



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT) BABAKAN KARET KABUPATEN CIANJUR MENGGUNAKAN KOLAM STABILISASI TAHUN 2017

Neny Mulyani¹⁾, Mukhamad Solikhin²⁾

Program Studi Teknik Lingkungan
Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa
neny.mulyani@pelitabangsa.ac.id

Abstrak

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Babakan Karet dibangun pada tahun 1995 dan mulai beroperasi tahun 1998. Unit pengolahan IPLT Babakan Karet terdiri dari tangki imhoff, kolam *Sludge Drying Bed* (SDB), kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi. Pada tahun 2017 pemerintah kabupaten Cianjur menganggarkan dana untuk rehabilitasi IPLT. Sehingga membutuhkan perencanaan yang menyesuaikan dengan kapasitas berdasarkan proyeksi penduduk sampai tahun 2028. Daerah pelayanan IPLT Babakan Karet tahun 2028 ada 6 kecamatan yaitu Cianjur, Karang tengah, Mande, Pacet, Sukaluyu, dan warungkondang dengan total 29 desa. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2028 dengan pertumbuhan 1% adalah 395693 jiwa. Debit layanan limbah domestik untuk desain IPLT Babakan Karet pada tahun 2028 dengan prosentase 60% sebanyak 71m³/hari. Pengolahan lumpur tinja didesain menggunakan kolam stabilisasi kombinasi yang terdiri dari imhoff tank, kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi, kolam aerasi dan bak pengering lumpur (*sludge drying bed*).

Informasi Artikel

Diterima : 6 Juli 2018
Direvisi : 8 Agustus 2018
Dipublikasikan : 10 September 2018

Keywords

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja, Babakan Karet, Kabupaten Cianjur, Perencanaan IPLT

I. PENDAHULUAN

Lumpur tinja merupakan air limbah yang dalam proses pembusukannya akan menguraikan zat organik yang dikandungnya dan menghasilkan gas yang berbau dan dapat menimbulkan polusi bagi lingkungan. Lumpur tinja mengandung berbagai mikroorganisme patogen yang berasal dari sistem pencernaan manusia yaitu bakteri *E. coli* (Metcalf, et al, 2003). Oleh sebab itu diperlukan sebuah teknologi yang dapat menampung dan memproses lumpur tinja sebelum dibuang ke badan air ataupun dimanfaatkan secara aman. Teknologi tersebut adalah Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja atau sering disebut IPLT.

Instalasi pengolahan lumpur tinja Babakan Karet yang telah dibangun pada tahun 1995 dan mulai beroperasi pada tahun 1998 (Pemkab. Cianjur). Saat ini tidak beroperasi secara optimal karena terjadi keretakan pada dinding di semua unit instalasi, kecuali di imhoff tank. Berdasarkan buku petunjuk dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) IPLT Babakan Karet sudah harus direhabilitasi pada tahun 2017. Perencanaan IPLT dibutuhkan sebagai langkah awal sebelum pelaksanaan rehabilitasi bangunan IPLT.

1.1 Dasar Teknis Pengolahan Lumpur Tinja

Pengolahan lumpur tinja mempunyai 2 tujuan, yaitu untuk menurunkan kandungan zat organik dari lumpur tinja dan untuk menurunkan bakteri-bakteri patogen (organisme penyebab penyakit). Pada

prinsipnya, pengolahan ini adalah untuk menurunkan kandungan BOD, COD dan bakteri *E. coli* serta zat tersuspensi (SS), agar tidak membahayakan lingkungan (Gruchlik, Yolanta dkk 2018).

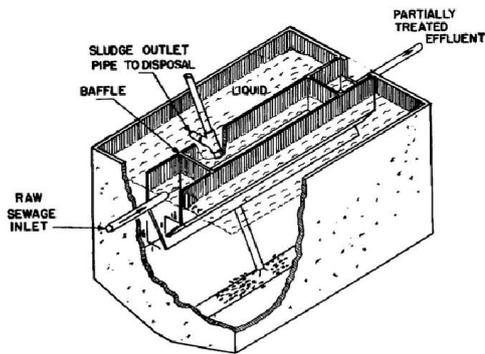
1.2 Unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja

a. Unit Pengumpul (*Equalizing Unit*)

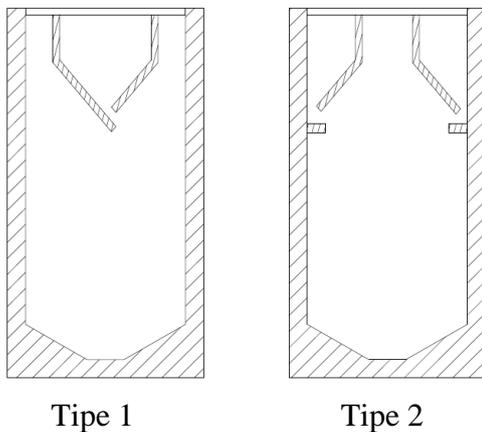
Unit pengumpul atau sering disebut juga dengan tangki ekualisasi tidak selalu digunakan pada IPLT. Umumnya tangki ekualisasi digunakan pada pengolahan air limbah domestik terpusat (*off-site system*) yang mengolah air limbah campuran *black water* dan *grey water*. Tangki ekualisasi ini berfungsi untuk menghomogenkan lumpur tinja yang masuk ke IPLT, mengatur agar debit aliran lumpur yang masuk ke unit berikutnya menjadi konstan dan tidak berfluktuasi (Petunjuk Teknis CT/AL/Re-TC/001/98).

b. Tangki Imhoff

Tangki imhoff ini berfungsi untuk memisahkan zat padat yang dapat mengendap dengan cairan yang terdapat dalam lumpur tinja. Tangki dibagi menjadi dua kompartemen (ruangan) yang diberi sekat. Kompartemen bagian (tengah) atas berfungsi sebagai ruang pengendap/sedimentasi (*settling compartment*) dan kompartemen bagian bawah berfungsi sebagai ruang pencernaan (*digestion compartment*) (Petunjuk Teknis CT/AL/Re-TC/001/98).



