

BAB IV

HASIL PERENCANAAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data dan Pengolahan

Sesuai uraian pada bab sebelumnya, data yang digunakan untuk perencanaan yang didapat melalui observasi, wawancara dan dokumentasi. Karena data yang diperoleh banyak, maka data – data tersebut dilampirkan pada Lampiran hal. 59. Perencanaan sistem daur ulang air limbah dibatasi pada bangunan utama dari pra rencana bangunan Sekolah Binus Vida Bekasi.

4.1.1 Data Lapangan

Sistem daur ulang air limbah ini akan diterapkan pada gedung Sekolah Binus Vida Bekasi yang memiliki deskripsi gedung sebagai berikut:

1. Nama Gedung : Sekolah Binus Vida Bekasi
2. Alamat : Jl. Raya Narogong Vida Bekasi
3. Peruntukan : Sarana Pendidikan
4. Jumlah Penghuni : 1170 orang
5. Jumlah Lantai : 4 lantai
6. Jenis Sistem Daur Ulang : Belum menggunakan sistem daur ulang air limbah

4.1.2 Kebutuhan Air Gedung Sekolah Binus Vida Bekasi

Perhitungan kebutuhan air ini berdasarkan SNI 03-6481-2000.

A. Populasi

1. Ruang kelas Pra TK = 2 x 15 orang = 30 orang

2. Ruang kelas TK	= 4 x 20 orang = 80 orang
3. Ruang kelas SD	= 12 x 30 orang = 360 orang
4. Ruang kelas SMP	= 9 x 30 orang = 270 orang
5. Ruang kelas SMA	= 12 x 30 orang = 360 orang
6. Guru	= 60 orang
7. Petugas	= 10 orang
Σ Populasi	= 1170 orang

B. Kebutuhan Air Pada Sekolah

1. Cuci tangan	= 2 L/hari x 2 kali = 4 L/hari
2. <i>Flushing</i>	= 6 L/hari x 3 kali = 18 L/hari
3. Wudhu	= 5 L/hari x 2 kali = 10 L/hari
Σ Kebutuhan air	= 32 L/hari + 10% = 35.2 L/hari

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{hari}} &= \Sigma \text{Populasi} \times \Sigma \text{kebutuhan air (L/hari)} \\
 &= 1170 \times 35.2 \text{ L/hari} \\
 &= 41184 \text{ L/hari}
 \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan air perhari pada Sekolah Binus Vida Bekasi yaitu = 41184 L/hari

Menurut , Budi Kamulyan, Msc. dalam buku Teknik Penyehatan. (2001:87) dapat diasumsikan air limbah yang dihasilkan sebesar 20% - 30% dari kebutuhan air, sedangkan *Grey Water* sebesar 70% - 80% dari air limbah.

Table 4.1 Jumlah timbunan limbah pada Sekolah Binus Vida Bekasi

Total Kebutuhan Air	Air Limbah	<i>Grey Water*</i>	<i>Black Water**</i>
pada gedung (L/hari)	(L/hari)	(L/hari)	(L/hari)
41184	32947.2	23063.04	9884.16

*Grey Water = limbah air yang di dapat dari wastafel dan floor drain kamar mandi.

**Black Water = air septictank dan air limbah dapur.

1. Pemakaian air rata-rata perhari pada Sekolah Binus Vida Bekasi

$$Q_h = Q_d / T$$

$$= \frac{41.18}{8} = 5.14 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_h \text{ maks} = Q_{hm} = C_1 \times Q_h$$

$$Q_{hm} = Q_{mm} = C_2 \times Q_h / 60$$

$$Q_{hm} = 2 \times 5.14$$

$$= 10.28 \text{ m}^3$$

$$Q_{mm} = 3 \times \frac{5.14}{60}$$

$$= 0.257 \text{ m}^3$$

4.1.3 Perencanaan Dimensi Bak Penampung Air Limbah

a. Bak penyaring

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pengolahan} &= 23.06 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0.96 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 16 \text{ liter}/\text{menit} \\ &= 0.26 \text{ liter}/\text{detik} \end{aligned}$$

Kapasitas pengolahan pada jam belajar :

$$\text{Jam oprasional sekolah} = 8 \text{ jam}/\text{hari}$$

1) Total debit air limbah pada jam oprasional :

$$\frac{23.06}{8} = 2.88 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2) Total debit limbah pada jam puncak :

$$\text{Pemakaian air bersih pada jam puncak} = 10.26 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Total debit air limbah pada jam puncak} = 5.76 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kriteria perencanaan : *Retention Time* ± 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Volume bak yang diperlukan} &= \frac{30}{60} \times 5.76 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 2.88 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi Bak :

$$\text{Panjang} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0.65 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{Volume efektif} = 2.92 \text{ m}^3$$

$$3) \text{ Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} = 3 \text{ m} \times 0.65 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$$

