BAB V

DETAIL ENGINEERING DESIGN UNIT PENGOLAHAN

Pada lampiran B diulas secara detail terkait perhitungan dimensi bangunan, perpipaan, pompa, serta aksesoris yang lainnya. Terdapat beberapa unit bangunan pengolahan limbah pada IPAL Domestik. Pada masing-masing unit dibagi menjadi empat poin yaitu data perencanaan, kriteria desain, perencanaan, dan perhitungan. Kriteria desain merupakan desain kriteria unit pengolahan pada umumnya yang didapatkan dari sumber literatur. Sedangkan perencanaan merupakan asumsi yang dipilih oleh penyusun dari kisaran angka yang terdapat di kriteria desain. Berikut macam perhitungan unit IPAL Domestik:

1. Saluran Pembawa

a. Data Perencanaan

- Debit air limbah Q = 2000 m^3/hari
  = 0,023 m^3/detik

b. Kriteria Desain

- Kecepatan aliran (v) = 0,3 – 0,6 m/s
  (*Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse Fourth Edition* 2003, Hal 316)
- Slope maksimal (S_{max}) = 0,001 m/m
  (Sumber: Ir. Yayok Suryo P., MT. 2020. Note PBPAB)
- Freeboard (Fb) = 10 – 30 % kedalaman
  (Hidrolika Saluran Terbuka - Ven Te Chow, Hal. 145)
- Nilai koefisien manning (n) = 0,013

c. Direncanakan

- Jumlah saluran pembawa = 1 unit
- Kecepatan aliran (v) = 0,3 m/s
- Panjang saluran (L) = 3 m

- Koefisien manning (n) = 0,013
- Freeboard = 10 % dari tinggi saluran
- Dimensi lebar saluran = 2H

d. Perhitungan

- Luas permukaan

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

$$= \frac{0,023\ m^3/s}{0,4\ m/s}$$

$$= 0,057\ m^2$$

- Dimensi saluran pembawa
  - Luas penampang basah (A) = B . H
  - Jadi, $H = \frac{A}{B}$ dimana ; B = 2H

$$H = \frac{A}{2H}$$

$$= \frac{\sqrt{A}}{2}$$

$$H = \sqrt{\frac{0,057\ m^2}{2}}$$

$$= 0,16\ m$$

  - H Total = H + Freeboard

$$= 0,16\ m + 0,016\ m$$

$$= 0,176\ m$$

  - Lebar (B)= 2H

$$= 2 . 0,16\ m$$

$$= 0,32\ m$$

  - Jari – jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{B . H}{B + (2 . H)}$$

$$= \frac{0,32\ m . 0,176\ m}{0,32\ m + (2 . 0,176\ m)}$$

= 0,083 m ≈ 0,09 m

- Cek Kecepatan (V)

V = Ê / º

= Ê / » äÁ

= 4á467 à / Ię / 4ä76 à ä 4á5: à

V = 0,48 m/detik

PGHWLNPHPHQKL -0,6 m/detik)

- Slope saluran (s)

s = Δh

Δh = t ~ / 6äÚ

= 4á9 k bcr / 6ä=á<5 à Ø ~

h satis = 0,02 m

- Headloss Sal Pembawa (Hf)

Hf = n x L

Hf = 0,015 . 3 m

Hf = 0,045 m

- Slope saluran

S = H statis + Hf

= 0,02 m + 0,045 m

= 0,065 m/m

e. Resume Bangunan

a. Lebar Saluran (Ws) = 0,32 m

b. Kedalaman Saluran (H) = 0,16 m

c. Tinggi Saluran (H total) = 0,176 m

= 0,2 m

d. V Cek = 0,5 m/detik

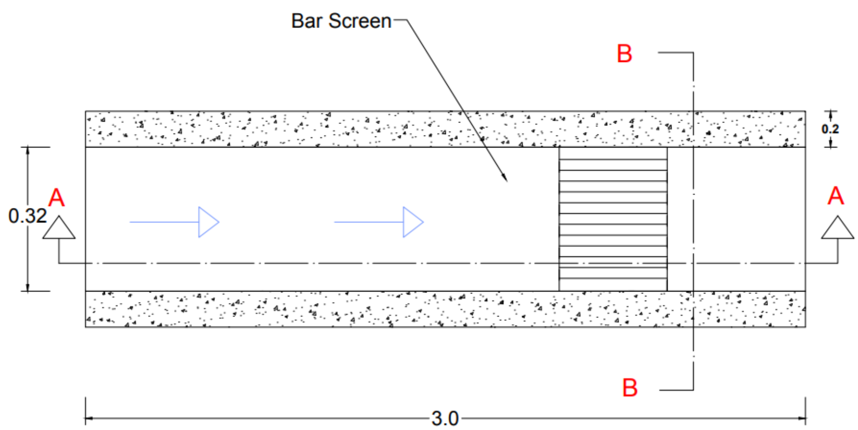
e. Panjang Saluran (L) = 3 m

f. *Freeboard* = 0,016 m

g. Slope Saluran = 0,02 m

h. Headloss Saluran = 0,045 m

f. Sketsa Bangunan



2. Bar Screen

a. Data Perencanaan

- Debit air limbah Q = 2000 m^3/hari

  = 0,023 m^3/detik

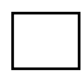
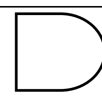
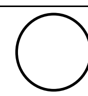
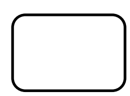
b. Kriteria Desain

- Menggunakan bar screen manual

  Lebar batang (d) = 5 - 15 mm
- Jarak antar kisi (r) = 25 – 50 mm
- Slope saluran (θ) = 45 - 60°
- Kecepatan melalui bar screen = 0,3 – 0,6 m/dtk
- Headloss bar screen (Hf) = <150 mm

  (Sumber: Metclaf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering Treatment & Reuse 4th edition. Hal 316. New York: McGraw-Hill Companies, Inc)
- Faktor bentuk kisi (β) Circular = 1,79

Tabel B.1 Faktor Bentuk Kisi

Tipe Bar	Bentuk	β
Sharp-edged rectangular (segi empat sisi runcing)		2,42
Rectangular with semicular upstream face (segi empat sisi bulat runcing)		1,83
Circular (bulat)		1,79
Rectangular with semicircular upstream face downstream faces (segi empat sisi bulat)		1,67

(6XPEHU6HG54DVLP:DVWHZDWHU7UHDWPHQW3ODQV3ODQQLQJ'HVLJQ DQG2SHUDWLRQKDO)

c. Direncanakan

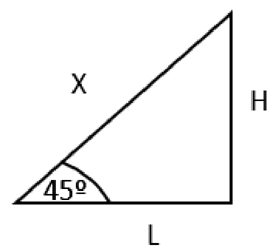
- Kecepatan aliran (v) = 0,6 m/dtk
- Tinggi screen = H total Sal. Pembawa = 0,176 m
- Lebar total (Ws) = lebar saluran pembawa = 0,32 m
- Lebar kisi (d) = 0,005 m
- Jarak antar kisi (r) = 0,025 m
- Slope = 45^0

d. Perhitungan

x Tinggi total bar screen

Htot = 0,176 m

x Dimensi bar screen



X = $\frac{L}{qgl\ 89Q}$ = 0,23 m

Panjang kisi (X) = 0,23 m

L = $\frac{L}{re\ 89Q}$ = 0,176 m

Panjang Screen (L) = 0,166 m

x Jumlah kisi

Ws	= n . d + (n+1) . r
0,32 m	= n . 0,005 m + (n+1) . 0,025 m
0,32 m - 0,025 m	= 0,005n + 0,025n
0,3 m	= 0,03n
N	**= 10 kisi**

x Cek jarak antar kisi :

Ws	= n . d + (n+1) . r	
0,32 m	= 10 . 0,005 m + (10+1) . r	
0,32 m	= 0,05 + 11r	
r	**PPHPHQKL**	**0,025 ± 0,075 m)**

- Lebar total bukaan kisi (Wc)

  Wc = Ws – (n . d)

  = 0,32 m – (10 . 0,005 m)

  Wc = 0,27 m

- Kecepatan setelah melalui kisi (Vi)

  Vi = U / [a ăf

  = **4á467 k• bcrgi / 4á6; à ä 4á5:: à**

  Vi = 0,57 m/detik

- Headloss pada *bar screen*

  - Saat Non Clogging

    Hf = Ú T : (... / ... :ë ;) ; 8W7 T RET OEJ à

    = s áy{ T : 54 ä 4á449 à / 4á6; à ; 8W7 T r áwy I OA?T OEJvwQ

    = 0,08 m (< 0,15m OK!)

  - Saat clogging

    Diasumsikan saluran tersumbat 50% maka koefisien menjadi C = 0,7.

    Vic = 2 . Vi

    = 2 . 0,57 m/detik

    = 1,14 m/detik

    Hf = 5/¼ . @ (Ö · ? é ·) / (6 ë Ú) A

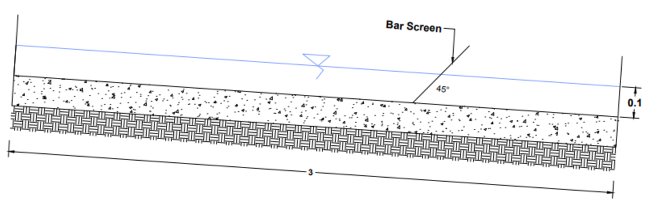
    = 5 / 4á . @ (5á58 · ? 4á9; ·) / (6 ë =á<5) A

    = 0,07 m < 0,8m

e. Resume Bangunan

- Tinggi screen = 0,176 m
- Panjang kisi (X) = 0,23 m
- Panjang screen (L) = 0,176 m
- Lebar saluran barscreen = 0,32 m
- Jumlah kisi = 10 kisi
- Jarak antar kisi (r) = 0,025 m
- Lebar kisi = 0,005 m
- Slope = 45º
- Kecepatan setelah melaui kisi = 0,57 m/detik
- Headloss saat non clogging = 0,08 m
- Headloss saat clogging = 0,07 m
-

f. Sketsa Bangunan



Gambar B.2 Sketsa Bar Screen

3. Bak Penampung

a. Data Perencanaan

- Debit air limbah Q = 2000 m^3/hari

  = 0,023 m^3/detik

b. Kriteria Desain

- Waktu tinggal (td) = < 2 jam
- H minimum = 1,5 – 2m
- *(Sumber : Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment & Reuse, Fourth Edition, hal 343-344)*
- Freeboard = 5 – 30%

  (*Sumber : Ven Te Chow & E.V. Nensi Rosalina, Hidrolika Saluran Terbuka, Hal. 145)*
- Kecepatan aliran (v) = 0,3 - 0,6 m/s

  (Sumber: Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse 4th edition, hal 316. New York: McGraw-Hill Companies, Inc)
- Koefisien kekasaran aksesoris (K) :

  Elbow 90° C = 0,75

  Gate Valve = 0,19

  Check Valve = 2,5

  Tee = 0,50

  Increaser = 0,50

  (Sumber: Kawamura, S. 2000. Intergrated Design and Operation of Water Treatment Facilities 2 nd, hal 159. New York: John Wiley and Sons, Inc)

c. Direncanakan

- Jumlah bak penampung = 1 unit
- Bentuk bak penampung = Rectangular
- Waktu tinggal (td) = 30 menit = 1800 detik
- Tinggi bak penampung = 2 m
- P : L = 2 : 1
- Freeboard = 20% H
- Kecepatan aliran = 0,3 m/dtk
- Koefisien manning (n) = Beton halus (0,013)

d. Perhitungan

- Volume bak penampung

  Vol = Q x td

  = 0,023 m^3/detik x 1200 detik

  = 27,6 m^3

- Dimensi bak penampung

  Vol. bak penampung = P x L x T

  27,6m^3 = 2L x L x 2m

  27,6 m^3 = 4m x L^2

  L^2 = $\frac{\text{6; á k 7}}{\text{8à}}$

  L^2 = 6,9 m^2

  L = ¾$\overline{\text{xá\{ • t}}$

  L = 2,62 m

  Maka,

  P = 2 L

  P = 2 x 2,62 m

  P = 5,42 m

  Jadi,

  T_{Total} = T_{Air} + $T_{Freeboard}$

= 2 m + (20% x 2m)

= 2 m + 0,4 m

= 2,4 m

- Luas bak penampung dengan kedalaman 2 m

A = $\frac{V}{h}$

A = $\frac{6;á\ k\ 7}{6à}$

A = 13,8 m^2

- Cek td

Td = $\frac{V}{Q}$

Td = $\frac{É\ ë\ Åë\ Í}{Ê}$

Td = $\frac{9á86\ k\ ë\ 6á6\ k\ ë\ 6\ à}{4á467\ k\ 7\ bcrgi}$

Td = 1234,81 detik ≈ 1200 detik

Td = 20 menit

- Jari-jari hidrolis (R)

R = $\frac{Åë\ Í}{Åë\ 6Í}$

R = $\frac{6á6\ k\ ë\ 6à}{6á6\ k > :6ë6à\ ;}$

R = $\frac{9á86\ à}{:á6\ à}$

R = 0,79 m

- Diameter outlet

A = $\frac{Ê}{Ï}$

= $\frac{4á467\ à\ 7\ æ}{4á7\ à\ æ}$

= 0,0076 m^2

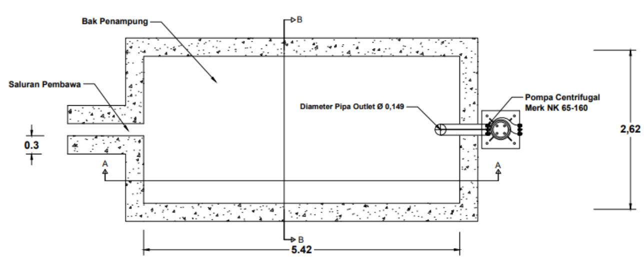
0,0076 m^2	= $\frac{5}{8}$ x 3,14 x D^2
	= 0,785 x D^2
D	= 0,09 m
	= 90 mm

e. Resume Bangunan

1.	Volume bak penampung (V)	= 27,6 m^3
2.	Panjang bak penampung (P)	= 5,42 m
3.	Lebar bak penampung (L)	= 2,62 m
4.	Tinggi muka air bak penampung ($T_{muka\ air}$)	= 2m
5.	Tinggi *freeboard* bak penampung ($T_{freeboard}$)	= 0,4m
6.	Tinggi total bak penampung (T_{Total})	= 2,4 m
7.	Luas bak penampung (A)	= 13,8 m^2
8.	Cek td bak pnempung (td)	= 1200 detik
		= 20 menit
9.	Jari-jari hidrolis bak penampung (R)	= 0,79 m

f. Sketsa Bangunan

x Direncanakan bangunan diletakkan di bawah permukaan tanah dengan kedalaman total 2,4 m