Gambar 1. Tangki Imhoff



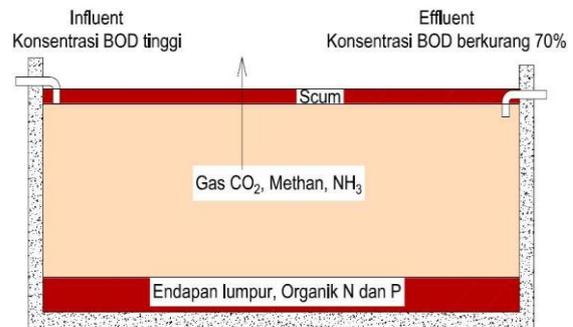
Gambar 2. Bentuk penampang tangki imhoff

c. Kolam Anaerobik

Kolam anaerobik berfungsi untuk menguraikan kandungan zat organik (BOD) dan padatan tersuspensi (SS) dengan cara tanpa oksigen. Kolam dapat dikondisikan menjadi anaerobik dengan menambahkan beban BOD yang melebihi kemampuan fotosintesis secara alami dalam memproduksi oksigen (Bansah & Suglo, 2016).

Kolam anaerobik digunakan sebagai pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) yang cocok untuk air limbah dengan konsentrasi BOD yang tinggi (*high strength wastewater*) dengan

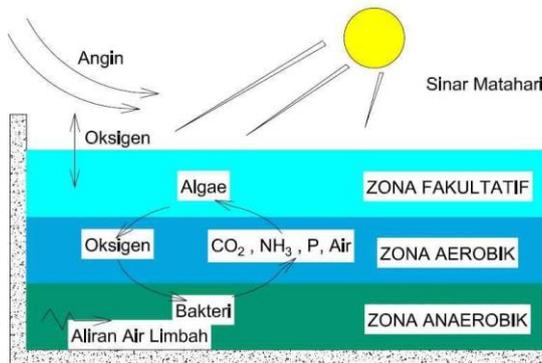
konsentrasi BOD minimal 1.500mg/l. persentase penyisihan BOD berdasarkan temperatur dapat mencapai 70% (Permen PUPR no. 04 tahun 2017).



Gambar 3. Kolam anaerobik

d. Kolam Fakultatif

Kolam fakultatif berfungsi untuk menguraikan dan menurunkan konsentrasi bahan organik yang ada di dalam limbah yang telah diolah pada kolam anaerobik. Kolam fakultatif terstratifikasi menjadi tiga zona dengan kondisi dan proses degradasi yang berbeda. Lapisan paling atas disebut dengan zona aerobik karena kolam mengandung banyak oksigen. Kedalaman zona aerobik ini bergantung pada beban yang diberikan pada kolam seperti iklim, banyaknya sinar matahari, angin, dan jumlah algae yang berkembang didalamnya. Zona aerobik juga berfungsi sebagai penghalang bau hasil produksi gas dari aktivitas mikroba pada zona dibawahnya. Zona tengah kolam disebut dengan zona fakultatif. Zona paling bawah disebut dengan zona anaerobik yang terdapat lapisan lumpur dan sudah tidak ditemukan oksigen (Ewing, Timothy. dkk. 2014).



Gambar 4. Proses pada kolam fakultatif

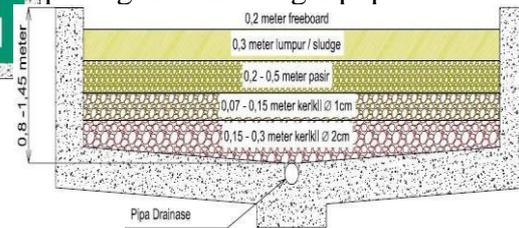
e. Kolam Maturasi

Kolam maturasi digunakan untuk mengolah air limbah yang berasal dari kolam fakultatif atau disebut sebagai kolam pematangan. Kolam ini merupakan rangkaian akhir dari proses pengolahan aerobik air limbah sehingga dapat menurunkan konsentrasi padatan tersuspensi (SS) dan BOD yang masih tersisa didalamnya. Fungsi utama kolam maturasi adalah untuk menghilangkan mikroba patogen yang berada di dalam limbah melalui perubahan kondisi yang berlangsung dengan cepat serta pH yang tinggi. Proses degradasi terjadi secara aerobik melalui kerjasama antara mikroba aerobik dan algae. Algae melakukan fotosintesis membantu meningkatkan konsentrasi oksigen di dalam air olahan yang digunakan oleh mikroba aerob (Verbyla, Matthew. Sperling, Marcos von. Maiga, Ynoussa. 2017).

f. Unit Pengereng Lumpur

Unit pengereng lumpur berfungsi untuk menampung endapan lumpur dari unit pengolahan biologis. Lumpur diletakkan di atas lapisan pasir sebagai penyaring sehingga cairan akan turun.

Supernatan (cairan yang telah terpisah dari padatan) ditampung pada saluran drainase yang berada di bawah bak pengereng untuk diresirkulasi menuju ke bak ekualisasi sebagai bahan pengencer. Lumpur dikeringkan secara alami dengan bantuan sinar matahari dan angin. Lumpur yang sudah kering dapat digunakan sebagai pupuk.



Gambar 5. Proses pada kolam fakultatif

II.METODOLOGI

2.1 Pengumpulan Data

2.1.1 Lokasi Kegiatan

Lokasi penyusunan skripsi perencanaan instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) Babakan Karet kabupaten Cianjur tahun 2017 diantaranya untuk pengambilan data dan gambar di IPLT Desa Babakan Karet kabupaten Cianjur dan penyusunan di Bekasi.