$$= 2.92 \text{ m}^3 > 2.88 \text{ m}^3 \text{ (memenuhi)}$$

4) Kecepatan aliran limbah :

$$V_s = Q / A$$

$$V_s = \frac{0.96}{0.65 \times 1.5} = 0.98 \text{ m} / \text{jam}$$

5) Kecepatan aliran limbah pada jam puncak

$$V_s = \frac{5.76}{0.65 \times 1.5} = 5.90 \text{ m} / \text{jam}$$

b. Bak *Rotating Biological Contactor*

$$\text{Volume efektif RBC} = 3.14 \times r^2 \times t$$

$$\text{Volume efektif RBC} = 3.14 \times 1.0 \times 1.0 \times 3.50$$

$$= 10.99 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume bak RBC} = 4 \times 3.25 \times 1.5$$

$$= 19.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume air limbah yang dapat ditampung} = 19.5 \text{ m}^3 - 10.99 \text{ m}^3$$

$$= 8.51 > 7.48 \text{ m}^3/\text{jam}$$

(memenuhi)

$$\text{Waktu tinggal} = 1.3 \text{ jam}$$

$$Q = 5.76 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Volume air limbah yang diolah dalam bak RBC

$$5.76 \times 1.3 = 7.48 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimensi bak RBC :

$$P = 4 \text{ m}$$

$$L = 3.25 \text{ m}$$

$$H = 1.5 \text{ m}$$

1) Kecepatan aliran :

$$V_s = Q / A$$

$$V_s = \frac{0.96}{3.25 \times 1.5} = 0.19 \text{ m / jam}$$

2) Kecepatan aliran limbah pada jam puncak :

$$V_s = \frac{5.76}{3.25 \times 1.5} = 1.18 \text{ m / jam}$$

c. Beban Hidrolik (H_L)

$$H_L = (Q / A) \times 1000 \text{ (liter/m}^2\text{/hari)}$$

$$= \frac{0.96}{23.06} \times 1000$$

$$= 41630 \text{ L/m}^2\text{/hari}$$

$$= 1734.58 \text{ L/m}^2\text{/jam}$$

d. Bak Effluent

$$\text{Waktu Tinggal} = 2 \text{ jam}$$

$$Q = 5.76 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume} = 5.76 \times 2 = 11.52 \text{ m}^3$$

1) Dimensi bak effluent:

$$P = 3 \text{ m}$$

$$L = 3.25 \text{ m}$$

$$H = 1.5 \text{ m}$$

Volume yang dapat ditampung bak:

$$3 \text{ m} \times 3.25 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 14.62 \text{ m}^3 > 11.52 \text{ m}^3 \text{ (memenuhi)}$$

2) Kecepatan aliran limbah :

$$V_s = Q / A$$

$$V_s = \frac{0.96}{3.25 \times 1.5}$$

$$= 0.19 \text{ m/jam}$$

3) Kecepatan aliran limbah jam puncak

$$V_s = \frac{5.76}{3.25 \times 1.5}$$

$$= 1.18 \text{ m/jam}$$

e. Bak air hasil olahan / bak pengendap akhir

$$Q = 0.96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu tinggal di dalam bak} = 2 - 4 \text{ jam}$$

$$\text{Volume bak yang diperlukan} = 3 \times 0.96 \text{ m}^3$$

$$= 2.88 \text{ m}^3$$

Dimensi :

$$P = 3 \text{ m}$$

$$L = 3 \text{ m}$$

$$H = 3 \text{ m}$$

1) Cek :

$$\text{Volume} = 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$$

$$= 27 \text{ m}^3 > 23.06 \text{ m}^3/\text{hari} \text{ (memenuhi)}$$

$$\text{Volume} = \frac{27}{24} = 1.12 \text{ m}^3 > 0.96 \text{ m}^3/\text{jam} \text{ (memenuhi)}$$

$$\text{Volume} = \frac{27}{8} = 43.37 \text{ m}^3 > 2.88 \text{ m}^3/3 \text{ jam} \text{ (memenuhi)}$$

2) Kecepatan aliran limbah :

$$V_s = Q / A$$

$$V_s = \frac{0.96}{3 \times 3}$$

$$= 0.10 \text{ m/jam}$$

3) Kecepatan aliran limbah pada jam puncak :

$$V_s = \frac{5.76}{3 \times 3} = 0.64 \text{ m/jam}$$

2. Perhitungan debit air yang dihasilkan oleh sistem RBC

$$\text{Waktu proses RBC} = 8 - 10 \text{ jam/hari}$$

$$Q_d = 23.06 \text{ m}^3/\text{hari}$$

(Dengan waktu proses 10 jam/hari)

$$Q_h = Q_d / T$$

$$= \frac{23.06}{10} = 2.30 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4.1.4 Perencanaan Dimensi Pipa

