya) tidak boleh lebih besar dari DM (Debit/volume limbah cair maksimum.

C: Perhitungan Beban Pencemaran Limbah Cair

Menurut lampiran X pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah, perhitungan beban pencemaran yang terkandung dalam limbah cair adalah sebagai berikut :

1. Beban Pencemaran Maksimum

Perhitungan untuk beban pencemaran maksimum adalah sebagai berikut :

$$DM = (C_{max} \times Q_{max}) \dots\dots\dots (3.6)$$

BPM = Beban Pencemaran Maksimum per satuan produk atau bahan baku dinyatakan dalam kg parameter per satuan produk atau bahan baku.

(CM)_j = Kadar maksimum unsur pencemar j, dinyatakan dalam mg/l.

DM = Debit/volume limbah cair maksimum sebagaimana tercantum dalam ketentuan lampiran I sesuai dengan jenis industri yang bersangkutan dinyatakan dalam m³ limbah cair per satuan produk atau bahan.

f = faktor konversi $\frac{1\text{kg}}{1.000.000\text{mg}} \times \frac{1.000\text{L}}{\text{m}^3}$

2. Beban Pencemaran Sebenarnya

Perhitungan beban pencemaran maksimum yang sebenarnya adalah sebagai berikut :

$$\text{BPA} = (\text{CA})_j \times \text{DA} / \text{Pb} \times f \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :

BPA = Beban Pencemaran Sebenarnya dinyatakan dalam kg parameter per satuan produk atau bahan baku.

(CA)_j = Kadar sebenarnya unsur pencemar j, dinyatakan dalam m³/bulan.

DA = Debit limbah cair sebenarnya yang 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 untuk jenis industri yang bersangkutan.

f = faktor konversi = $\frac{1}{1000}$

Dengan demikian penilaian beban pencemaran adalah BPA tidak boleh lebih besar dari BPM. Untuk pengukuran parameter TDS hanya dilakukan sekali pada saat pertama kali diambil sampel limbah cairnya bersama-sama dengan parameter konduktifitas. Untuk pemantauan selanjutnya yang diukur cukup konduktifitasnya saja, sedangkan TDS angkanya dapat diperoleh dengan mengkonversikan angka

D. Perhitungan Efisiensi Penurunan Kadar Parameter Air Limbah

Data yang dibutuhkan untuk menghitung efisiensi penurunan kadar parameter air limbah adalah hasil analisis laboratorium air limbah influen dan effluen. Perhitungan efisiensi menggunakan satuan % dan diterapkan untuk parameter BOD, COD, dan TSS.

$$\% \text{ efisiensi penurunan BOD}_5 = \frac{(BOD5_{inlet} - BOD5_{outlet})}{BOD5_{inlet}} \times 100\% \quad (3.1)$$

$$\% \text{ efisiensi penurunan COD} = \frac{(COD_{inlet} - COD_{outlet})}{COD_{inlet}} \times 100\% \quad (3.2)$$

$$\% \text{ efisiensi penurunan TSS} = \frac{(TSS_{inlet} - TSS_{outlet})}{TSS_{inlet}} \times 100\% \quad (3.3)$$

E. Baku Mutu

Baku mutu yang digunakan sebagai acuan kadar maksimum yang diperbolehkan adalah baku mutu air limbah yang ditetapkan dalam Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang Baku

Tabel 3.1 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Rumah Sakit

NO	PARAMETER	BAKU MUTU	SATUAN
I	FISIKA		
1	Suhu	30	°C
2	TSS	100	Mg/l
II	KIMIA		
1	PH	6-9	-
2	BOD ₅	30	mg/l
3	COD	80	mg/l
4	NH ₃ -N Bebas	0,1	mg/l
5	Phosphat (PO ₄ -P)	2	mg/l
III	MIKROBIOLOGI		
1	Kuman Golongan Coli	5000	MPN/100ml