Gambar B.4 Sketsa Bak Penampung

Pompa

Pompa dari Bak Penampung menuju *Grease Trap*

Outlet bak pengumpul menggunakan saluran tertutup atau pipa yang didukung oleh pompa untuk mengalirkan air buangan menuju ke bangunan selanjutnya, yaitu bangunan *Grease Trap*.

a. Data perencanaan

- Debit air limbah Q = 2000 m^3/hari

  = 48 m^3/jam

  = 0,023 m^3/detik

b. Kriteria desain

- Hf pompa > Hf Total
- Hs < Hf pompa
- Kecepatan aliran (v) = 0,3 – 2,5 m/s
- Koefisien kekasaran aksesoris pipa (k) :

  Gate falve = 0,2

  Check valve = 2,50

  Elbow 90° = 1,1

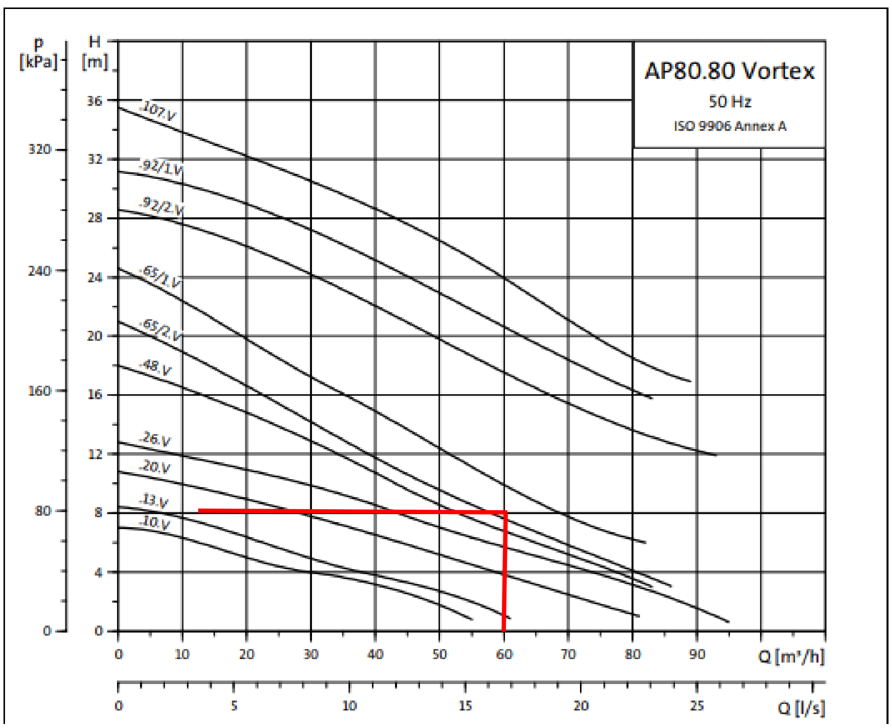
  (Sumber : Kawamura, Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities, Jilid 2, 2005, hal 670)

Dengan memplotkan data Q = 48 m^3/jam maka digunakan tipe pompa AP 80.80, 50 Hz dengan spesifikasi pompa Submersible Waste Water Pump sebagai berikut:

c. Direncanakan Tipe Pompa

Merk pompa	= Grandfos
Tipe pompa	= AP 80.80, 50 Hz
L pipa *suction*	= 3 m
L pipa *discharged*	= 6 m
Head pompa (asumsi)	= 8 m
Diameter pipa	= 243 mm
	= 0,243 m

Gambar … Grafik Pompa



(Sumber: Grundfoss Wastewater Pump)

- Hf Mayor

- *Suction*

L = 3 m

Hf` = (54á ë Ê - á41. / ¼- á41. ë ½0á43 ; x L

= (54á ë 4á467 - á41. / 574 - á41. ë 4á687 0á43 ; x 3 m

= 0,0035 m

- *Discharged*

L = 6 m

Hf = (54á ë Ê - á41. / ¼- á41. ë ½0á43 ; x L

= (54á ë 4á467 - á41. / 574 - á41. ë 4á687 0á43 ; x 6 m

= 0,007 m

Hf total = 0,0035 m + 0,007 m

= 0,01 m

¾ Hf Minor

- Hf akibat 3 belokan 90^{o} (K = 1,1)

Hf = 3 x (Ä ë Ï · / 6 ë Ú ;

= 3 x (5á5 ë 4á7 · / 6 ë =á<5 ;

= 0,0151 m

- Hf akibat 1 gate valve (K = 0,2)

Hf = 1 x (Ä ë Ï · / 6 ë Ú ;

= 1 x (4á6 ë 4á7 · / 6 ë =á<5 ;

= 0,00091 m

- Hf akibat ceck valve (K = 2,50)

Hf = 1 x (Ä ë Ï · / 6 ë Ú ;

= 1 x (6á4 ë 4á7 · / 6 ë =á5 ;

= 0,011 m

- Hf total = 0,0151 m + 0,00091 m + 0,011 m

= 0,027 m

¾ Hf Sistem

Hf system = Hf mayor + Hf minor

= 0,01 m + 0,027 m

= 0,037 m

¾ Syarat head pump

Head pump ≥ Hf System

8 m ≥ 0,037 m (memenuhi)

4. *Grease Trap*

a. Kriteria Perencanaan

1. Kecepatan aliran (v) = 2-6 m/jam = 0,00055 m/s - 0,0016 m/s
2. Waktu tinggal (td) = 5-20 menit
3. Terdiri dari 2 kompartemen

   Kompartemen pertama = 2/3 dari total panjang

   Kompartemen kedua = 1/3 dari total panjang

b. Direncanakan

1. Menggunakan 1 unit *grease trap*
2. Debit = 2000 m^3/hari

   = 0,023 m^3/hari
3. Kecepatan aliran (v) = 6 m/jam = 0,0016 m/s
4. Waktu tinggal (td) = 10 menit = 900 detik
5. Kompartemen pertama = 2/3 dari total panjang
6. Kompartemen kedua = 1/3 dari total panjang
7. Minyak dan lemak = 110 mg/l
8. Perbandingan panjang (L) dan lebar (B) L : B = 3 : 1
9. Menggunakan 1 *baffle*
10. Asumsi tinggi area pengendapan (Hp) = 0,3 m
11. Asumsi tinggi *scum* (Hs) = 0,3 m
12. *Freeboard* = 0,6 m
13. Diameter butiran minyak = 0,15 mm = 0,0015 mm
14. Viskositas dinamik minyak (Km) = 0,62 poise
15. Viskositas kinematis minyak (ɥm) = $0{,}8039.10^{-2}$ cm^2/s

    = $0{,}8039.10^{-6}$ m^2/s
16. Massa jenis air (ρw), T = 30°C = 0,99568 g/cm^3 = 9,957 kg/L

(Sumber: Reynolds, Tom D. dan Paul A. Richards. 1996. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering 2nd edition, hal 762 (Appendix C). Boston: PWS Publishing Company)

17. Massa jenis minyak (ρ minyak) =804 kg/m^3

5. Perhitungan

1. Dimensi Bak

Volume Bak (v) = Q x td

= 0,023 m^3/det x 600 det

= 13,8 m^3

Luas area yang dibutuhkan

A = Q limbah / v

= (0,023 m^3/s) / (0,0016 m/s)

= 14,3 m^2

Rasio L : B = 3 : 1

L x B = A

3B x B = A

$3B^2$ = 14,3 m^2

B^2 = 0,3 m^2

B = 0,74 m ≈ 1 m

L = 3B

= 3 x 1 m

= 3 m^2

2. Luas Permukaan Baru (A') = 3 m x 1 m

= 3 m^2

Panjang kompartemen 1 = 2/3 L

= 2/3 x 3 m^2

= 2 m

Panjang kompartemen 2 = 1/3 L

= 1/3 x 3 m

= 1 m

Cek kecepatan aliran (V cek) = $\frac{Ê}{º}$

= $\frac{r\,átu \bullet u \bullet}{7\,à\,\cdot}$

= 0,0076 m/s

= 5,4 m/jam

= **(2-6 m/jam) OK memenuhi kriteria**

3. Kedalaman Tangki

H aktif = $\frac{Ï}{º\,ñ}$

= $\frac{su\,áz \bullet u}{u\,t}$

= 4,6 m

Tinggi Area Pengendapan	= 0,3 m
Jarak pipa Dengan Area pengendapan	= 0,2 m
Tinggi Scum	= 0,3 m
Freeboard	= 0,5 m

H total = H air + freeboard

= 4,6 m + 0,5 m

= 5,1 m

Jari-Jari Hidrolis R

R = $\frac{F\ v\ L}{F > 6L}$

= $\frac{5\ v\ 9\acute{a}\ k}{5 > 6v\ 9\acute{a}\ k}$

= 0,4 m = 4 cm

4. Kecepatan pengapungan

8 ñ L Ú / 5<K x d² x (ρ- ρ')

L =á<5 / 5< v 4á6 nmgqc x 0,0015² x (990 kg/m³ – 804 kg/m³)

= 0,00036 m/s

= 0,036 cm/s

5. Cek Bilangan Reynold

0NA L ¡ v V v Zñ / K•

L 4á==9:<] / Yc/ ë 8 Ö ë 4á47: Ö æ / r ázrušr F t t.. •

= 18 (Laminer, Nre <800)

6. Dimensi baffle

Panjang Baffle (L)	= Lebar Grease Trap (W)
	= 1 m
Kedalaman Baffle (H)	= Tinggi Grease Trap
	= 2 m
	= 2 m
Pipa outlet ke kompartmen 2	= pipa outlet menuju netralisasi
	= 0,114 m (4 inch)
Minyak dan Lemak	
Debit (Q)	= 2000 m^3/hari
	= 2.000.000 l/hari
Persen Removal	= 95%
Kadar	= Influent x %removal
	= 110 mg/l x 95%
	= 104,5 mg/l

7. Bak Penampung Minyak Lemak

Minyak lemak teremoval = kadar x debit (Q)

= 104,5 mg/L x 2.000.000 L/hari

= 209.000.000 mg/hari

= 209 kg/hari

Effluent minyak lemak = influent – kadar

= 110 mg/l – 104,5 mg/l

= 5,5 mg/l

Debit minyak lemak = ĝØ ĉŒ / ø

= 64= ĐÚ ÛĉÔ / <48 ĐÚ à /

= 0,26 m^3/hari

Volume Bak Penampung Minyak

V BP Minyak = Qm x td

= 0,26 m^3/hari x 7 hari

= 1,82 m^3

Dimensi Bak Penampung Minyak

L BP Minyak = $\frac{5}{6}$. >=GCNAO=OPAN=L

= $\frac{5}{6}$ x 3 m

= 1,5 m

Kedalaman BP Minyak (asumsi) = 0,8 m

Kedalaman BP Minyak total = 1 m

Volume BP Minyak = L x B x H

1,82 m^3 = 0,5 x B x 1 m

1,82 m^3 = 1,5 m^2 x B

B = 1 m

Dimensi pipa penguras lumpur

Waktu pengurasan 10 menit dalam 7 hri

Waktu pengurasan = 10 menit = 600 detik

Volume sludge = 1,82 m^3/7 hari

Debit pipa penguras (Qp)

Qp = tmjskc jskns å / uirs nclespql

= 5á<6 à / / :44 q

= 0,003 m^3/s

Diperoleh tipe pompa UHB-ZK40/10-20, didapat head pump 18 m dan diameter 40 mm (inlet) – 32 mm (outlet).

L suction = 40,5 m

Head statis = 1,2 m

L discharge = 5,35 m

x Headloss mayor

Hf suction

Hf = 54á ë Åë Ê-á41 / ¼-á41 ë ½0á43

= 54á ë 84á9 à ë :4á4445 à / æ-á41 / 574-á41 ë :4á48 à ;0á43

= 0,1 m

Hf discharge

Hf = 54á ë Åë Ê-á41 / ¼-á41 ë ½0á43

= 54á ë 9á79 à ë :4á4445 à / æ-á41 / 574-á41 ë :4á476 à ;0á43

= 0,01 m

Hf mayor total = 0,12 m

- Headloss minor

Suction: 2 elbow k =1,1

Hf = J T G $\frac{é^{\cdot}}{6Ú}$

= t T s ás T $\frac{:4á\ à\ \ æ;^{\cdot}}{6\ ë\ =á<5\ à\ \ æ}$

= 0,04 m

Discharge: 2 elbow k =1,1

Hf = J T G $\frac{é^{\cdot}}{6Ú}$

= t T s ás T $\frac{:4á\ à\ \ æ;^{\cdot}}{6\ ë\ =á<5\ à\ \ æ}$

= 0,04 m

1 Check valve , k = 2,5

Hf = G $\frac{é^{\cdot}}{6Ú}$

= t áwT $\frac{:4á\ à\ \ æ;^{\cdot}}{6\ ë\ =á<5\ à\ \ æ}$

= 0,045 m

Hf minor total = 0,085 m

- Hf total

Hf total = Hf mayor + hf minor + head statis

= 0,11 m + 0,085 m + 1,2 m

= 1,39 m

Head pump ≥ hf total = 18 m 1,39 m (memenuhi)

Jadi, dimensi bak penampung minyak:

Panjang (L)	= 1,5 m
Lebar (B)	= 1,2 m
Kedalaman total (H)	= 1 m
Pipa inlet	= 0,04 m
Pipa oulet	= 0,04 m

8. Pipa outlet menuju bak pengendap awal

Luas penampang pipa

A = Ê / é

= 4á467 à / æ / 4á9 à æ = 0,05 m^2

Diameter pipa outlet

D = § √(8 ë º)

= § √(8 ë 4á49 à · / 7á58)

= 0,25

9. Cek kecepatan

V cek = Ê / º

= Ê / (- / 0 ë ë ½·)

= 4á467 à / æ / (- / 0 ë 7á58 ë : 4á69 à ;·) = 0,46 (memenuhi)