a. Penentuan dimensi pipa bak penyaring menuju ke bak RBC

1) Debit pengaliran yang direncanakan:

$$\begin{aligned} (Q) &= \frac{V}{t} \\ &= \frac{2.88 \text{ m}^3}{1800 \text{ detik}} \\ &= 1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Dimensi pipa

$$Q = V_s \times A$$

$$D = \left(\frac{4 \times Q}{\pi \times V_s} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = \left(\frac{4 \times 1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}}{3.14 \times 0.98} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = 0.045 \text{ m}$$

$$= 45 \text{ mm} \approx 48 \text{ mm (diameter yang tersedia dipasaran)}$$

$$= 1\frac{1}{2} \text{ inchi}$$

3) Chek :

$$Q = V_s \times \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$Q = 0.98 \times \frac{1}{4} \pi 0,048^2$$

$$Q = 1.77 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik} > 1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$$

(memenuhi)

b. Penentuan dimensi pipa bak RBC ke bak *effluent*

1) Debit pengaliran yang direncanakan:

$$\begin{aligned} (Q) &= \frac{V}{t} \\ &= \frac{7.48m^3}{4680 \text{ detik}} \\ &= 1.59 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Dimensi pipa

$$Q = V_s \times A$$

$$D = \left(\frac{4 \times Q}{\pi \times V_s} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = \left(\frac{4 \times 1.59 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}}{3.14 \times 0.19} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = 0.10 \text{ m}$$

$$= 100 \text{ mm} \approx 114 \text{ mm} \text{ (diameter yang tersedia dipasaran)}$$

$$= 4 \text{ inchi}$$

3) Chek :

$$Q = V_s \times \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$Q = 0.19 \times \frac{1}{4} \pi 0.114^2$$

$$Q = 1.93 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik} > 1.59 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$$

(memenuhi)

c. Penentuan dimensi pipa bak *effluent* ke bak penampung air olahan

1) Debit pengaliran yang direncanakan:

$$\begin{aligned} (Q) &= \frac{V}{t} \\ &= \frac{11.52 \text{ m}^3}{7200 \text{ detik}} \\ &= 1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2) Dimensi pipa

$$Q = V_s \times A$$

$$D = \left(\frac{4 \times Q}{\pi \times V_s} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = \left(\frac{4 \times 1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}}{3.14 \times 0.19} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = 0.10 \text{ m}$$

$$100 \text{ mm} \approx 114 \text{ mm (diameter yang tersedia dipasaran)}$$

$$= 4 \text{ inchi}$$

3) Cek :

$$Q = V_s \times \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$Q = 0.19 \times \frac{1}{4} \pi 0.114^2$$

$$Q = 1.93 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik} > 1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$$

(memenuhi)

d. Penentuan dimensi pipa penghantar air hasil olahan

1) Debit pengaliran yang direncanakan:

$$\begin{aligned}
 (Q) &= \frac{V}{t} \\
 &= \frac{2.88 \text{ m}^3}{10800 \text{ detik}} \\
 &= 2.66 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

2) Dimensi pipa

$$Q = V_s \times A$$

$$D = \left(\frac{4 \times Q}{\pi \times V_s} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = \left(\frac{4 \times 2.66 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik}}{3.14 \times 0.10} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = 0.058 \text{ m}$$

$$= 58 \text{ mm} \approx 60 \text{ mm (diameter yang tersedia dipasaran)}$$

$$= 2 \text{ inchi}$$

3) Cek :

$$Q = V_s \times \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$Q = 0.10 \times \frac{1}{4} \pi 0.060^2$$

$$Q = 2.82 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik} > 2.66 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik}$$

(memenuhi)

3. Persentasi penghematan air bersih

$$\frac{\text{Grey Water}}{\text{Kebutuhan Air Bersih}} \times 100 \%$$

$$\frac{23063.04 \text{ L/hari}}{41184 \text{ L/hari}} \times 100 \%$$

$$0.56 \times 100 \% = 56 \%$$

4.2 Hasil Perencanaan Pengolahan Air Limbah dengan Sistem *Rotating Biological Contactor*

Tabel 4.2 Hasil perencanaan ukuran bak pengolahan air limbah pada Sekolah Binus Vida Bekasi :

Jenis bak	panjang (m)	lebar (m)	kedalaman (m)	volume (m ³ /jam)
Bak pemisah pasir/penyaring	3	0.65	1.5	2.92
Bak RBC	4	3.25	1.5	19.50
Bak effluent	3	3.25	1.5	14.62
Bak penampung air olahan	3	3	3	27

Sumber : Perhitungan 2016

Tabel 4.3 Jenis dan ukuran pipa yang dipakai

Nama pipa	Jenis pipa	Ukuran
Pipa bak penyaring	PVC	1 $\frac{1}{2}$ inchi
Pipa bak RBC	PVC	4 inchi
Pipa bak <i>effluent</i>	PVC	4 inchi
Pipa penghantar hasil olahan	PVC	2 inchi

Sumber : Perhitungan 2016

Tabel 4.4 Karakteristik air limbah

Parameter	Satuan	Grey Water	Air Limbah yang dihasilkan	Setelah diolah	Kemampuan RBC
COD	mg/L	25	40	27.4	87.40%
BOD	mg/L	6	21	6.8	89.80%
TSS	mg/L	50	52	50.36	87.04%
Organik (KmnO ₄)	mg/L	-	23.15	3.68	84.08%

Sumber : KEPMEN LH No.112 Tahun 2003, Kementerian Pekerjaan Umum dan perhitungan 2016

4.3 Pembahasan Hasil

Dari hasil perhitungan, maka didapatkan hasil debit total air limbah, dimensi dan kapasitas bak, ukuran pipa, serta kandungan hasil olahan air limbah dengan sistem RBC. Hasil perhitungan tersebut didasarkan pada jumlah penghuni yang berada di Sekolah Binus Vida Bekasi serta banyaknya pemakain air bersih setiap orang dalam sehari.

Hasil perhitungan dimensi dan kapasitas bak yang sudah memenuhi yaitu terdiri dari volume bak pemisah pasir sebesar 2.92 m³ dapat menampung volume air limbah dengan *retention time* ± 30 menit sebanyak 2.88 m³/jam, volume bak RBC sebesar 19.50 m³ dapat menampung volume air limbah dengan waktu tinggal 1.3 jam sebanyak 7.48 m³/jam, volume bak effluent sebesar 14.62 m³ dapat menampung volume air limbah dengan waktu tinggal 2 jam sebanyak 11.52 m³/jam dan volume bak pengendapan akhir sebesar 27 m³ dapat menampung volume *grey water* sebanyak 23.06 m³/hari. Pada gedung ini penggunaan

kebutuhan air bersih sebesar 41184 L/hari, dengan menggunakan pengolahan sistem RBC menghasilkan *grey water* atau air yang bisa digunakan kembali sebesar 23063.04 L/hari sehingga dapat menghemat pemakaian air bersih sebesar 56 %. Hal ini menunjukkan bahwa daur ulang air limbah dengan sistem RBC dapat mengurangi pemakaian air bersih, mengurangi pencemaran air dan lingkungan, serta baik untuk digunakan dalam gedung tersebut dalam menerapkan *green building*.

Hasil kandungan air limbah yang telah diolah dengan sistem *Rotating Biological Contactor* (RBC) telah memenuhi standar baku mutu air limbah untuk *grey water* menurut KEPMEN LH No.112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik sesuai dengan teori Bab II pada 2.1.7 mengenai standar baku mutu air limbah pada halaman 16. Dari hasil penelitian Kementerian Pekerjaan Umum, didapat konsentrasi BOD mencapai 21 mg/L, COD mencapai 40 mg/L, TSS mencapai 52 mg/L dan KmnO_4 mencapai 23.15 mg/L. Sedangkan standar baku mutu untuk BOD adalah 6 mg/L, COD adalah 25 mg/L, TSS adalah 50 mg/L dan tidak terdapat KmnO_4 . Setelah air limbah diolah dengan sistem *Rotating Biological Contactor* (RBC), maka konsentrasi BOD, COD, TSS dan KmnO_4 mengalami penurunan menjadi 27.4 mg/L, 6.8 mg/L, 50.36 mg/L dan 3.68 mg/L, sehingga air olahan tersebut bisa digunakan sebagai *grey water*.

Kemampuan sistem sistem daur ulang *Rotating Biological Contactor* (RBC) dalam menurunkan konsentrasi zat pada air limbah menjadi *grey water* dapat mencapai 89.80%.

4.4 Keterbatasan Perencanaan

Dalam perencanaan skripsi ini sudah dilakukan perhitungan secara terencana dan teliti, namun pada akhirnya tidak terlepas dari segala kekurangan dan keterbatasan yang ada, antara lain:

1. Dalam pengumpulan jumlah siswa data yang diperoleh merupakan data ruang kelas yang ada, namun data tersebut bisa berubah jika terdapat murid tambahan yang masuk dan murid yang keluar dari sekolah tersebut.
2. Dalam penentuan koefisien-koefisien yang digunakan dalam perencanaan, kemungkinan terjadinya perbedaan penggunaan nilai-nilai yang ada bisa terjadi, hal ini disebabkan perbedaan penentuan dilapangan.
3. Bila pada Sekolah Binus Vida Bekasi terjadi penambahan penghuni atau jumlah karyawan, maka perencanaan dimensi dan kapasitas bak dapat dipergunakan dengan batasan standar mutu sesuai peraturan Pergub 122 tahun 2005.