Sumber: Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No 5 tahun 2012

F. Bangunan Pengolahan Air Limbah Rumah sakit

Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi BOD, partikel tercampur, serta membunuh organisme patogen. Untuk itu diperlukan pengolahan secara bertahap agar bahan tersebut di atas dapat dikurangi (Sugiharto, 2008). Perhitungan untuk perancangan dimensi bangunan pengolahan air limbah dengan berdasarkan waktu tinggal (*detention time*) menggunakan rumus di bawah ini :

$$V = Q / t_d \dots\dots\dots (3.10)$$

Dengan : V = Volume bak
 Q = Debit maksimum limbah
 t_d = waktu tinggal

Dari volume bak dapat diketahui dimensi bak yang dibutuhkan, dengan rumus di bawah ini :

$$(3.11)$$

Dengan : V = Volume
 p = Panjang bak
 l = Lebar bak
 h = Tinggi bak

Tahap-tahap pengolahan air limbah dengan bangunanya masing- masing adalah sebagai berikut :

1. Bak pengumpul (bak ekualisasi)

Bak pengumpul atau bak ekualisasi berfungsi untuk mengumpulkan air buangan dari berbagai sumber. Bak ini merupakan unit penyeimbang debit, sehingga debit yang masuk ke instalasi pengolahan dalam keadaan konstan. Selain itu berfungsi menyeimbangkan konsentrasi polutan dalam air limbah (Aries, dalam Studi Evaluasi Unit Pengolahan Air Limbah RS Panti Waluya Malang 1999). Waktu tinggal pada bak pengumpul antara 4 – 8 jam (Nusa Idaman Said, 2008). Kriteria analisis bak pengumpul antara lain sebagai berikut (Wahyu, dalam Laporan Praktikum IPAL 2005) :

- a. Bak berbentuk empat persegi panjang
- b. Waktu tinggal
- c. Perbandingan $p : l = 1 : 1$
- d. Kedalaman bak + *free board*

2. Bak pengolahan awal (bak pengendapan)

Pada bak pengolahan awal terjadi pengendapan, sehingga bak ini disebut bak pengendapan. Dengan adanya pengendapan ini, maka akan mengurangi kebutuhan oksigen pada pengolahan biologis berikutnya dan pengendapan yang terjadi adalah pengendapan secara gravitasi (Sugiharto, 2008). Waktu tinggal pada bak pengendapan antara 1,5 – 2,5 jam dan *overflow rate* 32 – 48 m^3/m^2 hari. Persamaan – persamaan yang dipakai adalah sebagai berikut (Aries, dalam Studi Evaluasi Unit Pengolahan Air Limbah RS Panti Waluya Malang 1999) :

$$\text{overflow rate} = 32 - 48 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari}$$

b. Volume Lumpur = Berat lumpur / Berat jenis lumpur (3.13)

Dengan : Berat jenis lumpur = 1,03 gr/cm³

c. Volume ruang lumpur = $1/3 t (A + A' + \sqrt{A \times A'})$ (3.14)

Dengan : t = tinggi ruang lumpur

A = luas penampang atas limas (m²)

A' = luas penampang bawah limas (m²)

3. Bak aerasi

Aerasi adalah proses penambahan oksigen. Sehingga bak aerasi adalah tempat untuk menambahkan oksigen terlarut dalam air limbah yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengubah zat organik menjadi zat anorganik yang dapat dipisahkan dari air limbah melalui pengendapan secara gravitasi (Aries, dalam Studi Evaluasi Unit Pengolahan Air Limbah RS Panti Waluya Malang 1999). Untuk mendapatkan hasil yang baik pada pengolahan kedua ini perlu diperhatikan beberapa pertimbangan antara lain :

a. Waktu tinggal

Waktu tinggal dapat direncanakan dengan mempertimbangkan BOD masuk dan BOD keluar, dengan persamaan berikut :

$$\frac{ct}{co} = e^{-0,5K\theta} \text{ (3.15)}$$

Dimana : ct = konsentrasi BOD keluar

co = konsentrasi BOD masuk

K = konstanta = 0,4343

θ = waktu tinggal (t_d)

b. Volume bak aerasi

Dengan diketahui waktu tinggal dan debit maksimum, maka volume bak aerasi dapat dihitung dengan rumus 3.10, kemudian

c. F/M rasio

F/M rasio yaitu perbandingan antara makanan dan mikroorganisme sebesar 0,2 – 0,3 kgBOD / kg bakteri. Untuk itu dipergunakan rumus (Sugiharto, 2008) :

$$F/M = \text{BOD limbah} \times Q_{\text{max/hari}} / (V \times \text{MLSS}) \dots\dots\dots (3.16)$$