10. Headloss mayor

Hf mayor = sr áy š š 3 sáw / %sáw T&váy

= sr áy š uáw š : r átu I u Q sáw / sur sáw T: r áw I ; váy

= 0,004 m

Hf minor = 0

Total Hf = Hf mayor + Hf minor

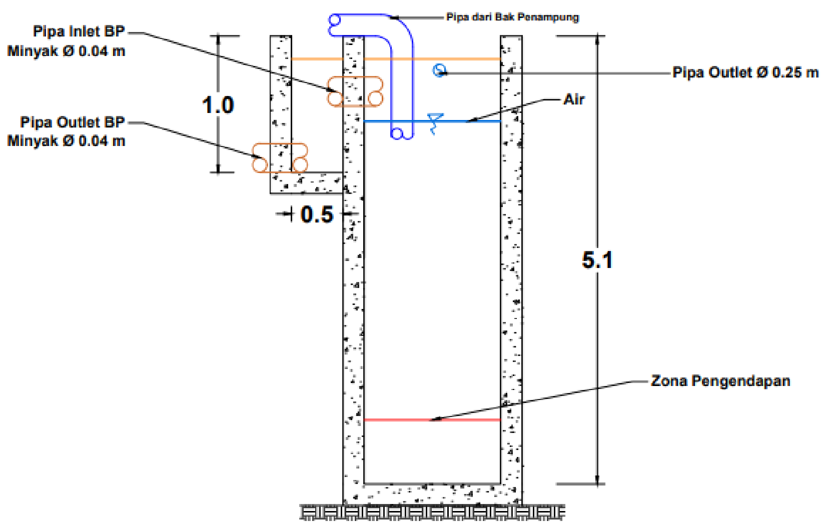
= 0,004 m + 0

= 0,004 m

6. Resume Bangunan *Grease Trap* :

Panjang kompartmen I	= 2 m
Panjang kompartmen 2	= 1 m
Lebar	= 1 m
Tinggi bangunan	= 5,1 m
Kedalaman baffle	= 2 m
Diameter pipa pada baffle	= 0,114 m
Panjang BP Minyak	= 1 m
Lebar BP Minyak	= 0,5 m
Diameter pipa inlet	= 0,04 m
Diameter pipa outlet	= 0,04 m
Kedalaman BP Minyak	= 1 m
Diameter pipa outlet	= 0,25 m

7. Sketsa Bangunan *Grease Trap* :



5. Bak Pengendap Awal

<u>Kriteria Perencanaan</u>

Zona Inlet :

a. Berbentuk saluran terbuka
b. Kecepatan aliran = 0,3 m/s
   (*Sumber: Qasim, Syed R. 1985. Wastewater Treatment Plant: Planning, Design, and Operation, hal 271. New York: CBS College Publishing*)

Zona Settling :

a. Over Flow Rate (OFR)
   - Average = 30 – 50 m^3/m^2.hari
   - Peak = 80 – 120 m^3/m^2.hari

   (*Sumber: Qasim, Syed R. 1985. Wastewater Treatment Plant: Planning, Design, and Operation, hal 269. New York: CBS College Publishing*)

b. Waktu Tinggal (Td) = 1,5 – 2,5 jam
   (*Sumber: Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse 4th edition, hal 398. New York:McGraw-Hill Companies, Inc*)

c. Dimensi

   <u>Rectangular</u>
   - Panjang (P) = 10 – 90 meter
   - Lebar (B) = 2 – 24 meter
   - Kedalaman (H) = 2,5 – 5 meter
   - P : L = 1 – 7,5 : 1
   - P : H = 4,2 – 25 : 1

<u>*Circular*</u>

- Diameter (D) = 3 – 60 meter
- Kedalaman = 3 – 6 meter

(*Sumber: Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse 4th edition, hal 398. New York: McGraw-Hill Companies, Inc*)

d. % Removal = 50 – 70 % TSS

e. Bilangan Reynold (N_{Re}) = <2000 (aliran laminar)

f. Bilangan Freud (N_{fr}) = > 10^{-5} (Mencegah aliran pendek)

(*Sumber: Razif, M. 1985. Pengolahan Air Minum. Surabaya: Diktat TP-FTSP-ITS*)

g. Weir Loading = 125 -500 m^3/m^2.hari

(*Sumber: Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse 4th edition, hal 398. New York:McGraw-Hill Companies, Inc*)

h. Slope kea rah Zona Sludge

- Rectangular = 1 % - 2 %
- Circular = (40 – 100 mm/m)

(*Sumber: Qasim, Syed R. 1985. Wastewater Treatment Plant: Planning, Design, and Operation, hal 269. New York: CBS College Publishing*)

i. Cek N_{Re} partikel = < 0,5

j. Syarat terjadinya pengendapan = (tp<td)

k. Kecepatan horizontal (Vh) < Kecepatan pengendapan (Vs)

l. Syarat terjadinya pengurasan = (Vsc > Vh)

m. Percepatan gravitasi = 9,81 m/s^2

n. *Spesific Gravity Solids (Primary Sludge)* = 1,3 – 1,5

(*Sumber: Qasim, Syed R. 1985. Wastewater Treatment Plant: Planning, Design, and Operation, hal 428.. New York: CBS College Publishing*)

o. Jika temperature limbah = 28^{o}C

p. Viskositas Kinematik (v)

TEMPERATURE (°C)	DENSITY (gms/cm^3, γ)	ABSOLUTE VISCOSITY (centipoise*, μ)	KINEMATIC VISCOSITY (centistokes*, ν)
0	0.99987	1.7921	1.7923
1	0.99993	1.7320	1.7321
2	0.99997	1.6740	1.6741
3	0.99999	1.6193	1.6193
4	1.00000	1.5676	1.5676
5	0.99999	1.5188	1.5188
6	0.99997	1.4726	1.4726
7	0.99993	1.4288	1.4288
8	0.99988	1.3872	1.3874
9	0.99981	1.3476	1.3479
10	0.99973	1.3097	1.3101
11	0.99963	1.2735	1.2740
12	0.99952	1.2390	1.2396
13	0.99940	1.2061	1.2068
14	0.99927	1.1748	1.1756
15	0.99913	1.1447	1.1457
16	0.99897	1.1156	1.1168
17	0.99880	1.0876	1.0888
18	0.99862	1.0603	1.0618
19	0.99843	1.0340	1.0356
20	0.99823	1.0087	1.0105
21	0.99802	0.9843	0.9863
22	0.99780	0.9608	0.9629
23	0.99757	0.9380	0.9403
24	0.99733	0.9161	0.9186
25	0.99707	0.8949	0.8975
26	0.99681	0.8746	0.8774
27	0.99654	0.8551	0.8581
28	0.99626	0.8363	0.8394
29	0.99597	0.8181	0.8214
30	0.99568	0.8004	0.8039
31	0.99537	0.7834	0.7870
32	0.99505	0.7670	0.7708

(*Sumber: Reynolds, Tom D. and Paul A. Richards. 1996. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering 2nd edition, hal 224. Boston: PWS Publishing Company)*

Zona Sludge :

a. % Removal BOD & TSS sesuai dengan grafik
   mb prita
   (*Sumber: Qasim, Syed R. 1985. Wastewater Treatment Plant: Planning, Design, and Operation, hal 278.. New York: CBS College Publishing*)
b. Volatile solid = 60 – 90 %
c. Specific gravity = 2,65
d. Dry solid = 3 – 8 %
   (*Sumber: Qasim, Syed R. 1985. Wastewater Treatment Plant: Planning, Design, and Operation, hal 278.. New York: CBS College Publishing*)

Zona Outlet

a. Weir loading rate = 407 – 1628 m^3/m^2.hari
b. Tinggi air diatas pelimpah = 1 – 2 mm
   (*Sumber: Qasim, Syed R. 1985. Wastewater Treatment Plant: Planning, Design, and Operation, hal 278.. New York: CBS College Publishing*)

<u>Data Perencanaan</u>

1. Menggunakan 1 bak pengendap berbentuk rectangular
2. Q total = 0,023 m^3
3. Dengan suhu air = 28ºC
   Viskositas (μ) = 0,8394 . 10^{-6} m^2/dtk
4. Waktu detensi (td) = 2 jam
   = 7200 dtk
5. Kemiringan dasar bak = 2 %
6. Kedalaman zoba settling = 3 meter
7. % removal = 80%
8. Koef. Mann beton (n) = 0,015
9. Spesifik gravity (ss) = 2,65
10. β factor kisi porositas = 0,02 – 0,12

= 0,05

11. λ factor fraksi hidrolis = 0,03

12. Kemiringan plate settler = 60^o

13. Jumlah plate settler = 2/3 panjang zona settling

14. Lebar plate settler = lebar zona settling

15. Tebal plate settler = 0,1 m

16. Tinggi plate settler = 1 m

17. Jarak antar plate settler = 0,5 m

18. Menggunakan pipa jenis ductile cast iron pipe (DCIP) dengan C 110.

<u>Perhitungan</u>

A. Zona Settling

1. Debit bak settling (Q)

   Q bak = Ȩ̂L / - OQ≫=G

   = 4á467 à / Ý̧ / s

   = 0,023 m^3/dtk

2. Volume bak

   Vol. bak = Q bak x Td

   = 0,023 m^3/dtk x 7200 dtk

   = 165,6 m^3

3. Kecepatan mengendapan partikel (Vs)

   Vs = Á / ç̧

   = 7 à / ;644 Ý̧

   = 0,00042 m/s

4. Luas area permukaan (A)

   A = Ê / ç̧Þ

$= \frac{6444\ à^{/}}{79\ à^{/}\ à \cdot ä\hat{U}\hat{O}}$

= 57,14 m^2

5. Kedalaman

T $= \frac{\ddot{Ö}}{o}$

$= \frac{5{:}9\ á\ k\ 7}{9;\ á58\ k\ 6}$

= 2,8 m

= 3 m

6. Dimensi bak

Rasio P : L	= 3 : 1 sehingga 3P = L
Volume	= P x L x T
165,6 m^3	= 3L x L x 3 m
18,4	= L^2 m
L	= 4,27
165,6 m^3	= P x 4,27 x 3 m
P	= 12,2 m

7. Cek Waktu detensi (td)

td $= \frac{\ddot{Ì}}{Ê} = \frac{Åä\text{»} äÁ}{Ê}$

$= \frac{56\ à\ \ ë\ 8\ à\ \ ë\ 7\ à}{4á467\ à^{/}\ \text{ę}}$

= 6261 dtk

= 1.7 jam **(memenuhi 1,5 ± 2,5 jam)**

8. Kecepatan horizontal (V_h) $= \frac{Å}{ç}$

$= \frac{56\ à}{;644\ \text{ę}}$

= 1,6 x 10^{-3} m/dtk

9. Jari-jari hidrolis (R) $= \frac{\text{»}\ ë\ Á}{\text{»} > 6äÁ}$

$= \frac{8à\ \ ë\ 7à}{8à\ > : 6\ ë\ 7à\ ;}$

= 1,2 m

= 120 cm

10. Diameter partikel (dp) = § Ïe ë Áë 5< / Úë :Ìe ? 5;

= ·· 8á6 ë 54 7 0 Ø/Ö ã , á4/50 ã -, 7 2 Ø · Ö ë 5< / =á<5 à · ę ë :6á9 ? 5;

= 1,98 x 10^{-5} m

= 0,00198 cm

11. Cek N_{Re} partikel = Ïe ë ã / Á

= 8á6 ë -, 7 0 Ø/Ö ë 5á=< ë 54 7 1 à / 4á7=8 ë 54 7 2 à · ę

= 9,9 x 10^{-3}

(N_{Re} partikel memenuhi < 0,5)

12. Cek bilangan reynold N_{Re} = Ï Ûë Ë / Á

= 5á v 54 ? 7 c/Zja ë 5á6 à / 4á7=8 ë 54 7 2 à · ę

= 802

(Memenuhi, N_{Re} < 2000 aliran laminar)

13. Cek bilangan freud (N_{Fr}) = Ï Û· / Úë Ë

= :5á ë 54 7 / à ę ;· / =á<5 Ø ·/Ö ë 5á6 à

= 1,6 x 10^{-4}

(Memenuhi, N_{Fr} > 10^{-5})

14. Cek pengurasan / kecepatan scouring (Vsc)

Vsc = [(5< ë / ; x (Ss-1) x g x dp?5 6

= [(5< ë 4á49 / 4á47 ; x (2,65-1) x 9,81 m^2/dtk x 1,98 x 10^{-5} m?5 6

= 0,098 m/dtk

Jika Vsc (0,098 m/dtk) > Vh (0,0016m/dtk) maka tidak terjadi pengurasan.

15. Cek Waktu terjadinya pengendapan (Tp) = Á / ëæ

= 7 à / 8á6 ë 54 7 0 Ø / ß

= 7143 dtk

Terjadi pengendapan bila Tp lebih kecil dari Waktu detensi, maka 7143s < 8450 s **Terjadi Pengendapan.**

16. Kemiringan bak (2%) = 2% x L

= 2% x 12 m

= 0,39 m

17. Kehilangan tekanan pada zona settling (S) = [Ï Û ë á / Ë· / ?6

= [:5á ë 54 7 / à ę ë 4á459 / :5á6 à ;· / ?6

= 4,5 x 10^{-10} m'/m

Hf = S x L

= 4,5 x 10^{-10} m'/m x 12 m

= 5,4 x 10^{-9} m

Plate Settler

Kriteria Perencanan

1. Kemiringan plate = 45 - 60^o

   (Visvanathan, *Sedimentation Physco Chemical Processes*)

2. Jarak antar plate = 5 – 20 cm

   (Visvanathan, *Sedimentation Physco Chemical Processes*)

   Data Perencanaan

3. Kedalaman zona settling (H) = 3 m
4. Kedalaman plate settler = 1,5 m
5. Kemiringan plate settler (α) = 60^o
6. Tebal plate settler (r) = 5 cm

   = 0,05 m

7. Jarak antar plate settler (W) = 20 cm
8. Panjang zona settling = 12,2 m

   Perhitungan :

a. luas permukaan plate settler

L 3 / 8D d 9 / :* ä•.. Ù; E :9 äҡO⁶Ù; h

L rátu I ⁷¤O / t Tsr ?⁷ I ¤O d rá I / :u I ä•.. xr¹ ; E :rá I äҡO⁶ xr¹ ; h

L rátw I ⁷¤O / t Tsr ?⁷ I ¤O N rá I / :u I ärá w; E @rá I ä B s/t E s/t ҡO⁶ xr¹ CA O

= 1,51 m^2

b. panjang plate settler dengan kemiringan 60^o

P = Á / qgl

= 7 / qgl :4¹

= 3,4 m

c. Kecepatan aliran pada settler (Vh)

vh = Ê / º ... ë qgl

= 4á467 à 7 æ / 5á95 k 6 ë qgl :4¹

= 0,017 m/s

d. jumlah plate settler

Ws = Panjang zona settling = 12 m

R = Jarak antar plate = 0,2 m

Ws = n x d + (n+1) x r

12 m = n x 0,1 + (n+1) x 0,2

12 m = 0,1 n + 0,1 n + 0,2

12 m = 0,2 n

n = 60 plate

e. jari-jari hidraulis

r = Åë Í / Å> 6Í

= 4á6 ë 7á8 k / 4á6 > 6 ë 7á8 k

= 0,09 m

f. Cek NRe Vh

Nre = Ï Ûë å / ³

= 4á45; k q ë 4á4= k / 4á<= á54 7 2

= 1795 (**Memenuhi, N_{Re} < 2000 aliran laminar)**

Perhitungan Perforated Baffle

Kriteria Perencanaan

- Lebar perforated Baffle = lebar bak pengendap awal = 4 m
- Tinggi perforated Baffle = tinggi bak pengendap awal = 3 m
- Diameter (D) lubang = 0,2 m = 20 cm
- luas lubang total = 60 % luas perforated baffle
- Perforated baffle diletakkan 1 m di depan inlet

Perhitungan

- Luas tiap lubang (A1)

A1 $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$

$= \frac{1}{4} \times 3{,}14 \times (0{,}2)^2$

= 0,03 m^2

- Luas Perforated Baffle

Ap = B x H

= 4 m x 3 m

= 12 m

- Luas lubang total (A_2)

A_2 = 60% x luas baffle

= 60% x 12 m^2

= 7,2

- Jumlah lubang (n)

N lubang $= \frac{A_2}{A_1}$

$= \frac{7{,}2\ m^2}{0{,}03\ m^2}$

= 240 lubang

Direncanakan jumlah lubang pada setiap baris horizontal 24 dan lubang vertikal 10.