2.1.2 Pelaksanaan Kegiatan

Jangka waktu pelaksanaan kegiatan ini dimulai dari 5 Agustus 2017 sampai 28 Februari 2018.

2.1.3 Lingkup Kegiatan

Lingkup kegiatan penyusunan skripsi perencanaan instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) Babakan Karet kabupaten Cianjur tahun 2017 adalah sebagai berikut:

- 1) Mempelajari data mengenai lumpur tinja / sanitasi di kabupaten

Cianjur dari buku Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Cianjur Dalam Angka 2017 dan Pedoman Penyusunan Buku Putih Sanitasi Kabupaten Kota.

- 2) Mengambil gambar / foto IPLT Babakan Karet eksisting menggunakan *smartphone* Xiaomi.
- 3) Mengidentifikasi, menganalisis dan mengevaluasi IPLT eksisting dengan data pembanding seperti jurnal, buku, undang-undang, internet yang membahas tentang IPLT dan bantuan informasi dari Bapak Moh Aminudin Azis S.T., sebagai pembimbing lapangan.
- 4) Memproyeksikan jumlah penduduk dan area pelayanan IPLT berdasarkan pedoman jurnal Tata Cara Pemilihan Lokasi IPLT Dan IPAL Dengan Menggunakan Sistem Skor (Samsuhadi, 2012) dengan menggunakan bantuan Microsoft Excel.
- 5) Menyusun perhitungan sistem pengolahan IPLT berdasarkan rumus rumus yang tertera pada Permen PUPR No. 04 tahun 2017 dengan menggunakan bantuan Microsoft Excel.
- 6) Menyusun gambar desain IPLT Babakan Karet tahun 2017 berdasarkan perhitungan desain menggunakan aplikasi gambar dua dimensi Draftsight versi pendidikan (*education*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Perhitungan Desain IPTL Babakan Karet 2017

Perhitungan desain IPLT Babakan Karet tahun 2017 harus disesuaikan dengan ketersediaan lahan yang sudah ada dan tetap masuk pada kriteria desain sesuai Permen PUPR No. 04 tahun 2017. Perhitungan perencanaan

menggunakan data diantaranya adalah konsentrasi BOD sebanyak 5000 mg/l, *suspend solid* (SS) sebanyak 15000 mg/l (Metcalf & Eddy, 1991) dan konsentrasi coliform sebanyak 10^7 MPN/100ml (Tilley. dkk, 2014)

3.1 Tangki Imhoff

Dimensi standar tangki imhoff menurut Permen PUPR no. 04 tahun 2017. Tangki imhoff berdasarkan layanan jumlah penduduk sebanyak 393680 x 60% = 236208 orang dan ketersediaan lahan yang ada maka, dipilihlah tangki imhoff dengan dimensi panjang 7 meter, lebar 3,5 meter dan kedalaman 2 meter pada zona sedimentasi ditambah 5 meter pada zona lumpur sama dengan 7 meter dengan jumlah 2 unit.

- 1) Kedalaman tangki total, sekitar 7 m, dengan rincian sebagai berikut:

- ✓ Zona sedimentasi = 2 m
- ✓ Zona netral 0,5 m
- ✓ Zona lumpur 4,5 m.

- 2) Zona sedimentasi:

- ✓ Tinggi jagaan = 0,3 m
- ✓ Lebar slot = 20 cm
- ✓ Overhang = 25 cm
- ✓ Kecepatan aliran horizontal

$$= \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{71}{7 \times 3,5} = 2,9 \frac{m}{hari} = 3,36 \times 10^{-3} \frac{cm}{detik} < 1 \frac{cm}{detik}$$

(memenuhi kriteria)

- ✓ Beban permukaan (*surface loading rate*)

$$= \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{71}{7 \times 3,5} = 2,9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari} \leq 30 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{hari})$$

(memenuhi kriteria)

- ✓ Waktu detensi (td)

$$td = \frac{V \times 24}{Q}$$

$$= \frac{(7 \times 2,5 \times 2) \times 24}{71} = 16,56 \text{ jam} \geq 1,5 \text{ jam}$$

(memenuhi kriteria)

- ✓ Efisiensi pemisahan *suspend solid* = 30% x 71 m³ = 21,3 m³

- ✓ Debit *effluent*
= 71 m³ - 21,3 m³
= 49,7 m³/hari

- ✓ Efisiensi pengurangan BOD
= 30% x 5000 mg/l = 1500 mg/l

- ✓ BOD *effluent*
= 5000 mg/l - 1500 mg/l
= 3500 mg/l

3) Zona lumpur:

- ✓ Kemiringan penampung lumpur 30°
- ✓ Waktu detensi = (1-2) bulan.

4) Ventilasi gas :

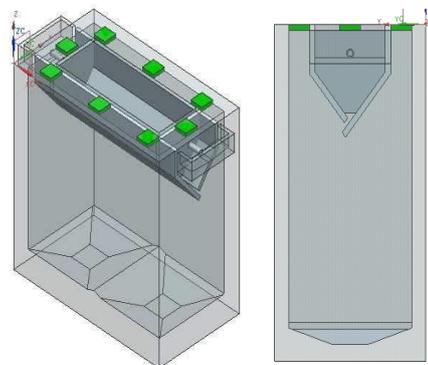
- ✓ Luas permukaan total ventilasi gas adalah (25-30)% luas permukaan bak pencerna
- ✓ Lebar ventilasi gas pada satu sisi (45-60) cm, dan/atau luas permukaan total ventilasi gas ≥ 20% dari luas total permukaan tangka.

5) Pipa lumpur :

- ✓ Diameter minimal 15 cm
- ✓ Kemiringan pipa pembuangan dan penyalur lumpur (underflow), minimal 12%
- ✓ Jarak vertikal antara outlet pembuangan lumpur dan level permukaan air 2,5 m.