Dengan : V = Volume bak aerasi

$$\text{MLSS} = 1500 - 3000 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD limbah} = (\text{BODmasuk} - \text{BODkeluar})$$

d. Banyaknya oksigen yang dibutuhkan

Kebutuhan oksigen di lapangan / hari dapat dihitung dengan formula di bawah :

$$\text{SOR} = N / [(C'_{\text{sw}} \beta F_a - C) / C_{\text{sw}}] (1,024)^{T-20} \alpha \dots\dots\dots (3.17)$$

Dengan :

N = Kebutuhan oksigen/hari :

$$= (Q \times (\text{BOD masuk} - \text{BOD keluar}) / f) - 1,42Px$$

$$f = \text{rasio ML VSS/MLSS} = 0,68$$

F_a = Faktor koreksi kelarutan O_2 pada ketinggian tertentu

C_{sw} = kelarutan O_2 di air pada 20°C (mg/l) = 9,17 mg/l

C'_{sw} = kelarutan O_2 di temperatur tegangan (mg/l) = 7,92 mg/l

C = DO minimum yang dipertahankan dalam tangki aerasi
= 2,0 mg/l

β = *salinity surface tension factor* = 0,9

α = faktor koreksi transfer O_2 = 0,85

T = suhu rata-rata di lapangan = 28°C

4. Bak filtrasi

Bak filtrasi adalah bak penyaringan. Penyaringan adalah pengurangan lumpur tercampur dan partikel koloid dari air limbah dengan melewatkan pada media yang porous. Penyaringan yang digunakan adalah saringan pasir cepat. Saringan ini berisikan 04 – 0,7 meter pasir dengan diameter

penyaringan yang dihasilkan sebesar 1,3 – 2,7 liter / m² /detik. Pada saringan pasir cepat ini pencuciannya dilakukan dengan cara pengaliran kembali (*back washing*) setelah penyaringan berlangsung selama 6 – 24 jam dengan lama pencucian selama 5 – 10 menit (Sugiharto, 2008). Kemudian perhitungan dimensi bak filtrasi dapat dihitung sebagai berikut :

$$A = Q / v \dots\dots\dots (3.18)$$

Dengan : A = Luas penampang bak filtrasi = lebar x tinggi

v = kecepatan aliran penyaringan = 1,3 – 2,7 liter/m²/detik

5. Bak klorinasi (bak desinfektan)

Rumah sakit merupakan sumber dari banyaknya penyakit, sehingga bila air limbah yang dibuang masih mengandung bakteri, seperti bakteri pathogen penyebab penyakit dapat membahayakan lingkungan. sehingga diperlukannya pengolahan desinfektan untuk membunuh bakteri pathogen. Beberapa hal yang dipertimbangkan dalam perencanaan dimensi bak desinfektan adalah :

a. Waktu kontak \geq 25 menit

b. Kebutuhan kaporit

Kebutuhan kaporit per hari dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan kaporit} = \text{dosis kaporit (mg/l)} \times Q \text{ (m}^3\text{/hari)} \dots\dots (3.19)$$

c. Kebutuhan air pelarut

$$\text{Volume pelarut} = (90\% / 10\%) \times Q \dots\dots\dots (3.20)$$

6. Kolam ikan

Kolam ikan berfungsi sebagai pemantau kualitas air limbah, dengan berdasarkan bila ikan – ikan tersebut mati berarti air limbah belum memenuhi standar dan apabila ikan – ikan mampu bertahan hidup berarti kualitas air limbah masih aman untuk makhluk hidup dan lingkungan. Dimensi kolam ikan direncanakan terserah oleh perencana, dengan kedalaman yang dangkal, sehingga dapat dipantau pergerakan ikan – ikan yang ada.