- Jarak horizontal antar lubang

$= \frac{\text{Ã Ö ? : Š js`le v H;}}{\text{Š js`le > 5}}$

$= \frac{\text{8 à ? : 68 v 4á6;}}{\text{68 > 5}}$

= 0,03 m

= 3 cm

- Jarak vertikal antar lubang

$= \frac{\text{Ũ Ö ? : Š js`le v H;}}{\text{Š js`le > 5}}$

$= \frac{\text{7 à ? : 54 v 4á6;}}{\text{54 > 5}}$

= 0,091 m

= 0,9 cm

- Cek nilai N_{re} pada tiap lubang

Jari-jari hidrolis (R)

$R = \frac{º}{É} = \frac{5}{8}$ T &

$= \frac{5}{8}$ T r á

= 0,05 m

- Nre $= \frac{V_h \times R}{\upsilon}$

$= \frac{0{,}023 \times 0{,}05}{\geq}$

= 0,01 < 2000 (memenuhi)

- NFr $= \frac{\text{éÓ˙}}{g \times R}$

$= \frac{}{9{,}81 \times 0{,}05}$

= 0,001 (memenuhi)

- Headloss melalui perforated baffle

  Hf = é· / 6Ú

  = r ắtu t /

  = 2,6 x 10^{-5} m

B. Zona Inlet

Direncanakan

Diameter outlet DAF = 0,305 m ≈ 305 mm

Maka :

a. Saluran I (Saluran Pembagi)

   Direncanakan :

   Td = 3 menit

   = 180 dtk

   Lebar saluran (B) = 1 m

b. Panjang saluran total (Ptotal)

   Ptotal = (tebal dinding x Σ bak))

   = (0,3 m x 1)

   = 0,3 m

b. Kedalaman saluran (H)

   H = Ê ë ç / » ë Å

   = 4ắ467 à ę ë 5<4 / 8ắ= à ë 5 à

   = 0,84 m

   Htotal = 0,84 m + 0,2 (20% Freeboard)

   = 1,04 m

c. Kecepatan aliran (V)

   V = Ê / » ë Á

= 4á467 à / ℓę / 8á= à ë 5á48 à

= 0,0045 m/dtk

d. Headloss (Hf)

R = » ë Á / » > 6ëÁ

= 8á= à ë 5á48 à / 8á= à > : 6 ë 5á48 ;

= 0,7 m

S = [Ï ë á / Ë· / ?6

= [4á4489 à ℓę ë 4á459 / 4á· / ?6

= $7,3 \times 10^{-9}$ m/m

Hf = S x L

= $7,3 \times 10^{-9}$ m/m x 1 m

= $7,3 \times 10^{-9}$ m

Zona Sludge

Kriteria Perencanaan:

- TSS influent = 68 mg/L
- % removal TSS = 70 %
- Total volatile solids (primary sludge) = 60 %
- Massa jenis organic fraction = Sg x ρ

  = 1,3 x 996 kg/m^3

  = 1294,8 kg/m^3
- Massa jenis inorganic (ρfs) = Sg x ρ

  = 2,5 x 996 996 kg/m^3

  = 2490 kg/m^3
- Total dry solids (primary sludge) = 3%
- Ruang lumpur berbentuk limas terpancung
- Waktu pengurasan lumpur = 1 hari
- Panjang permukaan atas = 3 m
- Lebar permukaan atas = 3 m
- Panjang permukaan bawah = 1,5 m
- Lebar permukaan bawah = 1,5 m

Perhitungan :

a. TSS Tersisihkan = TSS influent x % removal

= 68 mg/L x 70 %

= 48 mg/L

b. TSS Effluent = TSS effluent – TSS tersisihkan

= 68 mg/L - 48 mg/L

= 20 mg/L

c. Massa jenis solid (ρ solid) = (60% x ρvs) + (40% x ρfs)

= (60% x 1294,8 kg/m^3) + (40% x 2490 kg/m^3)

= 776,88 kg/m^3 + 996 kg/m^3

= 1772, 88 kg/m^3

d. Massa jenis sludge (ρ sludge) = (3% x ρsolid) + (97% x ρair)

= (3% x 1772, 88 kg/m^3) + (97% x 996)

= (53,18 kg/m^3 + 966,12 kg/m^3

= 1019, 3 kg/m^3

e. Berat TSStersisihkan (*m* TSS) = TSStersisih x Q

= 48 mg/L x 23 liter/s

= 1104 mg/s

= 95,3 kg/hari

e. Volume TSS tersisihkan (Vtss) = [illegible] / [illegible]

= (=9á7 ie fpg) / (5;;6 á<< ie k 7)

= 0,05 m^3/hari

f. Berat air tersisihkan (Berat air) = (=;¨ / 7¨) x berat solid

= (=;¨ / 7¨) x 95,3kg/hari

= 3081 kg/hari

g. Volume air (vol. air) = [illegible] / [illegible]

= (74<5ie fpg) / (=:: á56 ie k 7)

= 3,1 m^3/hari

h. Volume Sludge (vol. sludge) = volume solid + volume air

= 0,05m^3/hari + 3,1 m^3/hari

= 3,15 m^3/hari

i. Berat sludge = volume sludge x berat jenis sludge

= 3,15 m^3/hari x 1039,306 kg/m^3

= 3272.8 kg/hari

j. Dimensi ruang lumpur

Direncanakan pengurasan dilakukan setiap 1 hari sekali dan ruang lumpur berbentuk limas terpancung, maka:

- V sludge = 3,15 m^3/hari x 1 hari
  = 3,15 m^3
- Panjang permukaan atas = 3 m (asumsi)
- Lebar permukaan atas = 3 m (asumsi)
- Panjang permukaan bawah = 1,5 m (asumsi)
- Lebar permukaan bawah = 1,5 m
- Luas alas atas (Aatas) = 3 x 3 = 9 m^2
- Luas alas bawah (Abawah) = 1,5 x 1,5 = 2,25 m^2
- Tinggi ruang lumpur (T)

Vol. lumpur = 5/7 x T x (A+B+¾ŦF$)

T = 7 ë Ď ... ß / :E>F>¾ºë ;

= 7 ë 7ǻ59 k 7 / :=à ·>6ǻ69 à · >¥=à · ë 6ǻ69 à · ;

= 2,6 m

= 260 cm

Dimensi pipa penguras

Direncanakan:

Kecepatan aliran pipa = 0,3 m/s

Lama Waktu pengurasan = 1 hari

= 86,400 s

Volume sludge = 3,15 m^3

Debit pipa penguras (Qp) = [illegible]

= 7á59 k 7 / <: á844 æ

= 0,00004 m^3/s

Diameter pipa penguras (D) = § √(8 ë Ê / ë é)

= § √(8 ë 4á4444 8 k 7 q / 7á58 ë 4á7 à æ)

= 0,01 m

Zona Outlet

Direncanakan :

- Pelimpah pada gutter merupakan *weir* bergigi (*V-notch*)
- Sudut V-notch = 90^o
- Beban pelimpah (*weir loading rate*) = 186 m^3/hari
  = 2,153 x 10^{-3} m^2/s
- Jarak antar *V notch* (r) = 4 cm
- Jarak antar *V notch* = 20 cm
- Lebar bukaan = 16 cm
- Cd = 0,6
- Lebar gutter = 0,3 m
- Kecepatan gutter = 0,4 m/s
- Waktu tinggal bak outlet (td) = 3 menit
  = 180 s
- Kecepatan bak outlet (v) = 0,02 m/s
- Panjang bak outlet = lebar bak settling

Perhitungan :

a. Panjang total pelimpah (*weir*)

$$P = \frac{\hat{E}}{\hat{\varnothing} \quad \hat{\varnothing} \quad \hat{U}}$$

$$= \frac{4á467\ à\ ^{/}}{6á597\ v\ 54\ ?\ 7\ k\ 6\ q}$$

$= 10,2$ m ≈ 10 m

Terdapat dua *gutter*, maka masing-masing terdiri dari 5 pelimpah.

b. Panjang pelimpah (*weir*)

$$L = \frac{É}{\tilde{A}\hat{\varnothing} \quad \hat{U}}$$

$$= \frac{54\ k}{9}$$

= 2 m

c. Jumlah *V notch* setiap pelimpah (*weir*)

L	= n x d + (n+1) x r
2	= n x 0,16 + (n+1) x 0,04
2	= 0,16 + 0,04 n + 0,04
1,96	= 0,2 n
9,8	= n
N	= 9,8 ≈ 10 buah

Saluran pelimpah berbentuk *V notch* 90^o.

d. Debit melalui *V notch* (Qv) $= \frac{\hat{E}\ \hat{\varnothing}}{á}$

$$= \frac{4á467\ k\ 7\ q}{54\ ë\ 9}$$

$= 0,00046\ m^3/s$

e. Tinggi peluapan melalui *V notch*

$Qv = \frac{8}{15} \times Cd \times tg\frac{\theta}{2} \times \sqrt{2g} \times H^{5/2}$

$0,00046\ m^3/s = \frac{8}{15} \times (0,6) \times tg\ \frac{90^\circ}{2} \times \sqrt{2 \times 9,81\ m/s^2} \times H^{5/2}$

$0,00046\ m^3/s = 1,42 \times H^{5/2}$

$H^{5/2} = \frac{0,00046\ m^3/s}{1,47}$

H = 0,04 m = 4 cm

f. Tinggi gutter (Syarat Hair < Hgutter)

Qv = A x v gutter

$0,00046\ m^3/s \times 16$ = l x h x 0,4 m/s

= 0,3 m x h x 0,4 m/s

0,0073 = h x 0,12 m^3/s

H = 0,06 → Hgutter > Hair **(Memenuhi)**

g. Luas gutter (A gutter) = p x h

= 0,3 m x 0,06 m

= 0,018 m^2

h. Cek kecepatan tiap gutter

$Qgutter = \frac{Q}{n\ gutter}$

$= \frac{0,023\ m^3/s}{2}$

= 0,0115 m^3/s

V = Ê þ / o

= 4á4559 k 7 q / 4á45< k 6

= 0,63 m/s

i. Jarak antar gutter

R gutter = þ Ð ? : Ãþ ë þ þ ; / Ãþ > 5

= 8? : 6 ë 4á7; / 6 > 5

= 1,13 m

j. Volume bak outlet (v) = Q x td

= 0,023 m^3/s x 180s

= 4,14 m^3

k. Dimensi bak outlet

V = p x l x h

4,14 m^3 = 4 m x 0,6 m x h

4,14 m^3 = 2,4 m^2 x h

H = 1,72 m

Pipa Outlet

Outlet bak pengendap menggunakan saluran tertutup atau pipa dan menggunakan sistem gravitasi dalam pengalirannya menuju ke bangunan selanjutnya yaitu bangunan Biofilter Anaerob-Aerob.

a. Luas penampang pipa (A) = Ê / Ï

= 4á467 à / æ / 4á8 à æ

= 0,057 m^3

b. Diameter pipa outlet (D) = § √(8 ë º / 7á58)

= § √(8 ë 4á49; k 7 / 7á58)

= 0,26 m = 260 mm

= 10.2 inch

c. Cek kecepatan pipa outlet (V) = Ê / º

= Ê / (- 0 v v ×·)

= 4á467 à / æ / (- 0 v 7á58 v :4á6: ;·)

= 0,42 m/s :0HPHQXKL

d. Headloss mayor (Hf mayor) = (Ê / 4á6;<9 ë ¼ë ½· á2/ ; 5á<9 T.

= (4á467 à 7 æ / 4á6;<9 ë 554 ë 4á6: · á2/ ; 5á<9 Tt

= 2,3 x 10^{-3} m

e. Headloss minor (Hf minor) = 2 gate valve, dan 1 tee

Hf minor = (á ë Þ ë é· / 6 ë Ú ; E (á ë Þ ë é· / 6 ë Ú ;

= (6 ë 4á5= ë 4á8· / 6 ë =á<5 ; E (5 ë 4á9 ë 4á8· / 6 ë =á<5 ;

= 0,0071 m

f. Headloss total (Hf total) = Hf mayor + hf minor

= 0,0023 m + 0,0071 m

= 0,0094 m

Resume Unit Bak Pengendap 1

Zona Inlet:

- Panjang saluran = 4 m
- Lebar saluran = 1 m
- Tinggi total = 1,04 m
- Diameter pipa inlet =0,305 m

  = 305 mm

Zona Settling:

- Lebar bak (B) = 4 m
- Panjang bak (L) = 12 m
- Kedalaman bak (H) = 3 m

Zona Sludge:

- Luas alas atas = 20 m^2

  Pajang = 5 m

  Lebar = 4 m
- Luas alas bawah = 8 m^2

  Panjang = 4 m

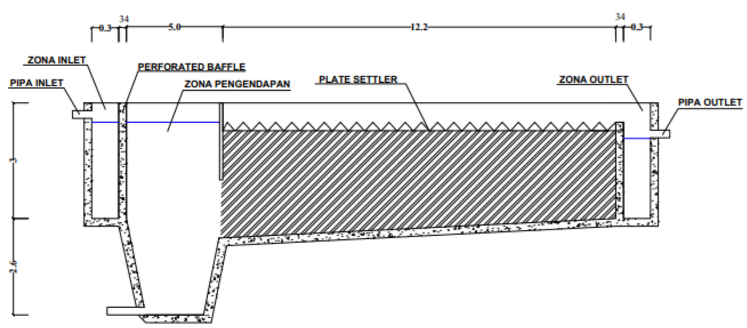
  Lebar = 2 m
- Diameter pipa sludge = 0,01 m

Zona Outlet:

- Lebar saluran = 0,6 m
- Panjang saluran = 4 m
- Tinggi total = 1,72 m
- Jarak *V notch* = 0,04 m
- Bukaan *V notch* = 0,16 m
- Jumlah *V notch* = 10 buah
- Lebar gutter = 0,3 m
- Panjang *weir* = 2 m
- Jarak antar gutter = 1,13 m
- Diamater pipa outlet = 260 mm

  = 10.2 inch

Sketsa Bangunan Bak Pengendap 1 :



6. Unit Biofilter Anaerob

Kriteria Perencanaan Biofilter Anaerob

1. Biofilter Anaerob

- Beban BOD /satuan permukaan media (L_A) = 5 – 30 g BOD/m^2.hari
- Beban BOD = 0,5 – 4 kg BOD/ m^3.media
- Waktu tinggal = 6 – 8 jam
- Tinggi ruang lumpur = 0,5 m
- Tinggi bed media pembiakan media = 0,9 – 1,5 m
- Tinggi air diatas bed media = 20 cm

(*Sumber: Perencanaan dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Proses Biofilter Anaerob-aerob. Nusa Idaman Said & Wahyu Widayat. 2017*)

- Efisiensi removal BOD = 60 – 95 %
- Efisiensi removal COD = 40 – 95 %

(*Sumber : Qasim, 52*).