6) Bangunan tangki imhoff :

- ✓ Dinding cor beton bertulang tebal 40cm
- ✓ Cor beton K300.



Gambar 6. Tangki imhoff dalam pandangan isometri dan samping

Tangki imhoff didesain agar debit lumpur tinja yang masuk sebanyak 71 m³/hari dapat memisahkan air limbah tinja sebanyak 49,7 m³/hari dan padatan lumpur tinja (*suspend solid*) menjadi 21,3 m³. BOD lumpur tinja dalam tangki imhoff juga dapat berkurang dari 5000 mg/l menjadi 3500

mg/l. Tangki imhoff dilengkapi dengan 8 lubang control / *manhole*. Tangki imhoff mempunyai sekat di bagian dalam sebagai pemisah antara lumpur (*suspend solid*) yang akan dimasukkan ke bak pengering lumpur dan cairan lumpur tinja yang akan masuk ke proses selanjutnya yaitu kolam anaerobik. Dinding tangki imhoff mempunyai ketebalan 0,4 meter menggunakan beton K300 agar tahan lama dan tidak mudah terjadi keretakan.

3.2 Kolam Anaerobik

Dimensi kolam anaerobik menyesuaikan dengan debit *effluent* dari tangki imhoff sebanyak 49,7 m³/hari dengan beban BOD 3500 mg/l. Desain kolam anaerobik juga menyesuaikan dengan ketersediaan lahan yang ada sedangkan kriteria desain mengikuti Permen PUPR no. 04 tahun 2017 sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria desain volumetric BOD *loading rate* dan penyisihan BOD.

T (°)	Laju beban BOD Volumetrik	Penyisihan BOD (%)
<10	100	40
10 - 20	20T - 100	2T + 20
20 - 25	10T + 100	2T + 20
>25	350	70

Sumber: Permen PUPR Nomor 04 Tahun 2017

Data perencanaan

- ✓ Laju evaporasi (e) = 5 mm/hari
- ✓ BOD inlet = 3500 mg/l
- ✓ Volumetrik BOD loading rate 350

- g/m³/hari asumsi temperatur 25°C
- ✓ Kedalaman bak anaerobik (Da) direncanakan 4 meter.

Perhitungan

- 1) Menghitung waktu detensi bak anaerobik

$$\text{Waktu detensi bak anaerobic } (\theta_a) = \frac{L_i}{hv}$$

Asumsi $lv = 350 \text{ gram/m}^3 \cdot \text{day}$

$$\theta_a = \frac{3500}{350} = 10 \text{ hari}$$

- 2) Menghitung volume kolam anaerobik

$$V_a = Q \times \theta_a = 49,7 \text{ m}^3 \times 10 = 497 \text{ m}^3$$

- 3) Luas permukaan bak anaerobik efektif

$$A_a = \frac{v_a}{D_a} = \frac{497}{4} = 124,25 \text{ m}^2$$

- 4) Lebar Kolam

$$l = \sqrt{A_a/3} = \sqrt{124,25/3} = 6,43 \text{ m}$$

dibulatkan 6,5 m.

Panjang kolam

$$p = 3 \times l = 3 \times 6,5 = 19,5 \text{ m}$$

dibulatkan 20 m.

- 5) Debit effluen

$$Q_e = Q_{in} - 0,001 \cdot e \cdot A_a$$

$$Q_e = 49,7 - 0,001 \cdot (5) \cdot (124,25)$$

$$Q_e = 49,7 - 0,62$$

$$Q_e = 49,08 \text{ m}^3/\text{hari.}$$

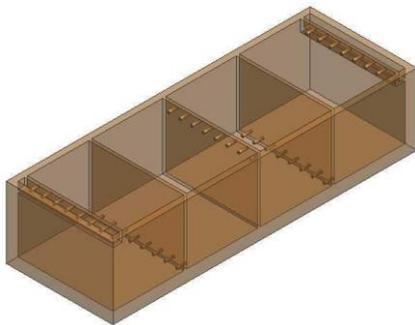
- 6) Konsentrasi BOD effluent

Penyisihan BOD pada kolam anaerobic yakni 70%

$$BOD_{ef} = (1-0,7) \times 3500$$

$$= 1050 \text{ mg/l}$$

- 7) Kolam anaerobik dibagi menjadi 4 kompartemen untuk meratakan aliran sehingga perlu diberi sekat cor beton bertulang 3 buah dengan tebal 20 cm.
- 8) Dinding kolam anaerobik terbuat dari cor beton bertulang dengan tebal 40 cm.
- 9) Tinggi jagaan 0,5 m.



Gambar 7. Kolam anaerobik dalam pandangan isometri

Kolam anaerobik mempunyai ukuran efektif panjang 20 meter, lebar 6,5 meter dan kedalaman 4,5 meter dengan dinding cor beton tebal 0,4 meter. Kolam anaerobik dibagi menjadi 4 kompartemen yang terbagi rata dengan 3 sekat tebal 0,2 meter. Pipa inlet dan outlet diberi elevasi 0,1 meter agar air limbah dapat mengalir secara grafitasi. Posisi kolam anaerobik lebih rendah 4,5 meter dari tangki imhoff. Kolam anaerobik mengolah *influent* sebanyak 49,7 m³/hari dan *effluent* yang dihasilkan sebanyak 49,08 m³/hari dengan BOD yang sudah menjadi 1050 mg/l.

