

PERENCANAAN TEKNIS PENGELOLAAN AIR LIMBAH SEBAGAI SALAH SATU IMPLEMENTASI PROGRAM KAMPUNG IKLIM

Rika Sylviana¹⁾, Dede Hermana²⁾

¹⁾, Teknik Sipil Universitas Islam 45 Bekasi
²⁾, Staf Dinas Tata Kota, Kota Bekasi
 Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi Telp. 021-88344436
 Email: rikasyivia@yahoo.com

ABSTRAK

Perubahan iklim merupakan sebuah realitas yang telah dirasakan secara luas di berbagai belahan dunia, sehingga Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mengembangkan Program Kampung Iklim (ProKlim) sebagai aksi nyata untuk meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap dampak perubahan iklim serta upaya pengurangan emisi GRK sebagai komponen yang diperlukan dalam pembangunan berkelanjutan. Upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim di lokasi ProKlim salah satunya adalah pengolahan dan pemanfaatan air limbah. Perolehan data untuk perencanaan teknis pengelolaan air limbah didapat melalui survei ke lokasi. Kemudian dilakukan perencanaan teknis atau desain yang disesuaikan kondisi lapangan. Besaran *supply* air hujan diperkirakan 2,22 m³. Debit (Q) air limbah domestik yaitu 0,005 m³/detik dengan perkiraan volume air limbah yang dapat diolah maksimal 108 m³ jika waktu pengalirannya selama 6 (jam) dalam 1 hari. Dimensi 3 unit bak pengolahan yang akan dibangun yaitu bak equalisasi/pengumpul 3,5 x 2,5 x 1,03 m dengan tebal dinding 15 cm dan ruang bebas (*free board*) 0,97 m, serta volume efektif 21,9 m³, dilengkapi dengan alat penyaring sampah kasar (*bar screen*). Kemudian dimensi bak pengendapan (*sedimentasi*) awal dan akhir masing-masing yaitu 3,5 x 2,5 x 1,03 m dengan tebal dinding 15 cm dan ruang bebas 0,97 m serta volume efektif 17,5 m³. Selanjutnya *biofilter aerob* terdiri dari 2 (dua) ruangan yaitu ruang aerasi (3,5 x 2,5 m dengan tebal dinding 15 cm dan volume efektif 17,5 m³) dan ruang *bed media* (3,5 x 2,5 x 1,03 m, tebal dinding 15 cm). Kebutuhan udara aktual 190 liter/menit diakomodir *blower* 2 unit berkapasitas 100 liter/menit.

Kata kunci: pengolahan air limbah, biofilter aerob, air limbah domestik

ABSTRACT

Climate change is a reality that already felt extensively in all parts of the world, so that the Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) develop a Program Kampung Iklim (ProKlim) as real action to increase community resilience against the impacts of climate change also as effort to reduce emission GRK as component that needed in sustainable development. Adaptation effort and mitigation of a climate change in ProKlim location one of them is waste water treatment and utilization. Data acquisition for technical planning of waste water can be obtained through survey to location. Afterwards technical planning or design is held which is adjusted to the field conditions. Water supply scale is predicted 2.22 m³. Domestic waste water discharge (Q) is 0.005 m³/s with waste water volume prediction that can be processed 108 m³ maximum if the streaming/flow time is 6 hours on 1 day. Dimension of 3 unit basin processing that will be build which is equalization/collector basin 3.5 x 2.5 x 1.03 m with wall thickness of 15 cm and free board 0.97 m, also effective volume 21.9 m³, equipped with bar screen. Subsequently initial and final sedimentation basin is 3.5 x 2.5 x 1.03 m each with wall thickness 15 cm and free board 0.97 m also effective volume 17.5 m³. Next is biofilter aerob consists of two chamber that is aeration chamber (3.5 x 2.5 m with wall thickness 15 cm and also effective

volume 17.5 m³) and bed media chamber (3.5 x 2.5 x 1.03 m, wall thickness 15 cm). Actual air requirements 190 litre/minute accomodated by 2 unit of blower with capacity 100 litre/minute.

Keywords: waste water treatment, biofilter aerob, domestic waste water

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Persoalan perubahan iklim sudah menjadi fenomena lingkungan yang nyata dan diakui sebagai salah satu ancaman terbesar bagi kehidupan manusia. Laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* menyebutkan bahwa kenaikan suhu permukaan bumi di wilayah Asia Tenggara pada abad ini berkisar antara 0,4-1°C dan diperkirakan akan terus meningkat antara 1,5-2°C pada periode 30 tahun mendatang. Perubahan suhu yang terjadi saat ini diyakini sebagai akibat terjadinya akumulasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Peningkatan GRK di atmosfer diperparah oleh berkurangnya luas hutan atau deforestasi yang mempunyai kemampuan untuk menyerap CO₂. Kenaikan suhu bumi meningkatkan ancaman terhadap risiko terjadinya bencana terkait iklim seperti banjir, longsor, kekeringan, gagal panen, keragaman hayati, kenaikan muka air laut serta kesehatan manusia. Dalam rangka pelaksanaan program adaptasi dan mitigasi dampak pemanasan global melalui penguatan aksi lokal maka Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menginisiasi pembentukan Program Kampung Iklim (ProKlim). Program Kampung Iklim (ProKlim) adalah program berlingkup nasional yang dikembangkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) untuk mendorong partisipasi aktif masyarakat dan seluruh pihak dalam melaksanakan aksi lokal untuk meningkatkan ketahanan terhadap dampak perubahan iklim dan pengurangan emisi GRK. Upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim di lokasi ProKlim dapat berupa:

- pengendalian kekeringan, banjir, dan longsor;
- peningkatan ketahanan pangan;
- pengendalian penyakit terkait iklim;
- penanganan atauantisipasi kenaikan muka laut, rob, intrusi air laut, abrasi, ablasi atau erosi akibat angin, gelombang tinggi.
- pengelolaan sampah, limbah padat dan cair;
- pengolahan dan pemanfaatan air limbah;
- penggunaan energi baru terbarukan, konservasi dan penghematan energi;
- budidaya pertanian;
- peningkatan tutupan vegetasi; dan
- pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan.

Pelaksanaan ProKlim mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 tahun 2012 tentang Program Kampung Iklim. ProKlim dapat dikembangkan dan dilaksanakan pada wilayah minimal setingkat dusun/dukuh/RW dan maksimal setingkat desa/kelurahan atau yang dipersamakan dengan itu. Banyak studi menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat dalam kegiatan konservasi adalah salah satu kunci keberhasilan program pelestarian lingkungan, termasuk perubahan iklim. Tetapi tidak seluruh upaya adaptasi dan mitigasi dalam rangka pengendalian dampak perubahan iklim di lokasi Program Kampung Iklim dapat dilaksanakan dengan mempertimbangkan karakteristik wilayah yang ada di lokasi perencanaan. Berdasarkan hal tersebut salah satu kegiatan yang dilakukan pemerintah Kota Bekasi dari 4 kegiatan ProKlim adalah perencanaan teknis pengelolaan air limbah. Namun tentunya upaya tersebut diharapkan dapat

berpengaruh terhadap kebijakan nasional dan lokal khususnya Pemerintah Kota Bekasi dalam rangka mendukung kebijakan adaptasi dan mitigasi dalam rangka pengendalian dampak perubahan iklim.

Batasan Masalah

Batasan permasalahan pada penelitian ini meliputi:

1. Pengambilan air limbah didapat dari air limbah domestik rumah tangga saja.
2. Tidak menghitung rencana anggaran biaya untuk pengelolaan air limbah ini.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui volume air hujan yang dapat ditampung.
2. Untuk mengetahui kebutuhan pemanfaatan air hujan.
3. Untuk mendapatkan dimensi beberapa unit bak pengelolaan air limbah.
4. Untuk mengetahui jumlah *blower* yang dipakai.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini secara manual yaitu suatu metode dimana cara pengambilan datanya bersifat sederhana, baik dari segi tinjauan biaya, waktu, tenaga survai dan peralatan survai.

Kegiatan pelaksanaan pekerjaan direncanakan terdiri dari 4 (empat) tahapan yaitu:

a. Tahapan I: Pekerjaan Persiapan

Kegiatan persiapan pada dasarnya adalah kegiatan awal sebelum tim memulai kegiatan keseluruhan meliputi:

- Pengumpulan data primer dan sekunder;
- Survey pendahuluan (identifikasi kondisi eksisting, lokasi dan situasi);
- Koordinasi pelaksanaan teknis dengan Dinas/Instansi terkait;
- Mobilisasi surveyor.

b. Tahapan II: Investigasi Lapangan/Studi Analisis

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan meliputi:

- Pengumpulan data topografi, hidrologi, dan curah hujan;
- Pengamatan arus dan arah aliran air buangan dan larian;
- Kondisi lingkungan termasuk kondisi sosial budaya masyarakat setempat.

c. Tahapan III: Perencanaan Teknik

Pekerjaan perencanaan teknik meliputi:

- Perencanaan struktur;
- Perencanaan infrastruktur pendukung;
- Gambar spesifikasi teknis.

d. Tahap IV: Menyusun Laporan/Dokumen

4. HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Dari pengumpulan data/survei dan pengolahan data yang telah dilakukan pada penelitian ini didapat hasil sebagai berikut:

Perhitungan Supply Air Hujan

Perhitungan *supply* air hujan diperlukan untuk mengetahui volume air hujan yang bisa ditampung.