2. Media Pembiakan Mikroba

- Tipe = Sarang tawon (*cross flow*)
- Material = PVC Sheet
- Ketebalan = 0,15 – 0,23 mm
- Luas kontak spesifik = 150 – 226 m^2/m^3
- Diameter lubang = 2 cm x 2 cm
- Berat spesifik = 30 – 35 kg/m^3
- Porositas rongga = 0,98
- (*Sumber: Perencanaan dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Proses Biofilter Anaerob-aerob. Nusa Idaman Said & Wahyu Widayat. 2017*)

<u>Data Perencanaan dan Perhitungan Biofilter Anaerob</u>

a. Data Perencanaan Biofilter Anaerob

- Menggunakan 2 bak
- Debit perencanaan = 2000 m^3/hari
  Dibagi 2 bak menjadi = 1000 m^3/hari
- BOD masuk = 600 mg/L
  Dibagi 2 bak menjadi = 300 mg/L
- Efisiensi pengolahan = 95 %
- BOD keluar = 30 mg/L
- Beban BOD digunakan = 3 kg BOD/m^3.hari
- Tinggi $H_{ruang\ lumpur}$ = 0,5 m
- Tinggi $H_{air\ efektif}$ = 2 m
- Tinggi $H_{air\ diatas\ Bed}$ = 0,2 m
- Tinggi $H_{ruang\ bebas}$ = 0,5 m
- Panjang = 2 x lebar
- Pipa inlet = pipa outlet bak pengendap awal
- kompartemen atas = 10 % volume
- kompartemen bawah = 20 % volume

b. Perhitungan Anaerob

1. Beban BOD dalam air limbah = Q X BOD masuk

   = 1000 m^3/hari x 600 g/m^3

   = 600.000 g/hari

   = 600 kg/hari

2. Jumlah BOD yang dihilangkan

   Removal BOD = 0,8 x 600 kg/hari

   = 480 kg/hari

3. Beban BOD pervolume = 3 kg/m^3/hari

4. Volume media yang diperlukan = $\frac{\text{Ô ì Ô Ô Û}}{\text{Ô ì Ô}}$

   = $\frac{\text{8<4 ie fpg}}{\text{7 ie k 7 fpg}}$

   = 160 m^3

5. Volume reactor

   Jika V media adalah 60 % dari total V reactor maka:

   V reactor = $\frac{544}{:4}$ x V media

   = $\frac{544}{:4}$ x 160 m^3

   = 266,6 m^3

6. Waktu tinggal dibutuhkan pada reactor

   Td = $\frac{\text{Z pcarmp}}{\text{Ô Ô Û}}$ x 24 jam/hari

   = $\frac{\text{6:: á k 7}}{\text{5444 k 7 fpg}}$ x 24 jam/hari

   = 6.3 jam (**memenuhi**)

7. Dimensi bak reactor Biofilter Anaerob

   Bak reactor biofilter menggunakan masing-masing 2 reaktor.

   H total reactor = 2,5 m

   V = p x l x h

	= l x l x h
266,6 m^3	= 2l x l x 2,5
266,6 m^3	= $2l^2$ x 2,5
53,3 m^3	= l^2
7,3 m	= lebar
Panjang	= 2 x lebar
	= 2 x 7.3 m
	= 14,6 m

8. kompartemen atas 10% = 2,5 m x 10%

   = 0,25 m

9. kompartemen bawah 20% = 2,5 x 20%

   = 0,5 m

10. Dimensi media biofilter anaerob

Panjang	= Panjang reactor
Lebar	= lebar reactor
Volume media	= p x l x h
160 m^3	= 14,6 m x 7,3 m x h
160 m^3	= 106,5 m^2 x h
1,5 m^3	= h
$H_{ruang\ lumpur}$	= 0,5 m
$H_{ruang\ lumpur}$	= 0,2 m

11. BOD loading per-volume media

BOD loading = [illegible]

= :44 ie fpg / 5:4 k 7

= 3,75 kg BOD/m^3/hari

Standar *high rate tricking filter* adalah 0,4 – 4,7 kg BOD/m^3/hari

(*Metcalf* & *Eddy*. *2004*)

Produksi Sludge

Beban COD yang diterima setiap unit

beban COD = Debit influent x konsentrasi influent COD

= 2000 m^3/hari x 0,85 kg/m^3

= 1700 kg/hari

Beban COD lumpur = Efisiensi penyisihan COD x beban COD

= 0,95 x 1700 kg/hari

= 1615 kg/hari

Volume lumpur bifoilter Anaerob 1

Volume lumpur = [illegible]

$= \frac{1615\ kg/hari}{0,04 \times 1.030\ kg/m^3}$

= 39,19 m^3/hari

Ukuran Pipa Outlet

A = Q/V

A = 0,023 m^3/detik : 0,3 m/detik

A = 0,07 m^2

D $= \sqrt{\frac{4 \times A}{3,14}}$

$= \sqrt{\frac{4 \times 0,07\ m^2}{3,14}}$

= 0,29 m

Jika media yang dipakai dan ada dipasaran mempunyai luas spesifik minimum 150 m^2/m^3 maka BOD loading per luas permukaan media adalah:

BOD loading per luas = [illegible]

= 7;94 e FSH k 7 fpg / 594 k 6 k 7

= 25 g BOD/m^2/hari

12. Removal BOD = BOD in x % Removal BOD

= 600 mg/l x 80%

= 480 mg/l

13. BOD out = 600 mg/l – 480 mg/l

= 120 mg/l

c. Pipa Outlet Menuju Bak Biofilter Aerob

1. Luas penampang pipa

A = Ê / Ï

= 4á4559 à / æ / 4á3 à æ

= 0,03 m^3

2. Diameter pipa outlet

D = § 8 Ñ º

= § 8 Ñ 4á47 k 7 / 7á58

= 0,2 m

= 200 mm

= 10.23 inch

3. Cek kecepatan pipa outlet

V cek = Ê / º

= 4á4559 à / æ / (- 0 ë ë ×·)

= 4á4559 à / æ / (- 0 ë 7á58 ë 4á6·)

= 0,36 m/s → **Range 0,3 ± 0,6 m/s memenuhi**

3. *Headloss Mayor* (Hf Mayor)

Hf mayor = (Ê / 4á6;<9 ë ¼ë ½· á2/ ;5á<9 x L

= (4á4559 à / æ / 4á6;<9 ë 554 ë 4á6· á2/ ;5á<9 x 2

= 2,3 x 10^{-3} m

4. *Headloss minor* (Hf Minor)

Hf minor = 2 elbow

= 1 gate valve

Hf minor = (á ë Þ ë é· / 6 ë Ú; + (á ë Þ ë é· / 6 ë Ú;

= (5 ë 4á5= ë 4á3· / 6 ë =á<5; + (6 ë 4á=9 ë 4á3· / 6 ë =á<5;

= 0,0015 + 0,015

= 0,0165 m

5. Headloss total

Hf total = *Hf Mayor* + *Hf Minor*

= 0,0023 m + 0,0165 m

= 0,0188 m

d. Data Perencanaan Biofilter Aerob

- Debit perancaan = 2000 m^3/hari
- Dibagi 2 bak menjadi = 1000 m^3/hari
- BOD masuk = 120 mg/L
- Efisiensi pengolahan = 80 %
- BOD keluar = 24 mg/L (dibawah Baku Mutu 75 mg/L)
- Beban BOD digunakan = 3 kg BOD/m^3.hari

e. Perhitungan Biofilter Aerob

1. Beban BOD dalam air limbah

Beban BOD = Q x BOD masuk

= 1000 m^3/hari x 120 g/m^3

= 120.000 g/hari

= 120 kg/hari

2. Jumlah BOD yang dihilangkan

Removal BOD = 0,8 x 120 kg

= 96 kg/hari

3 Beban BOD pervolume = 3 kg/m^3/hari

4 Volume media yang diperlukan

V media = [illegible]

$= \frac{564\ ie\ \ fpg}{7\ ie\ \ k\ 7\ \ fpg}$

= 40 m^3

1. Volume reactor

Jika V media adalah 50 % dari total V reactor, maka :

V reactor $= \frac{544}{94}$ x 40 m^3

= 80 m^3

1. Waktu tinggal dibutuhkan pada reactor

Td $= \frac{\text{Z pcirmp}}{\text{bc`gr jgk`f}}$ x 24 jam/hari

$= \frac{\text{<4 k 7}}{\text{5444 k7 fpg}}$ x 24 jam/hari

= 1,9 jam = 2 jam

2. Dimensi Bak Reaktor Biofilter Aerob

   Bak reaktor biofilter Aerob dibekan menjadi 3 ruang yaitu ruang pipa aerasi, bed media, dan ruang sisa lumpur sedangkan untuk aerasi penggunaan diffuser diletakan pada bagian bawah reaktor biofilter tanpa menambahkan ruang khusus. Maka:

H total reactor	= 2,5 m
Panjang	= 7,3 m
Lebar	= 7,3
Volume reactor	= p x l x h
80 m^3	= p x 7,3 m x 2,5 m
80 m^3	= 18,2 p
4,3 m^3	= p
Lebar	= 7,3 m
Panjang	= 4,3 m
H total reactor	= 2,5 m

3. Maka, dimensi dari masing-masing ruang adalah sebagai berikut:

- Ruang Aerasi:

Panjang	= 2,7 m
Lebar	= 7,3 m
H	= 2,5 m
L *baffle*	= 20 cm

- Ruang Bed Media:

  Panjang = 6 m

  Lebar = 7,3 m

  H = 2,5 m

  L *baffle* = 20 cm

4. Dimensi media biofilter aerob

   Panjang = Panjang raektor

   Lebar = Lebar reactor

   V media = p x l x h

   80 m^3 = 8,7 m x 7,3 m x h

   80 m^3 = 63,5 m^2 x h

   1,25 m^3 = h

   $H_{ruang\ lumpur}$ = 0,5 m

   $H_{ruang\ lumpur}$ = 0,2 m

5. Kebutuhan Oksigen

   Kebutuhan oksigen di dalam reaktor biofilter aerob sebanding dengan jumlah oksigen yang dihilangkan *(Nusa Idaman Said. 2018)*. Sehingga kebutuhan teoritis sama dengan Jumlah BOD yang dihilangkan yaitu 480kg/hari.

b. Faktor Keamanan ditetapkan ± 2

   (Perencanaan dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Biofilter Anaerob ± aerob. Nusa Idaman Said & Wahyu Hidayat. 2018)

c. Kebutuhan Oksigen = 2 x 480 kg/hari

   = 960 kg/hari

d. Temperature udara rata-rata = 28 ^oC

e. Berat udara pada suhu 28 ^oC = 1,1725 kg/m^3

f. Diasumsikan jumlah oksigen didalam udara adalah 23,2 %

g. Jumlah kebutuhan udara teorotis

[illegible]

$= \frac{\text{xr ‰ ẞ}}{\text{s ásytw ‰• u ë 4á76 È6áÚ 6} \quad 7\text{-}}$

= 829 m^3/hari

h. Kebutuhan udara actual

Jika efisiensi diffuser 2,5 % maka:

$= \frac{\text{zt\{ k 7 fpg}}{\text{4á469}}$

= 33160 m^3/hari

= 23 m^3/menit

= 23000 liter/menit

i. Cek ratio volume udara/Volume air limbah

Cek Ratio $= \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}}$

$= \frac{\text{67 k 7 kclgr}}{\text{5á48 à 6 [illegible]}}$

= 22,6

j. Ratio F/M

MLSS yang digunakan adalah MLSS dengan range 2000 – 6000 mg/liter.

Volume reactor total = 707 m^3

F/M $= \frac{\text{Ê ë :Ì 4? Ì ;}}{\text{[illegible] ë Ï}}$

$= \frac{\text{5444 à 7 ÛÛ ë :4á4= Ú à / ;}}{\text{6 Ú à / ë 86: á k 7}}$

= 0,12 kg/BOD$_5$

(**Memenuhi, Range 0,1 ± 0,3 Kg BOD/Kg MLSS.hari)**

Nilai F/M menyatakan perbandingan makanan terhadap mikoroorganisme yang terdapat dalam bioreaktor. Nilai yang disarankan untuk pengolahan air limbah adalah 0,1 – 0,3 Kg BOD/Kg MLSS.hari *(Nathanson, 1986).* Hasil perhitungan untuk rasio F/M yang didapatkan pada penelitian ini menunjukan bahwa rentang nilai F/M sebesar 0,12 Kg BOD$_5$ telah sesuai dan tidak melebihi rentang yang ditentukan. Hasil perhitungan rasio F/M menunjukan jumlah food memiliki jumlah cukup, yang menandakan reaktor tidak kekurangan bakteri pendegradasi sehingga pengolahan dikatakann optimal.

k. Massa lumpur aktif (Px)

Dengan data:

Y = Koefisien Yield

= 0,3 x 1,0 kgTSS/kgBOD

(*Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse 3, halaman 897*)

ɣ = 1,000 – 1,04 kg/ m^3

Csludge = 1 – 2 %

BOD removal = Q x (So – Se)

= 1000 m^3/hari x (0.118 kgBOD/m^3 - 0.0314 kgBOD/m^3)

= 86,6 kgBOD/hari

Px = Y x BOD removal

= 0,8 kgTSS/kgBOD x 86,6 kgBOD/hari

= 69,2 kgTSS/hari

Debit lumpur (QW)

QW = É / ¤ x Csludge

= := á6 ieXWW fpg / 5á46 a] / POO k7

= 67,8 m^3/hari

l. Dimensi bak pengendap akhir lumpur biofilter

Debit Limbah = 1000 m^3/hari

= 41.6 m^3

Waktu tinggal = 3 jam

Perhitungan:

2. Volume bak = Q x td

   = 41.6m^3 x 3 jam

   = 124,8 m^3

3. Dimensi bak pengendap akhir

   H reactor = 2,5 m

   L reactor = 7,3 m

   V = 2p x l x h

   124,8 m^3 = 2p x 7,3 m x 2,5 m

   3,4 = p

   Jadi, L reactor = 7,3 m

   H reactor = 2,5 m

   Panjang reactor = 5,4 m

4. Beban permukaan rata-rata

   $= \frac{\text{568 ấ k 7}}{\text{ßë Û}}$

   $= \frac{\text{568 ấ k 7}}{\text{=ấ6 k ë 6ấ9 à}}$

   = 5,4 m^3/m^2/hari

m. Blower udara yang diperlukan adalah dengan spesifikasi :

Merk = ANLET

Jenis = Root Blower

Kapasitas blower = Anlet BE – H (8 Inch)

Tekanan = 10 kPa – 80 kPa

Power motor = 9,1 kW – 65,9 kW

Jumlah blower = 2 (operasi bergantian)

n. Kebutuhan diffuser

Total transfer udara = 8600 liter/menit

Diffuser udara menggunakan Diffuser Cylinder Ecorator dengan spesifikasi sebagai berikut:

Jenis	= Diffuser Cylinder Ecorator
Merk	= SEIKA
Tipe	= SEIKA ECO 1000
Size	= 3 inch = 7,62 cm
Material	= SUS & Polypropylene
Flowrate	= 700 liter/menit

Jumlah diffuser yang diperluan:

$$= \frac{\text{<:44 jgrcp kclgr}}{\text{;44 jgrcp kclgr}}$$

= 12,2 buah

= 12 buah

o. Media Pembiakan Mikroba

Media biofilter yang digunakan adalah media dari bahan plastik yang ringan, tahan lama, mempunyai luas spesifik yang besar, ringan serta mempunyai volume rongga yang besar sehingga resiko kebuntuan media sangat kecil.