3.3 Kolam Fakultatif

Dimensi kolam fakultatif menyesuaikan dengan debit *effluent*

dari kolam anaerobik sebanyak 49,08 m³/hari dengan beban BOD yang sudah berkurang menjadi 1050 mg/l. Desain kolam fakultatif juga menyesuaikan dengan ketersediaan lahan yang ada sedangkan kriteria desain mengikuti Permen PUPR no. 04 tahun 2017 sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria desain kolam fakultatif

Parameter	Simbol	Besaran	Satuan
Waktu retensi minimum	θ _f		
T < 20° C		5	Hari
T > 20° C		4	Hari
Waktu detensi	td	20 – 40	Hari
Efisiensi penurunan BOD	n	70 – 90	%
Efisiensi penurunan coliform		60 – 99	%
Kedalaman kolam	H	1,5 – 2,5	Meter
Rasio panjang dan lebar	p:l	(2 – 4) – 1	-
Periode pengurusan		5 – 10	Tahun

Sumber : Permen PUPR Nomor 04 Tahun 2017

Perhitungan

- 1) $Q_{influent} = 49,08 \text{ m}^3/\text{hari}$.
- 2) Li (Konsentrasi BOD *influent*) = 1050 mg/l
- 3) Rencana pembebanan luas

permukaan (*surface charge design*) diasumsikan $\lambda_s = 635$ kg/ha.hari

- 4) Luas kolam fakultatif

$$A_f = \frac{10 \times L \times Q}{\lambda_s} = \frac{10 \times 1050 \times 49,08}{635} = 811,56 \text{ m}^2$$

- 5) Kedalaman kolam fakultatif direncanakan $d_f = 2$ meter

- 6) Volume kolam fakultatif

$$V_f = A_f \times d_f = 811,56 \times 2 = 1623,1 \text{ m}^3$$

- 7) Waktu detensi

$$t_d = \frac{V_f}{Q} = \frac{1623,1}{49,08} = 33,07 \text{ hari}$$

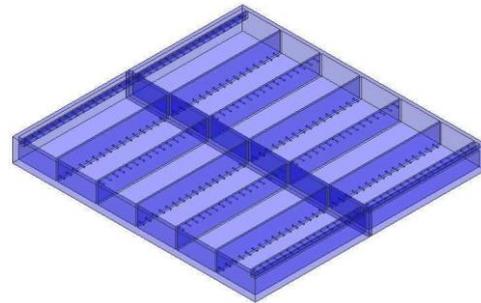
- 8) Lebar kolam fakultatif memperhatikan lahan yang tersedia $l = 28$ m

- 9) Panjang fakultatif

$$P = \frac{A_f}{l} = \frac{811,56}{28} = 28,98 \text{ m}$$

Dibulatkan menjadi 29 m

- 10) Kolam fakultatif dibagi menjadi 2 unit sehingga lebar masing masing adalah 14 m
- 11) Konsentrasi BOD efluen dengan persentase penyisihan 90% $BOD_{ef} = (1 - 90\%) \times 1050 = 105 \text{ mg/l}$
- 12) Kolam fakultatif dibagi menjadi 6 kompartemen untuk meratakan aliran sehingga perlu diberi sekat cor beton bertulang 5 buah dengan tebal 20 cm.
- 13) Dinding kolam maturasi terbuat dari cor beton bertulang dengan tebal 40 cm.
- 14) Tinggi jagaan 0,5 m



Gambar 8. Kolam fakultatif dalam pandangan isometri

Kolam fakultatif mempunyai ukuran efektif panjang 29 meter, lebar 14 meter dan kedalaman 2,5 meter berjumlah 2 unit. dengan dinding cor beton tebal 0,4 meter. Kolam fakultatif dibagi menjadi 6 kompartemen yang terbagi rata dengan 5 sekat tebal 0,2 meter yang disesuaikan dengan panjang kolam. Pipa inlet dan outlet diberi elevasi 0,1 meter agar air limbah dapat mengalir secara grafitasi. Posisi kolam fakultatif lebih rendah 0,5 meter dari kolam anaerobik. Kolam fakultatif mengolah *influent* sebanyak 49,08 m³/hari. Konsentrasi BOD *effluent* dengan persentase penyisihan 90% diturunkan menjadi 105 mg/l. Volume kolam fakultatif mencapai 1623,1 m³. Waktu detensi kolam fakultatif adalah yang terlama disbanding dengan unit yang lain dengan 33,07 hari.

3.4 Kolam Maturasi

Dimensi kolam maturasi menyesuaikan dengan debit *effluent* dari kolam fakultatif yang masih dianggap sama sebanyak 49,08 m³/hari namun dengan beban BOD yang sudah berkurang menjadi 105 mg/l. Desain kolam maturasi juga menyesuaikan dengan ketersediaan lahan yang ada sedangkan kriteria desain mengikuti Permen PUPR no. 04 tahun 2017 sebagai berikut:

Tabel 3. Kriteria desain kolam maturasi

Parameter	Simbol	Besaran	Satuan
Waktu detensi	td	5-15	hari
Efisiensi penurunan BOD		>60	%
Kedalaman kolam	H	1-2	meter
Rasio p:l	p:l	(2-4) :1	-
Beban BOD volumetrik		40-60	gr BOD/m ³ .hari

Sumber : Permen PUPR Nomor 04 Tahun 2017

Perhitungan

- 1) Jumlah kolam maturasi : 1 unit
- 2) Waktu detensi yang direncanakan : 10 hari
- 3) Volume kolam maturasi

$$V_m = Q \times t_d = 49,08 \times 10 = 490,8 \text{ m}^3$$

- 4) Kedalaman yang direncanakan pada kolam maturasi = 1,3 m

- 5) Luas area yang diperlukan

$$A_m = \frac{V_m}{D} = \frac{490,8}{1,3} = 377,5 \text{ m}^2$$

- 6) Lebar kolam maturase dari lahan yang tersedia adalah 14 m.

- 7) Panjang kolam maturase

$$p = \frac{A_m}{l} = \frac{377,5}{14} = 27,4 \text{ m}$$

- 8) Konsentrasi BOD efluen
Konstanta penyisihan BOD pada kolam maturasi (kf) menurut Heaven (2011) yakni sebesar 0,1

$$BOD_{Def} = \frac{BOD_{In}}{(kf \times 0m) + 1} = \frac{105}{(0,1 \times 10) + 1} = 27,4 \text{ m}$$

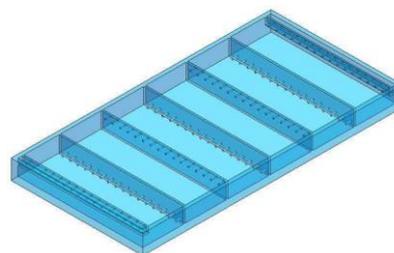
- 9) Persen penyisihan BOD

$$\begin{aligned} \% \text{removal} &= \frac{BOD_{In} - BOD_{Def}}{BOD_{In}} \times 100 = \frac{105 - 27,5}{105} \times 100 \\ &= 50\% \end{aligned}$$

- 10) Kolam maturasi dibagi menjadi 6 kompartemen untuk meratakan aliran sehingga perlu diberi sekat cor beton bertulang 5 buah dengan tebal 20 cm.

- 11) Dinding kolam maturasi terbuat dari cor beton bertulang dengan tebal 40 cm.

- 12) Tinggi jagaan 0,5 m



Gambar 9. Kolam maturasi dalam pandangan isometri

Kolam maturasi mempunyai ukuran efektif panjang 27,4 meter, lebar 14 meter dan kedalaman 1,8 meter. dengan dinding cor beton tebal 0,4 meter. Kolam maturasi dibagi menjadi 6 kompartemen yang terbagi rata dengan 5 sekat tebal 0,2 meter yang disesuaikan dengan panjang kolam. Pipa inlet dan outlet diberi elevasi 0,1 meter agar air limbah dapat mengalir secara grafitasi. Posisi kolam maturasi lebih rendah 0,5 meter dari kolam

fakultatif. Konsentrasi BOD *effluent* dengan persentase penyisihan 50% diturunkan menjadi 52,5 mg/l.

3.5 Kolam Aerasi

Dimensi kolam aerasi menyesuaikan dengan debit *effluent* dari kolam maturasi sebanyak 49,08 m³/hari dengan beban BOD yang sudah berkurang menjadi 52,5 mg/l. Desain kolam aerasi juga menyesuaikan dengan ketersediaan lahan yang ada sedangkan kriteria desain mengikuti Permen PUPR no. 04 tahun 2017 sebagai berikut:

Tabel 4. Kriteria desain kolam aerasi

Parameter	Simbol	Besaran	Satuan
BOD	BOD	5	Kg/m ³
SS	SS	20	Kg/m ³
VSS Loading	VSS	0,5	Kg VSS/m ³ .hari
Solid Retention Time		21	Hari
Hidrolisis Retention Time		21	Hari
Kedalaman Kolam	H	1-6	meter

Sumber : Permen PUPR Nomor 04 Tahun 2017
Perhitungan

- 1) Jumlah kolam maturasi : 1 unit
- 2) Beban BOD = Konsentrasi BOD x Debit *influent*
= 52,5 x 44,91 = 2378 gr BOD/m².hari
- 3) Tipikal beban BOD = 5 gr BOD/M².hari
- 4) Luas media biofilter

$$= \frac{\text{Beban BOD}}{\text{Tipikal BOD}} = \frac{2378}{5} = 471,56\text{m}^2$$

5) Luas media biofilter per m³ = 155 m² / m³

6) Volume media biofilter
= $\frac{\text{Luas media biofilter}}{\text{Luas media biofilter per m}^3} = \frac{2378}{155} = 3\text{ m}^3$

7) Waktu detensi yang direncanakan adalah 8 jam

8) Volume kolam aerasi

$$\frac{Q \times td}{24} = \frac{471,56 \times 8}{24} = 15\text{m}^3$$

9) Volume total = Volume aerasi + (0,5 x Volume media biofilter)
= 15 + (0,5 x 3) = 16,5 m³

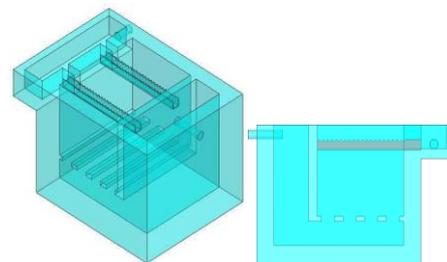
10) Panjang kolam yang tersedia 3 m

11) Kedalaman efektif 2,2 m

12) Lebar = $\frac{V}{P \times d} = \frac{16,5}{3 \times 2,2} = 2,5\text{m}$

13) Tinggi jagaan 0,3 m

14) Dinding kolam aerasi terbuat dari cor beton bertulang dengan tebal 40 cm



Gambar 10. Kolam aerasi dalam pandangan isometri dan samping

Kolam aerasi mempunyai ukuran efektif panjang 3 meter, lebar 2,5 meter dan kedalaman 2,5 meter. dengan dinding cor beton tebal 0,4 meter. Kolam aerasi terdapat tempat untuk meletakkan biofilter sarang tawon. Posisi kolam aerasi lebih rendah 0,5 meter dari kolam maturasi.

3.6 Bak Pengering Lumpur

Bak pengering lumpur dihitung berdasarkan kuantitas lumpur yang dikumpulkan pada unit tangki imhoff dan kolam anaerob. Lumpur tersebut dimasukkan ke dalam bak pengering lumpur yang berisi media kerikil dan pasir. Cairan yang terfilter (*supernatan*) disirkulasikan ke kolam anaerob, sedangkan lumpur kering (*cake*) yang tersisa dijadikan kompos.

Perhitungan

- 1) Total perhitungan dalam tangka imhoff (tanpa dekorasi anaerob)

$$SS = \frac{(SS_{in} \times \text{efisien SS}) \times Q \times 1000 \times td}{1000000}$$

$$SS = \frac{(15000 \times 95\%) \times 71 \times 1000 \times 7}{1000000}$$

$$SS = 7082,25 \text{ kg}$$

- 2) Total lumpur dalam kolam anaerob (tanpa dekomposisi anaerob)

$$SS = \frac{(SS_{in} \times \text{efisien SS}) \times Q \times 1000 \times td}{1000000}$$

$$SS = \frac{(750 \times 70\%) \times 49,7 \times 1000 \times 10}{1000000}$$

$$SS = 260,92 \text{ kg}$$

- 3) Total lumpur dalam kolam setiap 5 hari

$$SS_t = SS \text{ tangki imhoff} + SS \text{ kolam anaerob} \\ SS = 7082,25 + 260,92 = 7343,17 \text{ kg}$$

- 4) Penentuan debit lumpur yang dihasilkan

$$\text{Debit lumpur} = \frac{7343,17 \text{ kg}}{1020 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 7,2 \text{ m}^3$$

- 5) Volume *sludge drying bed*

$$V = Q \times td = 7,2 \times 7$$

$$V = 50,4 \text{ m}^3$$

- 6) Direncanakan 4 unit SDB

- 7) Luas masing-masing unit SDB

$$A = \frac{V}{h \times l \times n} = \frac{50,4}{0,3 \times 2} = 84 \text{ m}^2$$

- 8) Dimensi SDB mengikuti lahanyang ada

$$\text{Lebar} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 13 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = p \times l \times 0,3 \times n$$

$$= 6 \times 13 \times 0,3 \times 4 = 93,6 \text{ m}^3$$

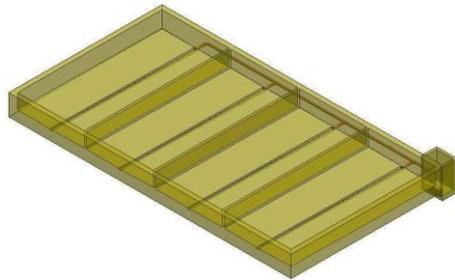
(memenuhi kebutuhan)

- 9) Kedalaman bak pengering lumpur / SDB

Tabel 5. Desain lapisan bak pengering lumpur

Ketebalan lapisan lumpur	0,3	m
Ketebalan lapisan kerikil, terdiri	0,35	m
Coarse gravel	0,2	m
Medium gravel	0,075	m
Fine gravel	0,075	m
Ketebalan lapisan pasir, terdiri dari	0,25	m
Coarse sand	0,1	m
Fine sand	0,15	m
Freeboard	0,2	m

Kedalaman total	1,1 m	Luas area pengeringan di hangar kompos eksisting
------------------------	--------------	---



Gambar 11. Bak pengering lumpur dalam pandangan isometri

Bak pengering lumpur berjumlah 4 unit, masing masing mempunyai ukuran efektif panjang 13 meter, lebar 6 meter dan kedalaman 1,1 meter. dengan dinding cor beton tebal 0,4 meter. Posisi bak pengering lumpur lebih rendah 2 meter dari tangki imhoff agar lumpur dapat dialirkan secara gravitasi dan 2,5 meter diatas kolam anaerobik agar dapat mengalirkan air hasil penyaringan lumpur tinja atau disebut supernatan

3.7 Hangar Kompos

Bangunan Hanggar kompos eksisting masih dalam kondisi bagus. Namun untuk memastikannya masih sesuai atau tidak maka diperlukan perhitungan sebagai berikut.

- 1) Volume lumpur total kering dari perhitungan bak pengering lumpur
 $\text{Volume lumpur total kering} = 50,4 \text{ m}^3$
- 2) Pengeringan di hanggar kompos dilakukan dengan ketebalan 40 cm
 maka dibutuhkan area $\frac{50,4}{0,4} = 126 \text{ m}^2$

Panjang = 17 m

Lebar = 8,5 m

Area = 17 x 8,5 = 144,5 m² > 126 m²
 masih memenuhi kriteria

3.8 Profil Hidrolisis

Profil hidrolis untuk IPLT Babakan karet dibuat sebagai berikut:

- 1) Elevasi muka air tangki imhoff dibuat 2 m di atas pipa inlet pengering lumpur.
- 2) Elevasi dasar pengering dibuat lebih tinggi daripada muka air kolam stabilisasi anaerobik 0,5 m.
- 3) Beda elevasi muka air antara kolam anaerobik dibuat lebih tinggi 0,5 m dari kolam fakultatif.
- 4) Beda elevasi muka air antara kolam fakultatif dibuat lebih tinggi 0,5 m dari kolam maturasi.
- 5) Beda elevasi muka air antara kolam maturasi dibuat lebih tinggi 0,5 m dari kolam aerasi.

Tabel 6. Profil hidrolis IPLT Babakan Karet

Bangunan	Elevasi (5)	
	MPDL	Selisih
Tangki imhoff	510	0
Bak pengering lumpur / SDB	508	-2
Kolam anaerobik	505,5	-4,5
Kolam fakultatif	505	-5
Kolam	504,5	-5,5

maturasi		
Kolam Aerasi	504	-6

(sesuai Permen LHK No. 68 tahun 2016)

3.9 Waktu retensi dan konsentrasi bakteri coliform

- 1) Retensi kolam anaerobic

$$\theta_a = \frac{V_a}{Q} = \frac{497}{71} = 7 \text{ hari}$$

- 2) Retensi kolam fakultatif

$$\theta_a = \frac{2.Af.df}{2.Q - 0,001.e.Af} = \frac{2.Vf}{2.Q - 0,001.e.Af}$$

$$\theta_a = \frac{2 \times 1623,1}{(2 \times 490,8) - 0,001 \times 5 \times 811,56} = 34,5 \text{ hari}$$

- 3) Retensi kolam maturasi

$$\theta_a = \frac{10.Le(fac).dm}{0,75.\lambda_s(fac)} = \frac{10 \times 105 \times 1,3}{0,75 \times 635} = 3,07 \text{ hari}$$

- 4) Konstanta temperatur

$$K_t = 2,6 \times 1,19^{(T-20)}$$

$$K_t = 2,6 \times 1,19^{(25-20)}$$

$$K_t = 6,2$$

- 5) Konsentrasi coliform pada inlet IPLT (Ni) sejumlah 10^7 MPN/100 ml (Tilley. dkk, 2014).