Rumus perhitungan *supply* air hujan

$$S = \frac{A \times M \times F}{1000}$$

dengan:

S = *Supply* air hujan yang dapat diterima (m^3)

A = *Cachment area* (m^2), berupa luas atap bangunan

M = Tinggi curah hujan median dalam satu bulan (m)

F = Faktor efisiensi/kehilangan air = 0,95

Curah hujan rata-rata tahunan di Kota Bekasi mencapai 142 mm/tahun, sedangkan tertinggi tercapai pada bulan Januari yaitu 205 mm, dan terendah tercapai pada bulan September yaitu 72 mm. Jumlah hari hujan dalam sebulan rata-rata mencapai 10 hari, dengan jumlah hari hujan tertinggi tercapai pada bulan Februari yaitu 15 hari dan terendah pada bulan September yaitu 6 hari. Tinggi curah hujan dalam satu bulan sesuai data di atas mengambil curah hujan tertinggi di bulan Januari yang mencapai 205 mm.

Atap bangunan Balai Warga di salah satu RW sebagai objek pelaksanaan program pemanfaatan air hujan berukuran 19 meter x 18 meter, sehingga diketahui bahwa luas atap bangunan mencapai = 342 m^2 .

Dari data tersebut di atas dapat diketahui besaran *supply* air hujan yang dapat diterima di bangunan Balai Warga pada bulan tertinggi (S) yaitu:

$$\begin{aligned} S &= 342 \text{ m}^2 \times 205 \text{ mm} \times 0,95 / 1000 \\ &= 66.604 \text{ m}^3 / 1000 \\ &= 66,6 \text{ m}^3/30 \text{ hari} \end{aligned}$$

Apabila rata-rata per bulan terdapat 30 hari maka kapasitas air hujan yang harus ditampung setiap harinya mencapai = **2,22 m^3** . Sehingga besaran *supply* air hujan yang dapat diterima rata-rata setiap harinya khususnya saat musim hujan mencapai 2,22 m^3 . Besaran suplai air hujan tersebut yang dapat ditampung dalam tampungan air menggunakan *water tank* berbahan fiber (*torn water*) untuk ditampung dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih atau untuk penyiraman tanaman.

Kebutuhan Air Hujan

Kebutuhan air hujan adalah volume air hujan yang dipakai untuk keperluan sehari-hari selama satu hari. Rumus kebutuhan pemanfaatan air hujan yaitu:

$$B = D \times P$$

dengan:

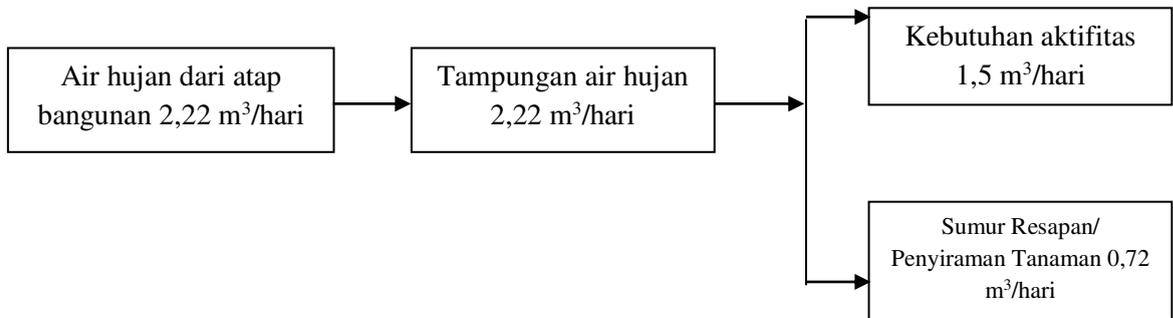
B = Total kebutuhan air dalam satu hari (m^3)

D = Kebutuhan air satu orang dalam satu hari

P = Jumlah pengguna

Direncanakan bahwa air hujan yang telah ditampung tersebut sebagian akan dimanfaatkan sebagai sumber air bersih bagi aktifitas warga yang memanfaatkan bangunan Balai Warga untuk berinteraksi termasuk adanya kegiatan sarana pendidikan (PAUD) bagi warga dan sekitarnya. Selain itu apabila debit air hujan tinggi, sebagian akan dialirkan ke permukaan tanah sebagai air penyiraman bagi tanaman yang ada di sekitar bangunan Balai Warga.

Diasumsikan bahwa terdapat 50 orang yang memanfaatkan Balai Warga untuk beraktifitas dan membutuhkan sekitar 30 liter/orang tiap harinya. Sehingga diperkirakan kebutuhan air bersih bagi warga yang beraktifitas di Balai Warga setiap harinya mencapai 1500 liter ~ 1,5 m³/hari. Untuk itu diperlukan kapasitas tampungan minimal sebesar 1,5 m³ dan kelebihanannya **dapat diresapkan ke 3 unit sumur resapan** sekitar 2,22 m³ – 1,5 m³ = 0,72 m³ dan jugadapat dimanfaatkan sebagai air penyiraman tanaman seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Neraca Kebutuhan Air Hujan

Bak Pengolahan Konstruksi Permanen

Sistem dan desain pengolahan air limbah yang menggunakan konstruksi permanen menggunakan beberapa kriteria dan perhitungan yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

Luas penampang paralon berdiamater 3 inci

$$\begin{aligned}
 (A) &= \pi \cdot r^2 \\
 &= 3,14 \cdot (3 \times 2,54 / 2 \text{ cm})^2 \\
 &= 3,14 \times (7,62 / 2)^2 \text{ cm}^2 \\
 &= 3,14 \times (0,0762 / 2)^2 \text{ m}^2 \\
 &= \mathbf{0,0045 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

Diasumsikan bahwa kecepatan (V) air di dalam paralon rata-rata 1,1 m/detik sebagai kecepatan minimal dalam pengaliran air di saluran sehingga tidak terjadi sedimentasi di aliran pipa paralon. Didapat debit (Q) yang mengalir di dalam paralon ukuran 3 inci yaitu:

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 &= 0,0045 \text{ m}^2 \times 1,1 \text{ m/detik} \\
 &= \mathbf{0,005 \text{ m}^3/\text{detik}}
 \end{aligned}$$

Apabila diperkirakan air yang mengalir di dalam saluran pipa paralon 3 inci ditampung selama 6 (jam) dalam 1 hari – *td (time detention)* maka volume air limbah domestik yang masuk ke bangunan pengolahan air limbah domestik dari aliran saluran drainase tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui bahwa dalam 6 jam = 21.600 detik, maka:

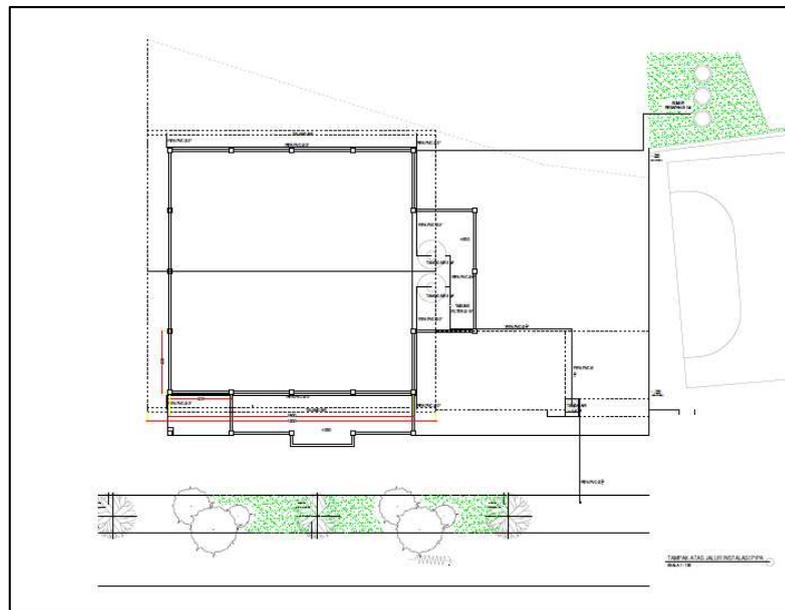
$$V (\text{kap}) = Q \times Td$$

$$= 0,005 \text{ m}^3/\text{detik} \times 21.600 \text{ detik}/6 \text{ jam}$$

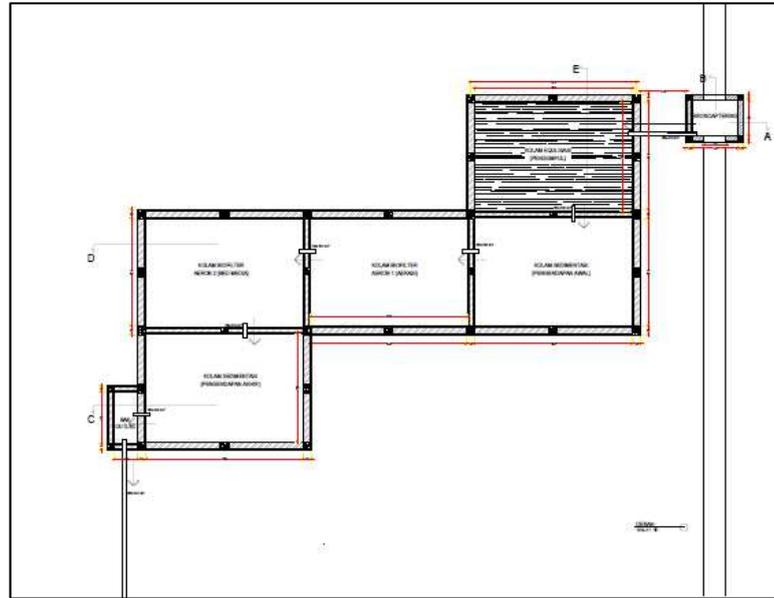
$$= 108 \text{ m}^3$$

Desain Teknis Pengolahan Air Limbah Domestik satu RW:

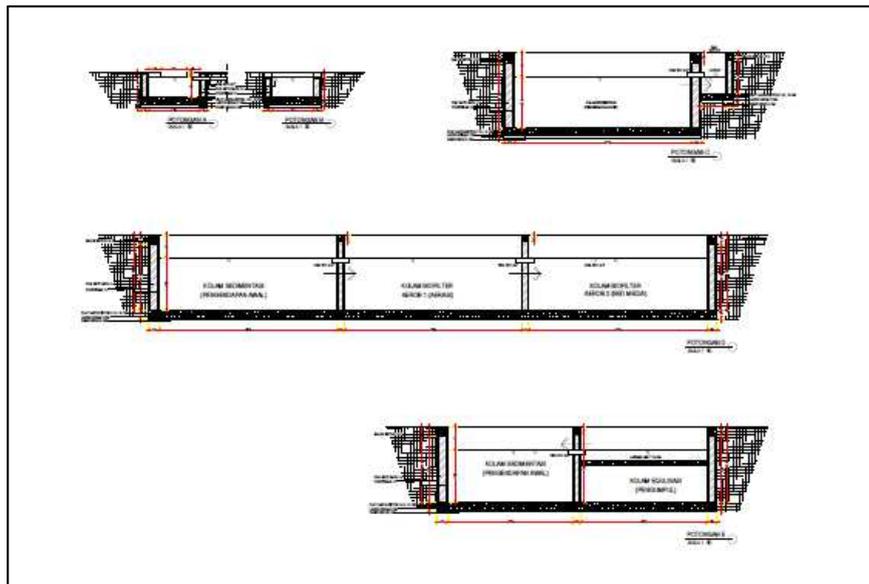
- | | |
|----|---|
| a) | Kapasitas Pengolahan = 108 m ³ /hari = 4,51 m ³ /jam = 75,2 liter/menit |
| b) | BOD air limbah di saluran drainase (asumsi) = 150 mg/liter |
| c) | Konsentrasi <i>Suspensi Solid</i> (SS) = 100 mg/liter |
| d) | Total Efisiensi Pengolahan = 90 % |
| e) | BOD air hasil olahan = 20 mg/liter |
| f) | SS air hasil olahan = 20 mg/liter |



Gambar 2. Tampak Atas Instalasi Pemanfaatan Air Hujan



Gambar 3. Denah Sistem Pengolahan Air Limbah Konstruksi Permanen



Gambar 4. Potongan IPAL Domestik Konstruksi Permanen

Gambar 2 memperlihatkan tampak atas instalasi pemanfaatan air hujan yang didesain. Gambar 3 menunjukkan denah sistem pengolahan air limbah konstruksi permanen dan gambar 4 memperlihatkan potongan IPAL domestik konstruksi permanen.

Kriteria Perencanaan Desain Teknis Pengolahan Air Limbah Domestik

Kriteria perencanaan antara lain:

- a) waktu tinggal total (*retention time*) rata-rata = 6-8 jam
- b) waktu tinggal unit bak (*retention time*) rata-rata = 2-5 jam

- c) beban permukaan (*surface loading*) = 20-50 m³/m².hari
 d) beban BOD per satuan permukaan media = 5-30 g BOD/m²/hari

Beberapa unit bak pengolahan yang akan dibangun dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Desain Bak Equalisasi/Pengumpul

- a. Waktu tinggal di dalam bak (asumsi) = 2 jam
 b. Volume bak yang diperlukan = 2 jam/24 jam/hari x 108 m³/hari = 9 m³
 c. Dimensi Bak yang direncanakan:
- Panjang = 3,5 meter
 - Lebar = 2,5 meter
 - Tinggi = 1,03 meter
 - Ruang bebas (*free board*) = 0,97 meter
 (mempertimbangkan potensi genangan banjir di sekitar lokasi studi yang dikhawatirkan masuk ke sistem IPAL)
 - Volume efektif = 17,5 m³
 - Tebal dinding = 15 cm

Check

$$\begin{aligned} T_d (\text{jam}) &= \frac{\text{Volume efektif (m}^3\text{)}}{\text{Debit (m}^3\text{/hari)}} \\ &= 17,5 \text{ m}^3 / 108 \text{ m}^3\text{/hari} \\ &= 0,162 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} \\ &= 3,89 \text{ jam (sesuai dengan kriteria)} \end{aligned}$$

2. Desain Bak Pengendapan (Sedimentasi) Awal

- a) Debit air limbah = 108 m³/hari = 4,51 m³/jam = 75,2 liter/menit
 b) BOD air limbah di saluran drainase (asumsi) = 120 mg/liter
 c) Konsentrasi *Suspensi Solid* (SS) = 100 mg/liter
 d) Total Efisiensi Pengolahan = 90 %
 e) BOD air hasil olahan = 100 mg/liter
 f) SS air hasil olahan = 80 mg/liter
 g) Waktu tinggal di dalam bak (asumsi) = 2 jam
 h) Volume bak yang diperlukan = 2 jam/24 jam/hari x 108 m³/hari = 9 m³
 i) Dimensi Bak yang direncanakan:
- Panjang = 3,5 meter
 - Lebar = 2,5 meter
 - Tinggi = 1,03 meter
 - Ruang bebas (*free board*) = 0,97 meter
 (mempertimbangkan potensi genangan banjir di sekitar lokasi studi yang dikhawatirkan masuk ke sistem IPAL)
 - Volume efektif = 17,5 m³
 - Tebal dinding = 15 cm

Check

$$\begin{aligned}
 Td \text{ (jam)} &= \frac{\text{Volume efektif (m}^3\text{)}}{\text{Debit (m}^3\text{/hari)}} \\
 &= 17,5 \text{ m}^3 / 108 \text{ m}^3\text{/hari} \\
 &= 0,162 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} \\
 &= 3,89 \text{ jam (sesuai dengan kriteria)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{j) Beban Permukaan (surface loading)} &= \frac{\text{Debit (Q)}}{\text{Panjang} \times \text{Lebar}} \\
 &= \frac{108 \text{ m}^3\text{/hari}}{3,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} \\
 &= 12,34 \text{ m}^3\text{/m}^2\text{.hari}
 \end{aligned}$$

k) Waktu tinggal pada saat beban puncak = 1 jam (asumsi jumlah limbah 2 x jumlah rata-rata).

l) Dengan beban permukaan (*surface loading*) rata-rata 12,34 m³/m².hari maka beban permukaan pada saat puncak mencapai 25 m³/m².hari

3. Desain Bak Biofilter Aerob

- a) Debit air limbah = 108 m³/hari = 4,51 m³/jam = 75,2 liter/menit
- b) BOD masuk (asumsi) = 100 mg/liter
- c) Konsentrasi *Total Suspensi Solid* (SS) masuk = 80 mg/liter
- d) Total Efisiensi Pengolahan = 50 %
- e) BOD air hasil olahan = 50 mg/liter
- f) Beban BOD di dalam air limbah = 108 m³/hari x 100 mg/liter
= 10.800 g/hari = 10,80 kg/hari
- g) Jumlah BOD yang dihilangkan = 50/100 x 10,80 kg/hari = 5,4 kg/hari
- h) Beban BOD per volume media yang digunakan = 1 kg/m³.hari
- i) Volume media yang diperlukan = 5,4 kg/hari / 1 kg/m³.hari = 5,4 m³
- j) Volume media = 50 % dari total volume reaktor
- k) Volume reaktor yang diperlukan = 100/50 x 5,4 m³ = 10,8 m³
- l) Waktu tinggal di dalam reaktor aerob = 10,8 m³ / 108 m³/hari x 24 jam/hari
= 2,4 jam

Biofilter aerob terdiri dari 2 (dua) ruangan yaitu ruang aerasi dan ruang bed media. Adapun dimensi reaktor *biofilter aerob* direncanakan terdiri dari:

Ruang Aerasi

- a. Panjang = 3,5 meter
- b. Lebar = 2,5 meter
- c. Tinggi = 1,03 meter
- d. Ruang bebas (*free board*) = 0,97 meter
(mempertimbangkan potensi genangan banjir di sekitar lokasi studi yang dikhawatirkan masuk ke sistem IPAL)

Ruang Bed Media

- a. Panjang = 3,5 meter
- b. Lebar = 2,5 meter
- c. Tinggi = 1,03 meter
- d. Ruang bebas (*free board*) = 0,97 meter
(mempertimbangkan potensi genangan banjir di sekitar lokasi studi yang dikhawatirkan masuk ke sistem IPAL)
- e. Waktu tinggal di dalam bak (asumsi) = 2 jam
- f. Volume bak yang diperlukan = $2 \text{ jam}/24 \text{ jam/hari} \times 108 \text{ m}^3/\text{hari} = 9 \text{ m}^3$
- g. Volume efektif = 17,5 m³
- h. Tebal dinding = 15 cm

Check

$$\begin{aligned} T_d (\text{jam}) &= \frac{\text{Volume efektif (m}^3\text{)}}{\text{Debit (m}^3\text{/hari)}} \\ &= 17,5 \text{ m}^3 / 108 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,162 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} \\ &= 3,89 \text{ jam (sesuai dengan kriteria)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{i. Beban Permukaan (surface loading)} &= \frac{\text{Debit (Q)}}{\text{Panjang} \times \text{Lebar}} \\ &= \frac{108 \text{ m}^3/\text{hari}}{3,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} \\ &= 12,34 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \end{aligned}$$

- j. Waktu tinggal pada saat beban puncak = 1 jam (asumsi jumlah limbah 2 x jumlah rata-rata).
- k. Dengan beban permukaan (*surface loading*) rata-rata 12,34 m³/m².hari maka beban permukaan pada saat puncak mencapai 25 m³/m².hari

4. Desain Bak Pengendapan (Sedimentasi) Akhir

- a) Debit air limbah = $108 \text{ m}^3/\text{hari} = 4,51 \text{ m}^3/\text{jam} = 75,2 \text{ liter/menit}$
- b) BOD masuk (asumsi) = 50 mg/liter
- c) Konsentrasi *Total Suspensi Solid* (SS) masuk = 40 mg/liter
- d) Total Efisiensi Pengolahan = 80 %
- e) BOD air hasil olahan = 10 mg/liter
- f) SS air hasil olahan = 8 mg/liter
- g) Waktu tinggal di dalam bak (asumsi) = 2 jam

$$\text{h) Volume bak yang diperlukan} = 2 \text{ jam}/24 \text{ jam/hari} \times 108 \text{ m}^3/\text{hari} = 9 \text{ m}^3$$

i) Dimensi bak yang direncanakan:

- Panjang = 3,5 meter
- Lebar = 2,5 meter
- Tinggi = 1,03 meter
- Ruang bebas (*free board*) = 0,97 meter
(mempertimbangkan potensi genangan banjir di sekitar lokasi studi yang dikhawatirkan masuk ke sistem IPAL)
- Volume efektif = 17,5 m³
- Tebal dinding = 15 cm

Check

$$\begin{aligned}
 Td \text{ (jam)} &= \frac{\text{Volume efektif (m}^3\text{)}}{\text{Debit (m}^3\text{/hari)}} \\
 &= 17,5 \text{ m}^3 / 108 \text{ m}^3\text{/hari} \\
 &= 0,162 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} \\
 &= 3,89 \text{ jam (sesuai dengan kriteria)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{j) Beban permukaan (surface loading)} &= \frac{\text{Debit (Q)}}{\text{Panjang} \times \text{Lebar}} \\
 &= \frac{108 \text{ m}^3\text{/hari}}{3,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} \\
 &= 12,34 \text{ m}^3\text{/m}^2\text{.hari}
 \end{aligned}$$

- k) Waktu tinggal pada saat beban puncak = 1 jam (asumsi jumlah limbah 2 x jumlah rata-rata).
- l) Dengan beban permukaan (*surface loading*) rata-rata 12,34 m³/m².hari maka beban permukaan pada saat puncak mencapai 25 m³/m².hari

5. Kebutuhan Oksigen

- Kebutuhan oksigen yang dibutuhkan di dalam bak *biofilter aerob* sebanding dengan jumlah BOD yang dihilangkan.
- Jadi kebutuhan teoritis = jumlah BOD yang dihilangkan yaitu 5,4 kg/hari
- Faktor keamanan ditetapkan ± 2,0 (asumsi 1,8)
- Kebutuhan oksigen teoritis = 1,8 x 5,4 kg/hari = 9,72 kg/hari
- Temperatur udara rata-rata = 28⁰ C
- Berat udara pada suhu 28⁰C = 1,1725 kg/m³
Diasumsikan jumlah oksigen di dalam udara 23,2 %, sehingga jumlah kebutuhan oksigen teoritis

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9,72 \text{ kg/hari}}{1,1725 \text{ kg/m}^3 \times 0,232 \text{ g O}_2\text{/g udara}} \\
 &= 35,73 \text{ m}^3\text{/hari}
 \end{aligned}$$

- Efisiensi *diffuser* = 5 %
- Kebutuhan Udara Aktual = $\frac{35,73 \text{ m}^3\text{/hari}}{0,05}$
 $= 714 \text{ m}^3\text{/hari}$
 $= 0,19 \text{ m}^3\text{/menit}$
 $= 190 \text{ liter/menit}$

Jika kapasitas *blower* adalah 100 liter/menit dan terdiri dari 2 unit maka transfer total udara = 200 liter/menit (masih memenuhi kebutuhan udara aktual).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dari perencanaan teknis Penataan Kampung Iklim yang berskala RW, antara lain:

- 1) Pembangunan sarana Program Kampung Iklim bertujuan untuk meningkatkan upaya Pemerintah Kota Bekasi dalam kepedulian dan peran serta untuk pelaksanaan kebijakan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim melalui penguatan lokal di tingkat masyarakat secara aplikatif khususnya mendorong peningkatan peran serta masyarakat yang sudah peduli dalam gerakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup;
- 2) Salah satu bangunan infrastruktur Program Kampung Iklim meliputi bangunan penampungan/pemanenan air hujan (*air harvest*), peresapan air hujan ke sumur resapan dan pengolahan air limbah domestik menyesuaikan dengan kondisi lingkungan dari area studi.
- 3) Besaran *supply* air hujan yang dapat diterima rata-rata setiap harinya khususnya saat musim hujan dari atap bangunan Balai Warga diperkirakan mencapai 2,22 m³. Besaran suplai air hujan tersebut yang dapat ditampung dalam tampungan air menggunakan *water tank* berbahan *fiber (torn water)* untuk ditampung dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih atau untuk penyiraman tanaman.
- 4) Debit (Q) air limbah domestik dari saluran drainase yang mengalir di dalam paralon ukuran 3 inchi yaitu 0,005 m³/detik dengan perkiraan volume air limbah yang dapat diolah maksimal 108 m³ apabila waktu pengalirannya selama 6 (jam) dalam 1 hari
- 5) Beberapa unit bak pengolahan yang akan dibangun dapat dijelaskan sebagai berikut:
 - a. Dimensi desain bak equalisasi/pengumpul yang direncanakan 3,5 x 2,5 x 1,03 meter, dengan tebal dinding 15 cm dan tersedia ruang bebas (*free board*) 0,97 meter serta volume efektif 21,9 m³. Dilengkapi dengan alat penyaring sampah kasar (*bar screen*) sebelum masuk ke bak equalisasi untuk membantu kinerja proses selanjutnya.
 - b. Desain bak pengendapan (sedimentasi) awal yang direncanakan 3,5 x 2,5 x 1,03 meter, dengan tebal dinding 15 cm dan tersedia ruang bebas (*free board*) 0,97 meter serta volume efektif 17,5 m³.
 - c. Desain bak *biofilter aerob* terdiri dari 2 (dua) ruangan yaitu ruang aerasi dan ruang *bed media*. Ruang aerasi berdimensi 3,5 x 2,5 x 1,03 meter, tersedia ruang bebas (*free board*) 0,97 meter serta volume efektif 17,5 m³. Ruang *bed media* mempunyai dimensi yang sama dengan ruang aerasi dengan volume bak yang diperlukan 9m³ jika diasumsikan waktu tinggal 2 jam di dalam bak.
 - d. Desain bak pengendapan (sedimentasi) akhir 3,5 x 2,5 x 1,03 meter, tersedia ruang bebas (*free board*) 0,97 meter serta volume efektif 17,5 m³, dengan volume bak yang diperlukan 9m³ jika diasumsikan waktu tinggal 2 jam di dalam bak.
 - e. Kebutuhan udara aktual adalah 190 liter/menit, maka diperlukan 2 unit *blower* berkapasitas 100 liter/menit.

Saran

Beberapa hal yang direkomendasikan antara lain:

1. Pelaksanaan Program Kampung Iklim harus dilaksanakan secara berkelanjutan di lokasi lainnya guna merealisasikan komitmen pemerintah dalam kebijakan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim melalui penguatan lokal.
2. Sistem pengolahan air limbah yang akan dipilih berdasarkan 2 (dua) alternatif pengolahan agar mempertimbangkan efisiensi pengolahan, faktor pembiayaan,

kemudahan pemeliharaan dan faktor kemanfaatan sehingga mengoptimalkan bangunan Program Kampung Iklim.

3. Pengolahan air limbah domestik yang berasal dari saluran air yang bercampur dengan saluran drainase agar senantiasa dilakukan pengontrolan agar beban pengolahan tidak melebihi kapasitas termasuk mencegah sampah kasar masuk ke sistem pengolahan.
4. Apabila akan dilakukan pembenihan ikan di kolam/bak pengolahan dapat memanfaatkan bak sedimentasi akhir dibantu dengan pompa untuk membantu sirkulasi air.
5. Air limbah domestik yang sudah terolah dapat dimanfaatkan sebagai air penyiraman bagi tanaman/pohon yang dipelihara melalui program pembibitan.
6. Penempatan tangki penampung air hujan di lantai beton (dak) area Balai Warga harus senantiasa dipantau kekuatan konstruksinya sehingga tidak menimbulkan kerusakan/gangguan konstruksi.
7. Apabila terjadi curah hujan yang tinggi maka pemanfaatan air hujan dapat langsung diresapkan ke sumur resapan dan pemanfaatan untuk air penyiraman di taman yang digunakan sebagai tanaman obat keluarga (toga).
8. Masyarakat harus berperan aktif dalam pemeliharaan seluruh infrastruktur yang telah dibangun dalam program implementasi Program Kampung Iklim sehingga operasi, pemeliharaan dan pemanfaatannya lebih optimal setelah diserahkan dari Pemerintah Kota Bekasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2006, *Indonesia Sanitation Sector Development Program Inception Report (volume 2)_Annex 1 page 30*, Bappenas, Jakarta
- _____, 2002, *Kriteria Teknis Prasarana dan Sarana Pengelolaan Air Limbah, Prosiding Diseminasi dan Sosialisasi NSPM Bidang PLP dan Penyusunan PJM*, Mataram
- _____, 2005, *SNI Pd-T-04-2005 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Tangki Biofilter Pengelolaan Air Limbah Rumah Tangga dengan Tangki Biofilter*, Badan Standar Nasional (BSN), Jakarta
- Kustiah, T., 2005, *Kajian Kebijakan Pengelolaan Sanitasi Berbasis Masyarakat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Soewondo, P., 2009, *Konsep Pengelolaan Limbah Cair Domestik*, Bahan Ajar, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Sugiharto, 2005, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, UI Press, Jakarta