Spesifikasi media biofilter yang digunakan adalah:

Material	= PVC Sheet
Ukuran modul	= 30 cm x 30 cm x 30 cm (ukuran dapat disesuaikan)
Ketebalan	= 0,15 – 0,23 mm
Luas kontak spesifik	= 150 m^2/m^3
Diameter lubang	= 3 cm x 3 cm
Warna	= hitam
Berat spesifik	= 30 – 35 kg/m^3
Porositas rongga	= 0,98

q. Spesifikasi pompa sirkulasi

Merk	= Taizhou Bluesea Water Pump
Jenis	= Submersible Slurry Series Pump
Type	= 3 phase 380 415 V – 50 Hz
	= 6SP46/03-5.5
Kapasitas	= 60 m^3/jam
Head	= 15 m
Motor Power	= 5.5 Kw / 7.5 HP

■ **BS Type SPECIFICATION**

Hz	Type	Motor				Bore		Max. Continuous Duty Point				Maximum Discharge		Noise	L x W x H	Weight
								Discharge		Suction						
		HP	KW	PH	V	inch	mm	mmAq	m/min	mmAq	m/min	mmAq	m/min	dB	mm	kg
50	BS-0212	1/4	0.2	1	220	1"	25	450	0.14	450	0.09	500	0.76	52	220x200x215	7
	BS-0512	1/2	0.37	1	220	1-1/4"	32	1000	0.13	800	0.02	1100	1.4	61	253x250x250	12
	BS-0532			3	220~440											
	BS-112	1	0.75	1	220	1-1/2"	40	1400	0.15	1200	0.1	1500	2.3	68	290x290x310	17
	BS-132			3	220~440											
	BS-212	2	1.5	1	220	2"	50	2250	0.14	1750	0.38	2250	3.5	75	340x340x350	27
	BS-232			3	220~440											
	BS-332	3	2.2	3	220~440	2"	50	2750	0.25	2250	0.37	3000	5.5	75	345x390x425	35
	BS-532	5	3.7	3	220~440	2"	50	3000	0.13	2250	0.37	3000	5.5	75	385x390x425	36
	BS-732	7-1/2	5.5	3	220~440	2-1/2"	65	1500	5.64	1750	3.72	3450	9	76	490x470x505	76
	BS-1032	10	7.5	3	220~440	2-1/2"	65	2750	3.51	2500	1.66	3450	9	76	490x470x505	76
	BS-1532	15	11	3	220~440	4"	100	1800	19.14	2200	6.38	3600	14	82	730x550x575	123
60	BS-0212	1/4	0.2	1	220	1"	25	650	0.07	600	0.06	700	0.9	55	220x200x215	7
	BS-0512	1/2	0.37	1	220	1-1/4"	32	1200	0.14	1100	0.02	1400	1.5	63	253x250x250	12
	BS-0532			3	220~440											
	BS-112	1	0.75	1	220	1-1/2"	40	1600	0.43	1600	0.12	2050	2.7	69	290x290x310	17
	BS-132			3	220~440											
	BS-212	2	1.5	1	220	2"	50	2000	0.64	1750	1.01	3000	4	78	340x340x350	27
	BS-232			3	220~440											
	BS-332	3	2.2	3	220~440	2"	50	2250	2.4	2000	2.09	4000	6	80	345x390x425	35
	BS-532	5	3.7	3	220~440	2"	50	2500	2.36	2250	1.54	4000	6	80	385x390x425	36
	BS-732	7-1/2	5.5	3	220~440	2-1/2"	65	2250	6.67	2550	4.74	4750	10.5	86	490x470x505	76
	BS-1032	10	7.5	3	220~440	2-1/2"	65	3000	4.89	3250	17.33	4750	10.5	86	490x470x505	76
	BS-1532	15	11	3	220~440	4"	100	2200	9.65	2600	8.63	4800	17	87	730x550x575	123

Pipa Outlet Biofilter Anaerob-Aerob

Outlet biofilter anaerob-aerob menggunakan saluran tertutup atau pipa dan menggunakan sistem gravitasi dalam pengalirannya menuju ke bangunan selanjutnya yaitu *Belt Filter Press*.

a. Luas Penampang Pipa A $= \frac{Q}{v}$

$= \frac{0,0115\ m^3/s}{0,4\ m/s}$

$= 0,028\ m^3$

b. Diameter Pipa Outlet D $= \sqrt{\frac{4 \times A}{3,14}}$

$= \sqrt{\frac{4 \times 0,028\ m^2}{3,14}}$

$= 0,18$ m = 180 mm

= 10 inch

c. Cek kecepatan pipa outlet V $= \frac{Q}{A}$

$= \frac{Q}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2}$

$= \frac{0,0115\ m^3/s}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,18^2}$

= 0,45 m/s → **Memenuhi, range 0,3 -0,6 m/s**

d. *Headloss Mayor* (Hf Mayor)

Hf mayor $= \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}}\right)^{1,85} \times L$

$= \left(\frac{0,0115\ m^3/s}{0,2785 \times 110 \times 0,18^{2,63}}\right)^{1,85} \times 2$

$= 3,8 \times 10^{-3}$ m

e. *Headloss Minor* (Hf Minor)

Hf minor = 2 elbow

= 1 *gate valve*

Hf minor $= (\frac{\text{á ë Þ ë é·}}{\text{6 ë Ú}}; + (\frac{\text{á ë Þ ë é·}}{\text{6 ë Ú}};$

$= (\frac{\text{5 ë 4ä5= ë 4á8·}}{\text{6 ë =á<5}}; + (\frac{\text{6 ë 4ä,9 ë 4á8·}}{\text{6 ë =á<5}};$

= 0,0015 m + 0,012 m

= 0,0135 m

f. Headloss Total = Hf mayor + hf minor

= 0,0023 m + 0,0135 m

= 0,0158 m

Resume Bangunan Biofilter Anaerob-Aerob

Unit Biofilter Anaerob

Menggunakan 1 reaktor dengan 2 ruang, spesifikasi masing-masing ruang:

Panjang = 7,3 m

Panjang total = 14,6 m

Lebar = 7,3 m

Kedalaman = 0,2 m

Spesifikasi Media Pembiakan Biofilter

Panjang = 7,3 m

Panjang total = 14,6 m

Lebar = 7,3 m

Kedalaman =2,5 m

ɵ Pipa outlet = 0,2 m

Unit Biofilter Aerob

Panjang	= 6 m
Panjang total	= 7,3 m
Lebar	= 7,3 m
Kedalaman	= 2,5 m

Ruang aerasi

Panjang	= 2,7 m
Lebar	= 7,3 m
Kedalaman	= 2,5 m
L *Baffle*	= 20 cm

Ruang bed media

Panjang	= 6 m
Lebar	= 7,3 m
Kedalaman	= 2,5 m
L *Baffle*	= 20 cm

Ruang Lumpur Sisa:

Panjang	= 3,4 m
Lebar	= 7,3 m
Kedalaman	= 2,5 m

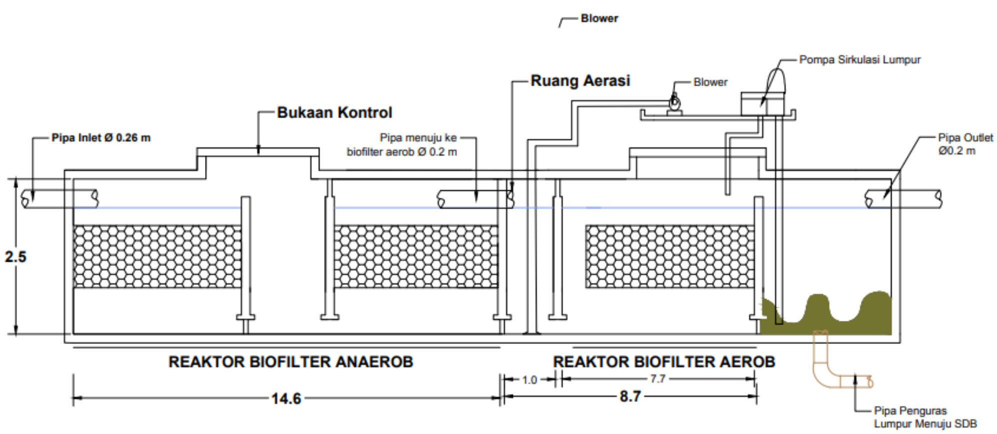
Spesifikasi Media Pembiakan

Panjang	= 9,2 m
Lebar	= 7 m
Kedalaman media	= 1,25 m
ɵ Pipa outlet	= 0.2 m

Spesifikasi Media Pembiakan

Panjang	= 4,6 m
Panjang total	= 9,2
Lebar	= 6 m
Kedalaman media	= 1,5 m
ɵ Pipa outlet	= 0,2 m

Sketsa Unit Bangunan Biofilter Anaerob-Aerob :



7. Bak Pengendap II (Clarifier)

1. **<u>Kriteria Perencanaan</u>**

   <u>Zona Settling</u>

a. Bangunan berbentuk circular
b. Kedalaman (H) = 10 – 15 ft = 3 – 4,6 m
c. Diameter (D) = 10 – 200 ft = 3 – 61 m
d. Slope dasar = ¾ - 2 in/ft = 62,5 – 167 mm/min
e. Fligh travel speed = 0,02 – 0,05 m/min
f. Waktu detensi (td) = 1,5 – 2,5 jam
g. Over rate flow = 600 – 800 gal/ft^2 .hari = 24,42 – 32,156 m^3 /m^2 .hari
h. Peak rate flow = 1200-1700 gal/ft^2 .hari = 48,84 – 69,19 m^3 /m^2 .hari
i. Diameter inlet well = 15 – 20%. D bak
j. Weir loading = 124 – 496 m

   (*Sumber :Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse, Third edition,199, page 396 - 402*)

k. Sg volatile solid = 1,3 gr/ cm^3
l. Sg fixed solid = 2,5 gr/ cm^3

   (*SumEHU6HG54DVLP³:733ODQQLQJHVLJQDQG2SHUDWLRQKDO 427*)

m. Viskositas kinematik (v) = 0,8039 x 10^{-6} m^2 /s
n. Viskositas dinamik (μ) = 0,8004 x 10^{-3} N s/m^2

   (*Sumber: Metcalf & Eddy, Waste Water Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition, hal 1742*)

o. Nfr = >10

   (*Sumber: SNI 6774 Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air 2008, hal 6*)

p. Bilangan Reynold (NRE) untuk Vs = < 1 (Laminer)

(*Sumber: Reynolds, Tom D. dan Paul A. Richards. 1996. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering 2nd edition, hal 224. Boston: PWS Publishing Company*)

Zona Sludge

a. Specific gravity solid (Si) = 1,25

b. Specific gravity sludge (Sg) = 1,005

(*Sumber: Metcalf & Eddy, Waste Water Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition, hal 1456*)

2. **Direncanakan**

a. Bak berbentuk circulair sebanyak 1 bak
b. Waktu detensi (td) = 2 jam = 7200 s
c. Suhu = 28ºC
d. Viskositas kinematik(ν) = 0,8039 x 10-6 m^2 /s
e. Viskositas dinamik (μ) = 0,8004 x 10-3 N s/m
f. Over rate flow = 40 m^3 /m^2 .hari
g. D inlet wall = 15% . D bak
h. Px = MLVSS = 1208,5 kgVSS/hari
i. NRe = <2000 (aliran laminar)
j. Kons. MLSS = 3500 mg/L
k. Kons. MLVSS = 3000 mg/L
l. Produksi lumpur (Px) = 347 kg SS/hari
m. Qr = 2073,6 m^3 /hari
= 0,024 m^3 /s

3. **<u>Perhitungan</u>**

Zona Settling

a. Qin pada BP II (clarifier)

Qin = Qo + Qr

Qin = 2000 m^3/hari+495 m^3/hari

Qin = 2495 m^3/hari

Qin = 0,028 m3/s

b. Luas Surface Area (A) = Ê / Ð Ù Ô

= 68=9 à 7 Û / 84à 7 à 6Û

= 62,4 m^2

c. Diameter (D) = § 8á

= § 8 ë :6 á8 à 6 / 7á58

= 8,9 ≈ 9 m (memenuhi, syaratnya 3-60 m)

Maka, r = 4,5 m

d. Diameter inlet wall (D') = 20% x diameter bak

= 20% x 9 m

= 1,8 m

e. Volume Bak Clarifier (V) = Q x td

= 0,028 m^3/s x 7200 s

= 201 m^3

f. Kedalaman Zona Settling (H settling)

V = A x H

201 m^3 = 62,4 m^2 x H

H = 3,2 m ≈ 3,5 m

g. Cek Td = Ï / Ê

= -0ë ë×· ë Á / Ê

= -0ë 7á58 ë =· ë7áÐ / 4á46< à 7 æ

= 7948,12 s = 2,2 jam

(memenuhi, kriteria 1,5-2,5 jam)

h. Kecepatan pengendapan (vs) = Á / ¢

= 7áÐ à / 6á6 ßÕ

= 1,6 m/jam = 0,00044 m/s

i. Diameter partikel = § áæ ë 5< ë é / Ú:áé ? 5;

= ¨ 4á44488 Ø/Þ ë 5< ë 4á444444<7=8 à 7 æ / =á<5 ë :5á449 ? 5;