- 6) Konsentrasi coliform pada outlet IPLT

$$N_e = \frac{N_i}{(1 + kT.0a)(1 + kT.0f)(1 + kT.0m)^n}$$

$$N_e = \frac{10^7}{(1 + 2,6 \times 7)(1 + 2,6 \times 34,5)(1 + 2,6 \times 3,07)^1}$$

$$N_e = 639,32 \text{ MPN/100 ml } \odot$$

memenuhi $N_e < 3000 \text{ MPN/100 ml}$

IV. KESIMPULAN

- 1) Bangunan IPLT eksisting dirancang masih menggunakan batu belah yang saat ini sudah terjadi keretakan sehingga tidak dapat difungsikan.
- 2) Area pelayanan IPLT Babakan Karet kabupaten Cianjur berada di radius 15 km dengan total desa yang terlayani 29 desa yakni di Kecamatan Cianjur terdiri dari Babakan Karet, Bojongherang, Limbangan Sari, Mekarsari, Muka, Nagrak, Pamoyaman, Sawah Gede, Sayang, Solokpandan. Kecamatan Karang Tengah meliputi Bojong, Ciherang, Hegarmanah, Meleber, Sabandar, Sindangkala, Sukamanah, Sukasarana, Sukasari, Sukataris. Kecamatan Mande ada Kademangan. Kecamatan Pacet ada Ciherang dan Cipendawa. Kecamatan Sukaluyu ada Sukamulya, Babakansari, Hegarmanah. Kecamatan Warung Kondang ada Cikaroya, Jambudipa, Cieundeur.
- 3) Debit layanan limbah domestik untuk desain IPLT Babakan Karet pada tahun 2028 adalah $71 \text{ m}^3/\text{hari}$.
- 4) Pengolahan lumpur tinja didesain menggunakan kombinasi unit pemisah padatan cairan yang terdiri dari imhoff tank, kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi, kolam aerasi dan bak pengering lumpur (*sludge drying bed*).

V. DAFTAR PUSTAKA

- Republik Indonesia. 2017. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Kementerian PUPR. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2016. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Pemkab Cianjur. 2017. *Kabupaten Cianjur Dalam Angka 2017*. BPS Kabupaten Cianjur. Cianjur.
- Gruchlik, Yolanta, et. al. 2017. *Removal of Organic Micropollutants in Waste Stabilisation Ponds: A review*. Journal of Environmental Management. Curtin University. Australia.
- Martinez, F. C., et al. 2016. *Mathematical Modeling and Optimization In the Design of a Maturation Pond*. Journal of Applied Research and Technology 14 (2016) 93–100. Universidad Nacional Autonoma D Mexico. Mexico.
- Collard, M., et al. 2016, *Comparison of Three Different Wastewater Sludge and Their Respective Drying Processes: Solar, Thermal and Reed Beds - Impact On Organic Matter Characteristics*. Journal of Environmental Management. Universite de Poitiers. Perancis.
- Dian, Gaby & Herumurti, Welly. 2016. *Evaluasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih, Surabaya*. Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 1. Institut Teknologi Sepuluh Nopember,. Surabaya.
- Ewing, Timothy et. al. 2014. *Self - Powered Waste Water Treatment for the Enhanced Operation of A Facultative Lagoon*. Journal of Power Sources. Washington State University. USA.
- Oktarina, Dwi & Haki, Helmi. 2013. *Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Sistem Kolam Kota Palembang (Studi Kasus: IPLT Sukawinatan)*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 1, No. 1. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Samsuhadi. 2012. *Tata Cara Pemilihan Lokasi Iplt Dan Ipal Dengan Menggunakan Sistem Skor*. J. Tek. Ling Edisi Khusus “Hari Lingkungan Hidup” Hal. 157 – 168. Jakarta

- Terasaka, Koichi, et. al. 2011. *Development of Microbubble Aerator for Waste Water Treatment Using Aerobic Activated Sludge*. Journal of Chemical Engineering Science. Keio University. USA.
- Iskandar, Sofyan. dkk. 2016. *Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik - Terpusat Skala Permukiman*. Kemen PUPR. Jakarta.
- Anonim.2015. *Pedoman Penyusunan Buku Putih Sanitasi Kabupaten/Kota*. Kemen PPUPERA. Jakarta.
- Anonim. 2015. *Kajian Refitalisasi Pengelolaan Instalasi Pengolahan Limbah Terpadu (Iplt) Kalimulya Kota Depok*. Dinas Kebersihan Dan Pertamanan Pemerintah Kota Depok. Depok.
- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph., Schertenleib, R. and Zurbrügg, C., 2014. *Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2nd Revised Edition*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Dübendorf, Switzerland.
- Spellman, F. R. 2013. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations. USA.
- Hermana, Joni. dkk. 2012. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember,. Surabaya.
- Sutikno, Endi. 2017. *Modul Tugas Besar Menggambar Teknik*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sykes, R. M. 2003. *Biological Wastewater Treatment Processes*. Ohio State University. USA.
- Anonim. 1998. *Tata Cara Perencanaan IPLT Sistem Kolam*. Petunjuk Teknis CT/AL/Re-TC/001/98. Indonesia
- Metcalf and Eddy, Inc. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. 3d ed. New York: McGraw-Hill