= 0,00037 m

j. Cek bilangan Nre = æ äbn ätq / Á

= 5444 á=<Õ/Ø/ ë 4á4447; à ë 4á44488 à æ / 4á444<7:7 Räq k6

= 0,2 (memenuhi, Nre<1)

k. Kecepatan horizontal (vh) = Ugl / 6 H H þ H L

= 4á46< k7 q / 6v7 á58v8 áÐkv7 áÐk

= 0,00028 m/s

l. Jari-Jari Hidarulis (R) = þ H L / þ > : 6L ;

= 8áÐ k v 7áÐ k / 8áÐ k > : 6v7 áÐk ;

= 1,36 m

m. Cek bilngan Reynold (Nre) = tf H Ë / t

= 4á4446< v 5á7:k / 4á444444<7=8 Räq k6

= 453,65 (memenuhi, Nre<2000)

n. Cek bilangan Froude (Nfr) = tf / ¥ Ú H Û

= 4á4446< / ¾=á<5 ë 7á9

= 4,77 x 10^{-5} (memenuhi, Nfr>10^{-5})

o. Cek penggerusan/kecepatan scouring (vsc)

vsc = § <Þ :ê á ? 5; H Ú H ã / Ù

= § < H 4á4: :5á449 ? 5; H =á<5 H 4á4447; à / 4á47

= 0,017 m/detik

(memenuhi, tidak terjadi resuspensi, vsc > vs)

(memenuhi, tidak terjadi penggerusan, vsc > vh)

Zona Thickening

a. MLVSS dalam *Clarifier*

Asumsi % biological yang tetap berada dalam bak AS 30 %, maka :

$MLVSS_{AS}$ = 30 % H $MLVSS_{tot}$

= 30 % H 3000 mg/L

= 900 mg/L

MLVSS *Clarifier* = $MLVSS_{tot}$ – $MLVSS_{AS}$

= 3000 mg/L – 900 mg/L

= 2100 mg/L

b. Massa solid total *Clarifier*

$M_{SOLID\ TOT}$ = MLVSS *Clarifier* x V *Clarifier*

= 2100 mg/L x 201 m^3

= 422100 g N 422,1 kg

c. Kedalaman Zona Thickening

H $= \frac{\text{ÆÈ ĝ}}{\text{Ñ ë º}}$

$= \frac{866544\ \text{Ú}}{7444\ \text{Ø ë :6 à 6}}$

= 2 m

Zona Sludge

a. Total lumpur yang terkumpul (T_L)

T_L = P_x H waktu pengurasan

= 540 kg VSS/hari H 3 hari

= 1620 kg

b. Total berat lumpur pada bak (T_{LM})

T_{LM} = T_L + $M_{SOLID\ TOT}$

= 1620 kg + 422,1 kg

= 2042,1 kg N 2042 kg

c. Volume lumpur pada bak

V_L $= \frac{X_{Hc}}{\text{æ}}$

$= \frac{6486\ \text{ie}}{5444\ \text{á< Ú à}}$

= 2 m^3

d. Volume air

Vol air = 95 % H V_L

= 95 % H 2 m^3

= 1,9 m^3

e. Berat air = Volume air H berat jenis air

= 1,9 m^3 H 1780 kg/ m^3

= 3382 kg

f. Volume solid

Vol solid = 5 % H V_L

= 5 % H 2 m^3

= 0,1 m^3

g. Berat solid

Berat solid = Volume solid H berat jenis solid

= 0,1 m^3 H 1000,98 kg/ m^3

= 100 kg

h. Dimensi ruang lumpur

Direncanakan pengurasan dilakukan setiap 3 hari sekali dan ruang lumpur berbentuk kerucut terpancung, dengan asumsi sebagai berikut :

Diameter permukaan atas = diameter bak *settling*

= 9 m

Jari-jari permukaan atas (R) = 4,5 m

Diameter permukaan bawah = 3 m (asumsi)

Jari-jari permukaan bawah (r) = 1,5 m

Volume ruang lumpur = $\frac{5}{7}$ H è H H H (R^2 + r^2 + R H r)

3,5 m^3 = $\frac{5}{7}$ H uäsv H H H (4,5^2 + 1,5^2 + (4,5 H 1,5))

H = 0,15 m

i. Kedalaman total Clarifier

H_{tot} = H $_{Settling}$ + H $_{Thickening}$ + H $_{Sludge}$

= 3,5 m + 2 m + 0,15 m

= 5,65 m N 5,6 m **(memenuhi, kriteria 3,5 ± 6)**

j. Pompa Resirkulasi clarifier ke AS

1. Kriteria Perencanaan

- Hf pompa > Hs + Hf total
- Hs < Hf pompa
- Koefisien kekasaran pipa (C) = 130
- Koefisien kekasaran aksesoris pipa (k) :

Elbow 90° C = 0,75

Gate Valve = 0,19

Check Valve = 2,5

Tee = 0,50

(Sumber: Kawamura, S. 2000. *Intergrated Design and Operation of Water Treatment Facilities 2* nd, hal 159. New York: John Wiley and Sons, Inc)

2. Direncanakan

- Debit resirkulasi = 660 m3/hari = 27,5 m3/jam = 0,007 m3/s
- Kecepatan aliran pipa = 0,6 m/s
- L suction = 28 m
- L discharge = 2 m
- Aksesoris suction

  1 buah *check valve* ; k = 2,5

  3 buah *elbow* 90° ; k = 0,75

- Aksesoris discharge

  1 buah *elbow* 90° ; k = 0,75

- Koefisien kekasaran (C) = 130

3. Perhitungan

1) *Head* Pompa

Head Pompa = LSuction + LDischarge

= 28 m + 2 m

= 30 m

H statis = 1,5 m

tem	Model	Flow m³/h	Head m	Efficiency %	NPSHr m	Inlet X Outlet mm	Motor power kw	Cross Weight kg
		20	20	45				
18	IMD65-50-130F	*30	19	55	4.0	65×50	5.5	135
		35	17	56				
		20	35	40				
19	IMD65-50-165F	*30	33	54	4.0	65×50	7.5	145
		35	30	52				
		15	52	25				
20	IMD65-40-200F	*25	50	37	4.0	65×40	11	300 with base plate
		35	45	42				
		35	19	35				
21	IMD80-65-120F	*60	17	51	4.0	80×65	11	300 with base plate
		70	13	48				
		35	28	35				
22	IMD80-65-140F	*60	25	46	4.0	80×65	11	300 with base plate
		70	22	46				
		35	52	50				
23	IMD80-50-200F	*50	50	55	4.0	80×50	18.5	335含座 with base plate
		60	45	56				
		70	22	60				
24	IMD100-80-125F	*100	20	65	4.5	100×80	15	300 with base plate
		120	17	64				

Spesifikasi pompa

- Merk = ShuangBao Machinery Co., Ltd
- Model pompa = IMD80-50-200F
- Kec. Aliran = 50 m^3/h
- Head pump = 50 m
- Efisiensi pompa = 55%
- Diameter Inlet – Outlet = 80 mm dan 50 mm
- Motor Power = 18.5 Kw

Hf

a. Hf Mayor

- Hf Mayor Pipa Suction

Hf mayor = 54ą ë Åë Ê - á41 / ¼- á41 ë ½0á43

= 54ą ë 6< à ë 4á44: - á41 / 574 - á41 ë 4á4<0á43

= 0,6 m

- Hf Mayor Pipa Discharge

Hf mayor = 54á ë Åë Ê - á41 / ¼- á41 ë ½0á43

= 54á ë 6à ë 4á44: - á41 / 574 - á41 ë 4á49 0á43

= 0,4 m

Hf Mayor total = 0,6 m + 0,4 m = 1 m

- Hf Minor Pipa Suction (1 Check valve dan 3 buah elbow 90˚)

Hf Minor = Hf minor check valve + Hf minor elbow

Hf Minor = : á ë Ä ë Ï · / 6Ú ; + : á ë Ä ë Ï · / 6Ú ;

= : 5 ë 6á9 ë 4á · / 6ë =á<5 ; + : 7 ë 4á9 ë 4á · / 6 ë =á<5 ;

= 0,087 m

- Hf Minor Pipa Discharge (1 buah elbow 90˚)

Hf Minor = @ á ë Ä ë Ï · / 6Ú A

= : 5 ë 4á9 ë 4á · / 6ë =á<5 ;

= 0,013 m

Hf Minor Total = 0,087 m + 0,013 m = 0,1 m

Hf Total = H statis + Hf Mayor total + Hf Minor total

= 1,5 m + 1 m + 0,1 m

= 2,6 m

Syarat Head Pump ≥ Hf total

30 m ≥ 2,6 m (memenuhi)

Zona Outlet

- Panjang keliling *weir*

P = H diameter bak

= 3,14 H 9 m

= 28,26 m N 28 m

- Jumlah *V notch* setiap pelimpahan (weir) n = $\frac{\text{nlhle icjgjgle ucgp}}{\text{hpi lrp t lmraf}}$

= $\frac{\text{6< k}}{\text{4á9}}$

= 56 buah

- Debit *V notch*

Q $_{\text{V notch}}$ = $\frac{\text{Ŭ}}{\text{á}}$

= $\frac{\text{4á46< à / ğ}}{\text{9: `sf}}$

= 5 H 10^{-4} m^3/detik

- Tinggi pelimpah setelah melalui *V-notch*

Q $_{\text{V notch}}$ = $\frac{<}{59}$ H Cd H ¥ t H C x tan $\frac{\text{Ô}}{6}$ H $h^{2/5}$

5 H 10^{-4} m^3/detik = $\frac{<}{59}$ H 0,584 H ¾t H {áz s x tan $\frac{=4}{6}$ H $h^{2/5}$

h = 0,039 m

- Luas permukaan Saluran pelimpah (A pelimpah)

A sal pelimpah = $\frac{\text{Ŭ}}{\text{é}}$

= $\frac{\text{4á46< k / bcrgi}}{\text{4á7 k bcrgi}}$

= 0,093 m^2

- Dimensi saluran pelimpah

A = B H h

0,093 m^2 = 2h H h

h = 0,21 m N 0,2 m

Htot = H + (20% x H)

= 0,2 m + (20% x 0,2 m)

= 0,24 m N 0,25 m

B = 2 H h

= 0,5 m

- Diameter pipa outlet

A = Ê / é

= 4á46< à / ... / 4á à ...

$= 0,047\ m^2$

D = § 8 Hº

= § 8 H4á48; à · / 7á58

= 0,24 m

Digunakan pipa 10 inch rucika kelas D, untuk saluran pembuangan dan limbah.

RUCIKA STANDARD

KELAS D

Diameter		Tebal Dinding (mm)	Panjang (m)	Sistem Penyambungan
inch	mm			
1¼	42	1,30	4	SC
1½	48	1,30	4	SC
2	60	1,30	4	SC
2½	76	1,40	4	SC
3	89	1,60	4	SC
4	114	2,00	4	SC
5	140	2,60	4	SC
6	165	3,00	4	SC
8	216	4,20	4	SC
10	267	5,20	4	SC
12	318	6,20	4	SC

SC : *Solvent Cement* (Penyambungan dengan lem)

Vcek = Q/A

$= 0,023\ m^3/s\ /\ 0,038\ m^2$

= 0,6 m/s (Memenuhi, kriteria 0,6 – 1,5 m/s)

Hf mayor = 54á ë Åë Ê - á41 / ¼- á41 ë ½0á43

= 54á ë 9á69 ë 4á467 - á41 / 574 - á41 ë 4á6:; 0á43

= 0,9

Pompa Sludge dari Clarifier ke Sludge Drying Bed

Kriteria Perencanaan

- Hf pompa > Hs + Hf total
- Hs < Hf pompa
- Koefisien kekasaran pipa (C) = 130
- Koefisien kekasaran aksesoris pipa (k) :

  Elbow 90° C = 0,75

  Gate Valve = 0,19

  Check Valve = 2,5

  Tee = 0,50

(Sumber: Kawamura, S. 2000. *Intergrated Design and Operation of Water Treatment Facilities 2* nd, hal 159. New York: John Wiley and Sons, Inc)

Direncanakan

- Debit lumpur = 6,45 m3/hari = 0,27 m^3/jam = 0,00007 m^3/s
- Kecepatan aliran pipa = 0,6 m/s
- Diameter pipa = 0,267 m
- L suction = 8 m
- L discharge = 1 m
- Aksesoris suction

  3 buah *elbow* 90° ; k = 0,75
- Aksesoris discharge

  1 buah *check valve* ; k = 2,5
- Koefisien kekasaran (C) = 130

Perhitungan

1. Head Pompa

   Head Pompa = L suction + L discharge

   = 8 m + 1 m = 9 m

   H statis = 0,6 m

2. Hf

Hf Mayor

- Hf Mayor Pipa Suction

Hf mayor = $\frac{54á\ ë\ Åë\ Ê^{-á1}}{¼^{-á1}\ ë\ ½^{0á3}}$

= $\frac{54á\ ë\ <à\ ë\ 4á444;^{-á1}}{574^{-á1}\ ë\ 4á6:;^{0á3}}$

= 0,00013 m

Hf Mayor Pipa Discharge

Hf mayor = $\frac{54á\ ë\ Åë\ Ê^{-á1}}{¼^{-á1}\ ë\ ½^{0á3}}$

= $\frac{54á\ ë\ 5à\ ë\ 4á444;^{-á1}}{574^{-á1}\ ë\ 4á6:;^{0á3}}$

= 0,00001 m

Hf Mayor total = 0,00013 m + 0,00001 m = 0,00014 m

- Hf Minor Pipa Suction (3 buah elbow 90˚)

Hf Minor = $:\frac{á\ ë\ Ä\ ë\ Ï^{\cdot}}{6Ú};$

= $:\frac{7\ ë\ 4á9\ ë\ 4á^{\cdot}}{6\ ë\ =á5};$

= 0,04 m

- Hf Minor Pipa Discharge (1 buah check valve)

Hf Minor = $@\frac{á\ ë\ Ä\ ë\ Ï^{\cdot}}{6Ú}A$

= $:\frac{5\ ë\ 6á9\ ë\ 4á^{\cdot}}{6ë=á5};$

= 0,05 m

Hf Minor Total = 0,04 m + 0,05 m = 0,09 m

Hf Total = H statis + Hf Mayor total + Hf Minor total

= 0,6 m + 0,00014 m + 0,05 m

= 0,65014 m

Syarat Head Pump ≥ Hf total

9 m ≥ 0,65014 m (memenuhi)

Item	Model	Flow m^3/h	Head m	Efficiency %	NPSHr m	Inlet X Outlet mm	Motor power kw	Cross Weight kg
18	IMD65-50-130F	20 *30 35	20 19 17	45 55 56	4.0	65×50	5.5	135
19	IMD65-50-165F	20 *30 35	35 33 30	40 54 52	4.0	65×50	7.5	145
20	IMD65-40-200F	15 *25 35	52 50 45	25 37 42	4.0	65×40	11	300 with base plate
21	IMD80-65-120F	35 *60 70	19 17 13	35 51 48	4.0	80×65	11	300 with base plate
22	IMD80-65-140F	35 *60 70	28 25 22	35 46 46	4.0	80×65	11	300 with base plate
23	IMD80-50-200F	35 *50 60	52 50 45	50 55 56	4.0	80×50	18.5	335含座 with base plate
24	IMD100-80-125F	70 *100 120	22 20 17	60 65 64	4.5	100×80	15	300 with base plate

Spesifikasi pompa

- Merk = ShuangBao Machinery Co., Ltd
- Model pompa = IMD65-50-130F
- Kec. Aliran = 30 m3/h
- Head pump = 19 m
- Efisiensi pompa = 55%
- Diameter Inlet – Outlet = 65 mm dan 50 mm
- Motor Power = 5,5 kW

Resume Bangunan

Zona Settling

- Debit yang masuk = 0,028 m^3/hari
- Luas Surface Area (A) = 62,4 m^2
- Diameter bak = 9 m
- Diameter inlet wall (D') = 1,8 m
- Volume Bak = 201 m^3
- H settling = 3,5 m
- Cek Td = 2,2 jam
- Vs = 1,6 m/jam
- Dp = 0,00037 m
- Cek Nre = 0,2
- Vh = 0,00028 m/s
- Jari-Jari Hidraulis (R) = 1,36 m
- Cek Nre = 453,65
- Cek Nfr = 4,77 x 10^{-5}
- Vsc = 0,017 m/s

Zona Thickening

- H zona thickening = 2 m

Zona Sludge

- Volume lumpur pada bak = 2 m^3
- Dimensi ruang lumpur

  Diameter permukaan atas = diameter bak *settling*

  = 9 m

  Jari-jari permukaan atas (R) = 4,5 m

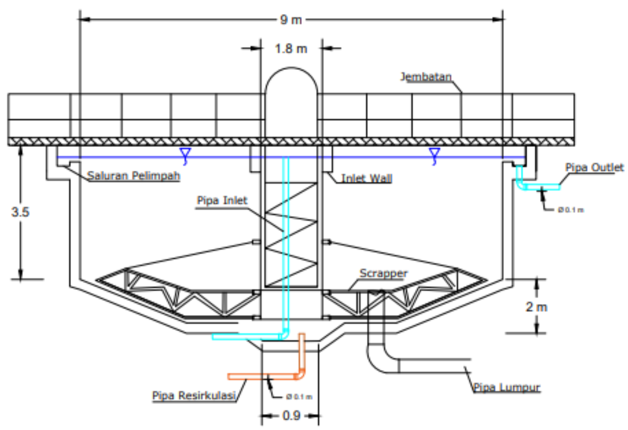
  Diameter permukaan bawah = 3 m (asumsi)

  Jari-jari permukaan bawah (r) = 1,5 m
- H sludge = 0,15 m

Zona Outlet

- Panjang weir = 28 m
- Jumlah v notch = 56 buah
- Debit v notch = 5 H 10^{-4} m^3/s
- Tinggi pelimpah melalui v notch = 0,039 m
- Diameter pipa = 0,267 m

Sketsa Unit Bangunan Bak Pengendap II (*Clarifier*) :



8. Sludge Drying Bed

Kriteria Perencanaan

- Waktu pengeringan = 10 – 15 hari
- Tebal sludge cake = 20 – 60 cm
- Media = - Tebal Pasir : 15 – 30 cm
  Tebal Kerikil : 30 – 60 cm
- Berat Air dalam cake (pi) = 60% - 70%
- Kadar Air (p) = 60% - 80%
- Kadar Solid = 20% - 40%
  (sumber: Qasim, hal. 492)
- Kecepatan pipa underdrain = 0,75 m/s
- Kemiringan = 1 %
  (Sumber: Metcalf & Eddy, 2004. *Waste Water Engineering Treatment & Reuse 4th Edition*, hal 1570 – 1572)

Data Perencanaan

1) Lumpur dari DAF
   - Jumlah 1 bak
   - Volume lumpur = 0,30425 m^3/hari
   - Berat lumpur = 540,7 kg/hari
   - Volume solid = 0,304 m^3/hari
   - Berat solid = 45,98 kg/hari
2) Lumpur dari bak pengendap I
   - Jumlah bak = 1
   - Volume lumpur = 3,15 m^3/hari
   - Berat lumpur = 3272,8 kg/hari
   - Volume solid = 0,05 m^3/hari
   - Berat solid = 95,3 kg/hari

3) Lumpur dari Biofilter Anaerob-Aerob

- jumlah bak = 2
- volume lumpur = 0,118 m^3/hari
- berat lumpur = 86,6 kg/hari
- volume solid = 0,0314 m^3/hari
- berat solid = 5,4 kg/hari

4) Lumpur dari bak pengendap II

- Jumlah bak ada 1 bak
- Volume lumpur = 1,896 m^3/hari
- Berat lumpur = 1897,89 kg/hari
- Volume solid = 0,086 m^3/hari
- Berat solid = 95,3 kg/hari

5) Volume total yang masuk dari DAF hingga bak pengendap II

Vol. Total = Vol lumpur DAF + Vol lumpur BP I + Vol lumpur biofilter anaerob-aerob + Vol BP II

= 0,30425 m^3/hari + 0,342 m^3/hari + 0,118 m^3/hari + 1,896 m^3/hari

= 2,66 m^3/hari

Berat lumpur = Berat lumpur DAF +berat lumpur BP I+berat lumpur biofilter + berat lumpur BP II

= 540,7 kg/hari + 3272,8 kg/hari + 86,6 kg/hari + 1897,89 kg/hari

= 5797, 9 kg/hari

Volume solid = Vol solid DAF + Vol solid BP I + Vol solid biofilter anaerob-aerob + vol solid BP II

= 0,046 m^3/hari + 0,05 m^3/hari + 0,0314 m^3/hari + 0,086 m^3/hari

= 0,21 m^3/hari

Berat solid = Berat solid DAF + Berat solid BP I + Berat solid biofilter anaerob-aerob + Berat solid BP II

= 45,98 kg/hari + 95,3 kg/hari + 5,4 kg/hari + 95,3 kg/hari

= 241,9 kg/hari

6) Tebal Pasir = 30 cm = 0,3 m
7) Tebal Kerikil = 15 cm = 0,15 m
8) Tebal Cake = 30 cm = 0,3 m
9) Waktu Pengeringan = 10 hari
10) Berat Air dalam Cake (*Pi*) = 60% Kadar
11) Kadar solid = 30%
12) Kadar air (P) = 75 %
13) L : B = 1 :3
14) Freeboard = 0,4 m
15) V = 0,4 m/dtk
16) Menggunakan 1 unit sludge drying bed dengan 6 bed

Perhitungan:

1. Volume influent = Q x waktu pengurasan

   = 2,66 m^3/hari x 10 hari

   = 26,6 m^3

2. Tebal media = tebal pasir + tebal kerikil

   = 0,15 m + 0,3 m

   = 0,45 m

3. Volume cake sludge (Vi)

   Vi = (ß äß :5? É;) / (5? Ê)

   = (tx áx (c / ß) :5? 4á9 ;) / (5? 4á9)

   = 19 m^3

4. Volume sludge drying bed (V)

   V = Vi

   = 19 m^3

5. Volume tiap bed (Vb)

   Vb = tg / (ßÕ ÛÕ)

   = (5= k7) / 7

   = 6,3 m^3

6. Dimensi bed

   A = Õ / (Á ÕÕ >Á ÕÕ)

   = (: á7 k 7) / (4á7 > 4á=)

   = 5,25 m^2

   A = L . B

   5,25 m^2 = 3B . B

   B = § (9á69 à 6) / 7

= 1,4 m

L = 3B

= 3 x 1,4 m

= 4,2 m

7. Volume air (Va) = Vol. solid – Vi

= 0,21 m^3/hari - 0,15 m^3

= 0,06 m^3/hari

= 6,9 x 10^{-6} m^3/detik

= Ð Ð ? Ü / Ã Ð

= 6: á c / Wh ? 5= à 7 / 7

= 2,5 m^3

8. Kedalaman underdrain

Hu = Ô / ã ë ß

= 6á9 k 7 / 8á6 ë 5á8

= 0,43 m

9. Diameter pipa underdrain (D)

D = § 8 Ñ Ô / 7á58 ë é

= § 8 Ñ : á= v 54 ? : k 7 bcrgi / 7á58 ë 4á45 à ę

= 0,03

10. H total = h media + Fb + H cake

= 0,45 m + 0,4 m + 0,03 m

= 0,8 m

11. Perhitungan pipa

a. Pipa inlet = pipa outlet bak pengendap II

= 0,1 m

Q limbah = 2000 m^3/hari

= 0,023 m^3/detik

V = 0,4 m/detik

D pipa outlet = $\sqrt{\frac{1 \times Q}{3,14 \times v}}$

= $\sqrt{\frac{1 \times 0,023\ m^3/s}{3,14 \times 0,4\ m/s}}$

= 0,13 m

= 130 mm

b. Pompa lumpur

Model and parameter

Table 1: Light duty: 2P Motor Speed=2900RPM Design pressure: 1.6 MPa "*"Standard data

Item	Model	Flow (m3/h)	Head (m)	Efficiency (%)	NPSHa (m)	Inlet x outlet (mm)	Motor Power (KW)	Pump and motor weight (kg)
1	UHB-ZK40/10-20	5 *10 12	22 20 18	18 28 30	3.00	40*32	3.00	100.00
2	UHB-ZK40/10-30	5 *10 12	32 30 27	18 36 30	3.00	40*32	4.00	105.00
3	UHB-ZK50/20-20	12 *20 25	22 20 17	30 37 40	3.00	50*40	4.00	130.00
4	UHB-ZK50/20-30	12 *20 25	32 30 28	30 36.5 40	3.00	50*40	5.50	150.00
5	UHB-ZK65/30-20	20 *30 35	13 20 18	34 36 40	3.50	65*50	5.50	150.00
6	UHB-ZK65/30-30	20 *30 35	32 30 18	34 37 40	3.50	65*50	7.50	150.00
7	UHB-ZK65/30-50	20 *30 35	52 50 47	30 35.5 38	3.50	65*50	15.00	280.00

Dengan Q lumpur dari bak pengendap II = 2,66 m^3/hari. 0,11 m^3/jam maka diperoleh spesifikasi pompa sebagai berikut:

Merk pompa = UHB-ZK Slurry Pump

Tipe pompa = UHB-ZK 40/10-20

Motor pompa = 3 kw

Diameter pipa outlet = 130 mm

Head pump = 22 m

L suction = 60 m

L discharge = 4 m

N elbow = 3

- Headloss mayor

  Hf suction

  Hf = ($\frac{\text{Ê}}{\text{4á6;<8 ë ¼ë ½· á2/}}$;^{1,85} x L

  = ($\frac{\text{4á44447 à 7 ḝ}}{\text{4á6;<8 ë 574 ë 4á57· á2/}}$;^{1,85} x 60

  = 0,000007 m

  Hf discharge

  Hf = ($\frac{\text{Ê}}{\text{4á6;<8 ë ¼ë ½· á2/}}$;^{1,85} x L

  = ($\frac{\text{4á444447 à 7 ḝ}}{\text{4á6;<8 ë 574 ë 4á57· á2/}}$;^{1,85} x 4

  = 0,0000004 m

- Headloss minor

  K elbow (90^o screwed ends) = 0,75

  Hf = n x k x $\frac{\text{é·}}{\text{6Ú}}$

  = 3 x 0,75 x $\frac{\text{4á5·}}{\text{6 ë =á<5}}$

  = 0,0011 m

- Hf total= hf mayor + hf minor

  = 0,00000074 m + 0,0011 m

  = 0,0011 m

- Head pump ≥ hf total

  = 22 m ≥ 0,0761 m

c. Pompa minyak dan lemak

Model and parameter

Table 1: Light duty: 2P Motor Speed=2900RPM Design pressure: 1.6 MPa "*"Standard data

Item	Model	Flow (m3/h)	Head (m)	Efficiency (%)	NPSHa (m)	Inlet x outlet (mm)	Motor Power (KW)	Pump and motor weight (kg)
1	UHB-ZK40/10-20	5 *10 12	22 20 18	18 28 30	3.00	40*32	3.00	100.00
2	UHB-ZK40/10-30	5 *10 12	32 30 27	18 36 30	3.00	40*32	4.00	105.00
3	UHB-ZK50/20-20	12 *20 25	22 20 17	30 37 40	3.00	50*40	4.00	130.00
4	UHB-ZK50/20-30	12 *20 25	32 30 28	30 36.5 40	3.00	50*40	5.50	150.00
5	UHB-ZK65/30-20	20 *30 35	13 20 18	34 36 40	3.50	65*50	5.50	150.00
6	UHB-ZK65/30-30	20 *30 35	32 30 18	34 37 40	3.50	65*50	7.50	150.00
7	UHB-ZK65/30-50	20 *30 35	52 50 47	30 35.5 38	3.50	65*50	15.00	280.00

Dengan Q minyak dari DAF = 0,00025 m^3/hari. 0,00014m^3/jam. Maka di peroleh spesifikasi pompa sebagai berikut:

Merk pompa = UHB-ZK Slurry Pump

Tipe pompa = UHB-ZK 40/10-20

Motor pompa = 3 kw

Diameter pipa outlet = 130 mm

Head pump = 22 m

L suction = 77,98 m

L discharge = 5,91 m

N elbow = 2

- Headloss mayor

Hf suction

Hf = (Ê / 4ā6;<8 ë ¼ë ½· ā2/ ;^{1,85} x L

= (4á444448 / 4ā6;<8 ë 574 ë 4ā57· ā2/ ;^{1,85} x 77,98

= 0,0000003 m

Hf discharge

Hf = (Ê / 4ā6;<8 ë ¼ë ½· ā2/ ;^{1,85} x L

= (4á444448 / 4á6;<8 ë 574 ë 4á57· â2/ ;^{1,85} x 5,91

= 0,000001

- Headloss minor

  K elbow (90^{o} screwed ends) = 0,75

  Hf = n x k x é· / 6Ú

  = 2 x 0,75 x 4á7· / 6 ë =á<5

  = 0,0068 m

- Hf total = hf mayor + hf minor

  = 0,000004 + 0,0068 m

  = 0,0068 m

- Head pump ≥ hf total

  = 22 ≥ 0,0068 m

Resume Bangunan Sludge Drying Bed:

1. Panjang bak = 4,2 m
2. Lebar bak = 1,4 m
3. H bak = 1,6 m
4. Jumlah bed = 3 bed
5. Tebal pasir = 0,3 m
6. Tebal kerikil = 0,6 m
7. Tebal cake = 0,3 m
8. Pipa underdrain = 0,03 m

Sketsa Bangunan Sludge Drying Bed: