BAB V

DETAIL ENGINEERING DESIGN UNIT PENGOLAHAN

5.1 Saluran Pembawa (Terbuka)

<u>Kriteria Perencanaan:</u>

- Kecepatan aliran (v) = 0,3 m/detik – 0,6 m/detik

  (Sumber: Metchalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment & Reuse, Fourth Edition, hal 316)
- Freeboard = 5% – 30%

  (Sumber: Chow, Ven Te. 1959. Open Channel Hydraulics, hal 159. New York, USA: Mc. Graw-Hill Book company, In
- Koefisien manning saluran beton (n) = 0,013

  (Sumber: Chow, Ven Te. 1959. Open Channel Hydraulics, hal 111. New York, USA: Mc. Graw-Hill Book company, Inc)

Tabel 5. 1 Nilai Koefisien Kekasaran Manning Tergantung Jenis Saluran

Bahan Batas	**n Manning**
Kayu yang diketam (diserut)	0,012
Kayu yang tidak diserut	0,012
Beton yang dihaluskan	0,013
Beton yang tidak dihaluskan	0,014
Besi tuang	0,015
Bata	0,016
Baja yang dikeling	0,018
Logam bergelombang	0,022
Batu – batu	0,025
Tanah	0,025
Tanah dengan batu-batu atau rerumputan	0,035
Kerikil	0,029

Sumber: Bambang Triadmodjo, 2008, Hidraulika II

Desain Perencanaan:

- Jumlah saluran pembawa (Σ) = 1 buah bentuk rectangular
- Debit air limbah (Q) = 1400 m^3/hari = 0,016 m^3/detik
- Kecepatan aliran (v) = 0,4 m/detik
- Free board (Fb) = 20% dari tinggi saluran
- Koefisien manning (n) = 0,013
- Kemiringan/slope maksimal (smax) = 1x10 m^{-3} m/m = 0,001 m/m
- Panjang saluran (L) = 2 m
- Lebar saluran (B) = B : 2H

Perhitungan:

- Luas Permukaan (A)

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

$$A = \frac{0{,}016\ m^3/detik}{0{,}4\ m/detik}$$

$$A = 0{,}04\ m^2$$

- Dimensi Saluran

Asumsi perbandingan B = 2H

$$A = B \times H$$

$$0{,}04\ m^2 = 2H \times H$$

$$H^2 = 0{,}02\ m^2$$

$$H = \sqrt{0{,}02\ m^2}$$

$$H = 0{,}14\ m$$

$$H_{total} = H + H_{freeboard}$$

$$H_{total} = H + (20\% \times H)$$

$$H_{total} = 0{,}14\ m + (20\% \times 0{,}14\ m)$$

$$H_{total} = 0{,}168\ m =$$

$$B = 2 \times H$$

B = 2 x 0,14 m

B = 0,28 m

- Diameter Pipa (D)

$$D = \left(\frac{4\ x\ A}{\pi}\right)^{0,5}$$

$$D = \left(\frac{4\ x\ 0,04\ m^2}{3,14}\right)^{0,5}$$

D = 0,22 m = 220 mm = 8,67 inchi

- Cek Kecepatan (v)

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

$$V_{cek} = \frac{Q}{B\ x\ H}$$

$$V_{cek} = \frac{0,016\ m^3/detik}{0,28\ m\ x\ 0,14\ m}$$

V_{cek} = 0,4 m/detik (Memenuhi, sesuai range 0,3 – 0,6 m/detik)

- Slope Saluran

Diketahui jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{B\ x\ H}{B+2H}$$

$$R = \frac{0,28\ m\ x\ 0,14\ m}{0,28\ m+(2\ x\ 0,14\ m)}$$

R = 0,07 m

Slope (s)

$$s = \left[\frac{v\ x\ n}{R^{\frac{2}{3}}}\right]^2$$

$$s = \left[\frac{0,4\ m/detik\ x\ 0,013}{0,07\ m^{\frac{2}{3}}}\right]^2$$

s = 0,0009 m/m (Memenuhi, s < 0,001 m/m)

- Headloss Saluran (Hf)

  Hf = Slope x Panjang

  Hf = 0,0009 m/m x 2 m

  Hf = 0,0018 m

<u>Resume Bangunan Saluran Pembawa:</u>

- Debit air limbah (Q) = 0,016 m^3/detik
- Kecepatan saluran (v) = 0,4 m/detik
- Luas Permukaan (A) = 0,04 m^2
- Panjang saluran (L) = 2 m
- Lebar saluran (B) = 0,28 m
- Tinggi saluran (H) = 0,14 m
- Tinggi total (H_{total}) = 0,168 m
- Diameter pipa (D) = 220 mm = 8,67 inchi
- Slope saluran(s) = 0,0009 m/m
- Headloss saluran (Hf) = 0,0018 m

5.2 Screening

<u>Kriteria Perencanaan:</u>

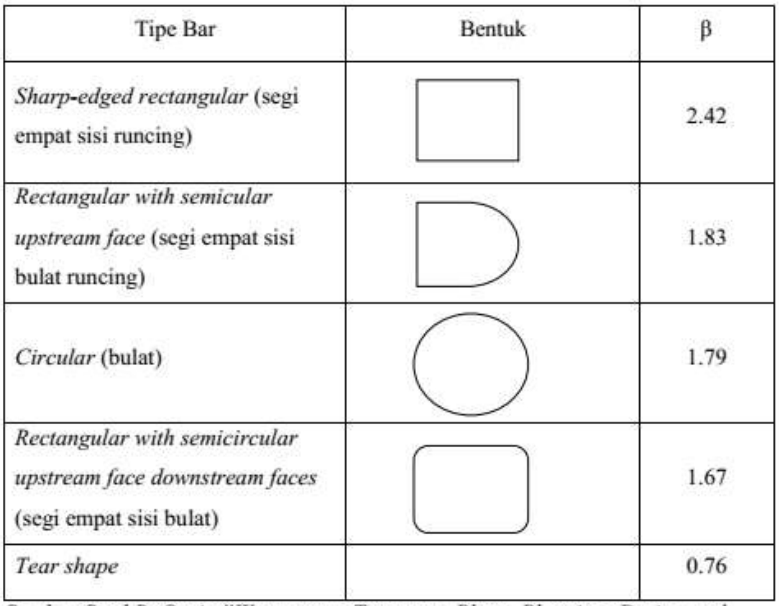
- Debit air limbah (Q) = 0,016 m^3/detik
- Kecepatan (v) = 0,3 – 0,6 m/detik
- Dimensi kisi screen manual:
  - Lebar kisi (d) = 5 – 15 mm
  - Jarak antar kisi (r) = 25 – 50 mm
  - Kedalaman (h) = 25 – 38 mm
  - Slope saluran manual (θ) = (30˚ – 45˚)
  - Headloss maksimum (Hf) = 150 mm

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

- *Freeboard* (Fb) = 5% – 30% kedalaman

  (Sumber: Ven Te Chow, Ph.D. 1959. Open-Channel Hydraulics, hal 159. New York: McGraw-Hill Book company, Inc)
- Faktor Kischmer (β) rectangular = 2,42

  Sumber: Qasim, 2000
- Lebar bar screen (Ws) = Lebar saluran pembawa
- Tinggi bar screen (H) = Tinggi saluran pembawa
- Head Loss (H_f) maks = 150 mm
- Tipe bar (β) = Sharp-edged rectangular



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
Tear shape		0.76

Sumber:Syed R. Qasim"Wastewater Treatment Plans, Planning, Design and Operation 1985", hal.161

Gambar 5. 1 Tipe Bar

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Debit (Q) = 0,016 m^3/detik
- Lebar kisi (d) = 5 mm = 0,005 m
- Jarak antar kisi (r) = 25 mm = 0,025 m
- Slope saluran (θ) = 45˚
- Lebar bar screen (Ws) = 0,28 m
- Tinggi saluran = 0,14 m

Perhitungan:

- Jumlah kisi (n)

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

  0,28 m = n x 0,005 m + (n+1) x 0,025 m

  0,28 m = 0,005n + 0,025n + 0,025

  0,28 – 0,025 = 0,03n

  0,255 = 0,03n

  n = 8,5

  n = 9 buah

- Lebar bukaan kisi (Wc)

  Wc = Ws – (n x d)

  Wc = 0,28 m – (9 x 0,005m)

  Wc = 0,235 m

- Tinggi bar screen (H)

  H_{total} = H + $H_{Freeboard}$

  H_{total} = H + (20% x H)

  H_{total} = 0,14 m + (20% x 0,14 m)

  H_{total} = 0,168 m = 0,17 m

- Dimensi bar screen

  Panjang kisi

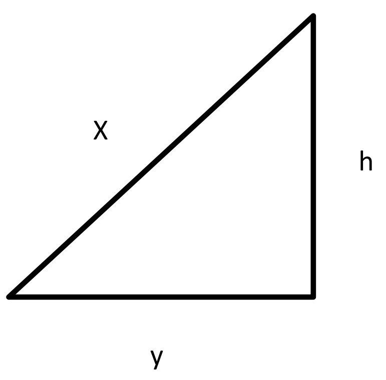
  Tinggi saluran h = H

  Sin α $= \frac{h}{x}$

  Sin 45° $= \frac{0{,}17\,m}{x}$

  x $= \frac{0{,}17\,m}{\sin 45°}$

  x = 0,24 m



Lebar kisi

Cos α = $\frac{y}{x}$

Cos 45˚ = $\frac{y}{0,24\ m}$

y = Cos 45˚ x 0,24 m

y = 0,169 m = 0,17 m

- Kecepatan melalui kisi (Vi)

  Vi = $\frac{Q}{Wc\ x\ h}$

  Vi = $\frac{0,016\ m^3/detik}{0,235\ m\ x\ 0,168\ m}$

  Vi = 0,4 (Memenuhi, sesuai range 0,3 – 0,6 m/detik)

- Headloss akibat kecepatan aliran (Hv)

  Hv = $\frac{v^2}{2.g}$

  Hv = $\frac{(0,4)^2\ m/detik}{2\ x\ 9,81}$

  Hv = 0,008 m

- Headloss melalui screen (H_L)

  H_L = $\beta\ (\frac{d}{r})^{4/3} x\ hv\ x\ sin\theta$

  H_L = $2,42\ (\frac{0,005\ m}{0,025\ m})^{4/3} x\ 0,008\ m\ x\ sin\ 45^\circ$

  H_L = 0,0016 m

  H_L = 1,6 mm Memenuhi H_L < 150mm)

- Headloss Total

  Hf_{Total} = Hv + Hf screen

  Hf_{Total} = 0,008 m + 0,0016 m

  Hf_{Total} = 0,0096 m = 9,6 mm (Memenuhi, Hf < 150 mm)

Resume Bangunan Bar Screen:

- Tinggi bar screen = 0,17 m
- Lebar bar screen = 0,28 m
- Panjang kisi = 0,24 m
- Sudut bar screen = 45˚
- Jumlah kisi = 9 buah
- Lebar kisi = 0,005 m
- Jarak antar kisi = 0,025 m
- Jumlah kisi = 9 buah

5.3 Bak Penampung

Kriteria Perencanaan:

- Waktu detensi (Td) = < 2 jam
- Kedalaman (H) = 1,5 – 2 m
- Kecepatan pipa outlet = 0,3 – 2,5 m/detik

(Sumber : Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment & Reuse 4th Edition, halaman 343-344)

Desain Perencanaan:

- Debit air limbah (Q) = 0,016m³/detik
- Jumlah bak (Σ) = 1 bak penampung
- Waktu detensi = 1 jam = 3600 detik
- Kecepatan outlet = 0,4 m/detik
- Kedalaman bak (H) = 1,5 m
- Freeboard (Fb) = 20% dari tinggi saluran
- Panjang bak (L) = 2B

Perhitungan:

- Volume Bak Penampung (V)

V = Q x Td

V = 0,016 m³/detik x 3600 detik

V = 57,6 m^3

- Dimensi Bak Penampung

Asumsi H = 1,5 m

Asumsi L = 2B

V = L x B x H

57,6 m^3 = 2B x B x 1,5 m

57,6 m^3 = 3m x B^2

B^2 = $\frac{57{,}6m^3}{3m}$

B^2 = 19,2 m

B = $\sqrt{19{,}2\ m}$

B = 4,382 m

B = 2 x B

B = 2 x 4,382 m

B = 8,764 m

- Tinggi Total (H_{total})

H_{total} = H + (Freeboard x H)

H_{total} = 1,5 m + (20% x 1,5 m)

H_{total} = 1,8 m

- Cek Volume Bak Penampung

V_{cek} = L x B x H

V_{cek} = 8,764 m x 4,382 m x 1,8 m

V_{cek} = 69 m^3

- Cek Waktu Detensi (Td)

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

Td = $\frac{69\ m^3}{0{,}016m^3/detik}$

Td = 4312,5 detik (Memenuhi, Td < 7200 detik)

- Diameter Outlet (D)

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

A $= \frac{0{,}016\ m^3}{0{,}4\ m/detik}$

A = 0,04 m^2

A $= \frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ D^2$

0,04 m^2 $= \frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ D^2$

0,04 m^2 $= 0{,}785\ D^2$

D^2 $= \frac{0{,}04\ m^2}{0{,}785}$

D^2 = 0,05 m^2

D $= \sqrt{0{,}05\ m^2}$

D = 0,22 m^2 = 8,67 inchi

- Jari-Jari Hidrolis (R)

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

R $= \frac{4{,}382\ m\ x\ 1{,}8\ m}{4{,}382\ m+(2\ x\ 1{,}8\ m)}$

R = 0,98 m

- Slope (s)

s $= \left(\frac{n\ x\ v}{(R)^{2/3}}\right)^2$

s $= \left(\frac{0{,}013\ x\ 0{,}4\ m/detik}{(0{,}98\ m)^{2/3}}\right)^2$

s = 0,0053 m/m

- Headloss (Hf)

Hf = Slope x Panjang

Hf = 0,000031 m/m x 8,764 m

Hf = 0,046 m

Resume Bangunan Bak Penampung:

- Volume bak penampung = 69 m^3
- Lebar bak penampung = 4,382 m
- Panjang bak penampung = 8,764 m
- Tinggi bak penampung = 1,5 m
- Tinggi total bak penampung = 1,8 m
- Diameter pipa outlet = 8,67 inchi
- Waktu detensi (Td) = 4312,5 detik
- Slope (s) = 0,053 m/m
- Headloss (Hf) = 0,046 m

5.4 Bak Pengendap I (Sedimentasi)

Desain Perencanaan:

- Bentuk bak sedimentasi = Rectangular
- Kedalaman (H) = 3 – 4,9 m
- Lebar (W) = 3 – 24 m
- Panjang (L) = 15 – 90 m
- Flight Speed = 0,6 – 1,2 m/menit
- Waktu Detensi (Td) = 1,5 – 2,5 jam
- Overflow rate:
  - Average = 30 – 50 m^3/m^2.hari
  - Peak = 80 – 120 m^3/m^2.hari
  - Weir loading = 125 – 500 m^3/m^2.hari

(Sumber: Metcalf & Eddy, Waste Water Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition, hal 398)

- Massa jenis air (ρ), T = 30°C = 0,99568 g/cm^3 = 996 kg/m^3
- Viskositas kinematik (υ) = 0,8039 x 10-6 m^2/detik
- Viskositas dinamik (μ) = 0,8004 x 10-3 N s/m^2

(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)

- Specific gravity solid (Ss) = 1,4
- Specific gravity sludge (Sg) = 1,02

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

- Bilangan Reynold (Nre) untuk Vs = <1 (aliran laminar)

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

- Kemiringan dasar bak = 1 – 2%
- Bilangan Reynold (Nre) untuk Vh = <2000 (aliran laminar)
- Bilangan Froude (Nfr) = >10-5

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

- Slope maksimal = < 2% m/m
- Freeboard = 10 – 30 %
- Koefisien manning = 0,011 – 0,020

  (Sumber : dan EPA – Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0, pages 165

- Faktor Porositas

- 0,02-0,12
- 0,05-0,12

a. Zona Inlet

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Jumlah bak (Σ) = 1 bentuk rectangular
- Debit air limbah (Q) = 0,016 m^3/detik
- Kecepatan aliran (v) = 0,4 m/detik
- Panjang saluran (P) = 3 m

- Diameter outlet (D) = 0,22 m² = 8,67 inchi
- Koefisien manning (n) = 0,013
- Freeboard = 20%

Perhitungan:

- Luas permukaan:

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

  A $= \frac{0{,}016\ m^3/detik}{0{,}4\ m/detik}$

  A = 0,04 m^2

- Dimensi saluran pembawa

  Asumsi perbandingan B : H = 2 : 1

  A = B x H

  0,04 m^2 = 2H x H

  0,04 m^2 = $2H^2$

  H = 0,14 m

  B = 2 x H

  B = 2 x 0,14 m

  B = 0,28 m

  H_{total} = H + (Freeboard x H)

  H_{total} = 0,14 m + (20% x 0,14 m)

  H_{total} = 0,168 m

- Cek kecepatan (V_{cek})

  V_{cek} $= \frac{Q}{B\ x\ H}$

  V_{cek} $= \frac{0{,}016\ m^3/detik}{0{,}28\ m\ x\ 0{,}168\ m}$

  V_{cek} = 0,34 m/detik (Memenuhi range 0,3 – 0,6 m/detik)

➢ Jari-jari hidrolis

R $= \frac{B \; x \; H}{B+2.H}$

R $= \frac{0,28 \; m \; x \; 0,14 \; m}{0,28 \; m + (2x0,14 \; m)}$

R = 0,5 m

➢ Slope (S)

S $= \left[\frac{v \; x \; n}{R^{2/3}}\right]^2$

S $= \left[\frac{0,4 \; m/detik \; x \; 0,013}{0,5^{2/3}}\right]^2$

S = 0,000068 m/m

➢ Headloss (Hf)

Hf = Slope x Panjang

Hf = 0,0000068 m/m x 3m

Hf = 0,0002 m

Resume Bangunan Zona Inlet:

➢ Q air limbah = 0,016 m^3/detik

➢ Luas permukaan (A) = 0,04 m^2

➢ Panjang zona inlet (L) = 3 m

➢ Lebar zona inlet (B) = 0,28 m

➢ Tinggi zona inlet (H) = 0,14 m

➢ Tinggi total zona inlet (H_{total}) = 0,168 m

➢ Slope (S) = 0,000068 m/m

➢ Headloss (Hf) = 0,0002 m

b. Zona Settling

Kriteria Perencanaan:

➢ Waktu detensi (td) = 0,6 – 3,6 jam

(Sumber: Qasim, 1999 hal. 334)

➢ Kemiringan bak = 1%

(Sumber: Metcalf and Eddy, hal 398)

- Kemiringan plate settler = 45˚ dan 60˚

(Sumber: Metcalf and Eddy, hal 411;375)

- Kedalaman ruang pengendapan (H) = 1 – 3 jam
- NRE = < 2000 untuk aliran laminer
- NFR = > 10^{-5} untuk mencegah aliran short circuiting

(Sumber: SNI 6774 – 2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket

Instalasi Pengolahan Air)

- $v\ horisontal$ = (vh < vS) partikel yang terendapkan tidak mengalami resuspensi
- Kontrol penggerusan (scouring) (Vsc)
  - $\beta = 0{,}02 - 0{,}12$
  - α = 0,03m

(Sumber : Huisman, L., 1977. Sedimentation and Flotation Mechanical Filtration. Delft University of Technology. Delft. hal 57)

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Q Total = 0,016 m³/detik
- Jumlah bak (Σ) = 1 bak bentuk rectangular

- Kecepatan aliran (v) = 0,4 m/detik
- H bak = 2,5 m
- Waktu detensi (Td) = 1,5 jam
- Jarak Baffle dari Zona Inlet = 1,5 m
- Tinggi Baffle = 1 m
- Massa jenis air limbah (ρs) = 1,2 kg/liter = 1200 kg/m^3
- Specific Gravity suspended solid (Sg) = 1,02
- Massa jenis sludge = Sg x ρw

= 1.02 x 996 kg/m^3 = 1015.92 kg/m^3

- Good performance, n = 1/3

(Fig.25-6 halaman 25-14, Water and Wastewater Engineering, Fair G.M, Geyer J.C dan Okun D.A, volume 2)

- Persentase removal = 70%
- t/td = Vo/(Q/A)
- Diameter partikel = 2,5 x 10-3 cm = 2,5 x 10-5 m
- Freeboard (Fb) = 20%

<u>Perhitungan:</u>

- Luas Surface Area (A)

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

A $= \frac{1400\ m^3/hari}{40\ m^3/m^2.hari}$

A = 35 m^2

- Dimensi Sedimentasi

Asumsi L = 2B

A = L x B

35 m^2 = 2B x B

35 m^2 = 2B^2

B $= \sqrt{\frac{35\ m^2}{2}}$

B = 4,2 m

L = 2B

L = 2 x 4,2 m

L = 8,5 m

- Volume Bak

  V = Q x Td

  V = 0,016 m^3/detik x 7200 detik

  V = 115,2 m^3

- Kedalaman Zona Settling

  V = A x H

  115,2 m^3 = 35 m^2 x H

  H = 2,3 m

  H_{total} = H + Freeboard

  H_{total} = 2,3 + (10% x 2,3)

  H_{total} = 2,53 m

- Kemiringan Dasar Bak (S)

  S = 1% x L

  S = 1% x 8,5 m

  S = 0.085 m

- Cek Waktu Detensi (Td)

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

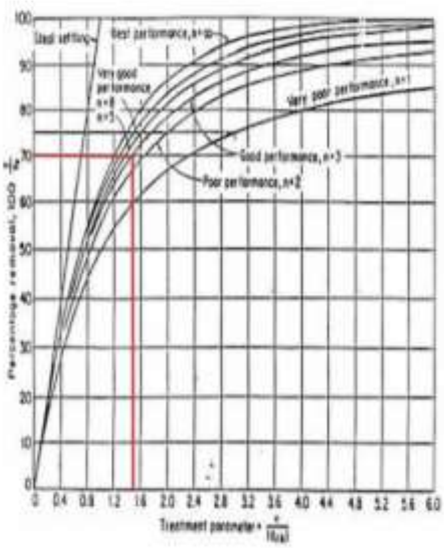
  $Td = \frac{\text{L x B x H}}{Q}$

  $Td = \frac{\text{8,5 m x 4,2 m x 2,3 m}}{0{,}016 m^3/detik}$

  Td = 5131,875 detik = 1,42 jam (Memenuhi)

- Kecepatan Pengendapan Partikel (Vs)

  Kecepatan pengendapan (Vs) didapatkan melalui pembacaan grafik best performance.



Hubungan antara Efisiensi pengendapan dengan kinerja (Good Performance), dimana efisiensi pengendapan 70% dan n 1/3 maka dapat dilihat pada grafik dibawah ini:

1,5 $= \frac{Vo}{\frac{Q}{A}}$

1,5 $= \frac{Vo}{\frac{0{,}016\ m^3/detik}{8{,}5\ m\ x\ 4{,}2\ m}}$

Vs = 0,00067 m/detik

- Diameter Partikel (Dp)

Dp $= \sqrt{\frac{V_S\ x\ 18\ x\ v}{g\ (Ss-1)}}$

Dp $= \sqrt{\frac{0{,}00067\ \text{m/detik}\ x\ 18\ x\ 0.8039\ x\ 10^{-6}\ m^2/detik}{9{,}81\ (1{,}02-1)}}$

Dp = 5,02 x 10^{-5} m

- Jari-jari hidrolis (R)

R $= \frac{B\ x\ H}{B+(2xH)}$

R $= \frac{4{,}2\ m\ x\ 2{,}3\ m}{4{,}2\ m+(2x2{,}3\ m)}$

R = 1,1 m

- Cek bilangan Nre (untuk Vs)

Nre $= \frac{\rho s \; x \; D_p \; x \; V_s}{\mu}$

Nre $= \frac{1015{,}92 \; kg/m^3 \; x \; 5{,}02x10^{-5} \; m \; x \; 0{,}00067 \; \text{m/detik}}{0.8004 \; x \; 10^{-3} \; N.s/m^2}$

Nre = 0,04 (Memenuhi, Nre < 1)

- Kecepatan horizontal (Vh)

Vh $= \frac{Q}{B \; x \; H}$

Vh $= \frac{0{,}016 m^3/detik}{4{,}2 \text{ m x } 2{,}3 \text{ m}}$

Vh = 0,00165 m/detik

- Cek Bilangan Nre (untuk Vh)

Nre $= \frac{Vh \; x \; R}{v}$

Nre $= \frac{0{,}00165 \; m/detik \; x \; 1{,}1 \; m}{0.8039 \; x \; 10^{-6} \; m^2/s}$

Nre = 2257,7 (Tidak memenuhi syarat, Nre < 2000)

- Check bilangan Froude (Nfr)

Nfr $= \frac{Vh}{\sqrt{g \; x \; H}}$

Nfr $= \frac{0{,}00165 \; m/detik}{\sqrt{9{,}81 \; m^2/detik \; x \; 2{,}3 \; m}}$

Nfr = 3,47 x 10^{-4} > 10^{-5} (Memenuhi, tidak terjadi *death zone*)

- Penggerusan atau kecepatan scouring (Vsc)

Vsc $= \sqrt{\frac{8 \; x \; \beta \; x \; g \; x \; (\rho s - \rho w) x \; Nfr}{\alpha \; x \; \rho w}}$

Vsc $= \sqrt{\frac{8 \; x \; 0{,}05 \; x \; 9{,}81 \; x \; (1015{,}92 - 996) \; x \; 3{,}47x10^{-4}}{0{,}03 \; x \; 996}}$

Vsc = 0,0055 m/detik > Vh (Memenuhi, tidak terjadi penggerusan Vsc > Vh)

Perforated Baffle

Desain Perencanaan:

- Lebar perforated baffle = Lebar bak settling = 4,2 m
- Tinggi perforated baffle = Tinggi bak settling = 2,5 m
- Diameter (D) lubang = 0,2 m = 20 cm
- Perforated baffle diletakkan di depan inlet

Perhitungan:

- Luas tiap lubang (A1)

  A1 $= \frac{1}{4} x\ \pi\ x\ d^2$

  A1 $= \frac{1}{4} x\ 3{,}14\ x\ (0{,}2\ m)^2$

  A1 = 0,0314 m^2

- Luas Perforated Baffle (Ap)

  Ap = B x H

  Ap = 4,2 m x 2,5 m

  Ap = 10,5 m^2

- Luas lubang total (A_2)

  A_2 = 20% x Ap

  A_2 = 20% x 10,5 m^2

  A_2 = 2,1 m^2

- Jumlah lubang (n)

  n $= \frac{A2}{A1}$

  n $= \frac{2{,}1\ m^2}{0{,}0314\ m^2}$

  n = 66 lubang

Rencana perforated baffle = 11 lubang horizontal dan 6 lubang vertikal

- Jarak horizontal = $\frac{Lebar\ baffle - (\Sigma lubang\ x\ d)}{(\Sigma lubang + 1)}$

  Jarak horizontal = $\frac{4{,}2\ m - (11\ x\ 0{,}2\ m)}{(11+1)}$

  Jarak horizontal = 0,16 m

- Jarak vertical = $\frac{Tinggi\ baffle - (\Sigma lubang\ x\ d)}{(\Sigma lubang + 1)}$

  Jarak vertical = $\frac{2{,}5\ m - (6x0{,}2\ m)}{(6+1)}$

  Jarak vertical = 0,18 m

- Jari-jari hidrolis

  R = $\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2$

  R = $\frac{1}{4}\ x\ D$

  R = $\frac{1}{4}\ x\ 0{,}2\ m$

  R = 0,05 m

- Q tiap lubang (Qp)

  Qp = $\frac{Q}{\Sigma lubang}$

  Qp = $\frac{0{,}016\ m^3/detik}{66}$

  Qp = 0,00024 m^3/detik

- Kecepatan tiap lubang

  Vh = $\frac{Qp}{A1}$

  Vh = $\frac{0{,}00024\ m^3/detik}{0{,}0314\ m^2}$

  Vh = 0,0076 m/detik

- Cek Nre

  Cek Nre = $\frac{Vh\ x\ R}{v}$

Cek Nre $= \frac{0,0076\ m/detik\ x\ 0,05\ m}{0.8039\ x\ 10^{-6}}$

Cek Nre = 472,69 < 2000 (Memenuhi, aliran laminar)

- Cek Nfr

Cek Nfr $= \frac{v^2}{g\ x\ R}$

Cek Nfr $= \frac{(0,0076\ m/detik)^2}{9,81\ m^2/detik\ x\ 0,05\ m}$

Cek Nfr = $1,17 \times 10^{-4} > 10^{-5}$ (Memenuhi)

- Headloss Melalui Perforated Baffle

Hf $= \frac{V^2}{2g}$

Hf $= \frac{(0,0076\ m/detik)^2}{2\ x\ 9,81}$

Hf = 0,0000029 m

Plate Settler

Panjang plate settler dengan kemiringan 45°

P $= \frac{H\ plate\ settler}{Sin\ 45^\circ}$

P $= \frac{1}{Sin\ 45^\circ}$

P = 1,4 m

Jumlah plate settler jika dipasang 2/3 panjang Zona Settling = 8,5 m

P_{ps} = n x lebar plate settler + (n+1) x jarak antar plate

8,5 m = n x 0,1 m + (n+1) x 0,5 m

8,5 m = 0,1n +0,5 n + 0,5

8,5 m = 0,6n

n = 15

Total plate settler yang dibutuhkan adalah 15 buah.

<u>Resume Bangunan Zona Settling:</u>

- Luas permukaan (A) = 35 m^2
- Panjang zona settling (L) = 8,5 m
- Lebar zona settling (B) = 4,2 m
- Tinggi zona settling (H) = 2,3 m
- Tinggi total zona settling (H_{total}) = 2,50 m
- Volume (V) = 115,2 m^2
- Slope (S) = 0,085 m
- Waktu detensi (Td) = 5131,875 detik = 1,42 jam
- Kecepatan pengendapan partikel (Vs) = 0,00067 m/detik
- Diameter partikel (Dp) = $5,02x10^{-5}$
- Jari-jari hidrolis (R) = 1,1 m
- Penggerusan atau kecepatan scouring (Vsc) = 0,0055 m/detik
- Panjang perforated baffle (L) = 4,2 m
- Tebal perforated baffle = 0,1 m
- Tinggi perforated baffle (H) = 2,5 m
- Jarak perforated baffle dari inlet = 0,2 m
- Diameter lubang (D) = 0,2 m
- Luas tiap lubang (A_1) = 0,0314 m^2
- Luas perforated baffle (Ap) = 10,5 m^2
- Luas lubang total (A_2) = 2,1 m^2
- Jumlah lubang (n) = 66 lubang
- Jarak horizontal = 0,16 m
- Jarak vertical = 0,18 m
- Jari-jari hidrolis (R) = 0,05 m
- Q tiap lubang (Qp) = 0.00024 m^3/detik
- Kecepatan tiap lubang (Vh) = 0.0076 m/detik
- Nre = 472,69 (aliran laminar)
- Nfr = $1,17x10^{-4}$
- Headloss (Hf) = 0,0000029 m
- Jumlah plate settler (n) = 15 buah
- Tebal plate settler = 0,1 m

- Tinggi plate settler = 1,15 m
- Panjang penyangga plat settler = 0,1 m

c. Zona Sludge

<u>Kriteria Perencanaan:</u>

- Waktu Pengurasan = 0,5 – 1 hari

  (Sumber: SNI 6774 – 2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air)
- Massa Jenis Partikel Flok (ρ) = 1236 Kg/m^3
- Persen Removal TSS = 70%
- Kecepatan Pipa Penguras = 0,01 m/s
- Berat jenis (ρs) lumpur = 2650 kg/m^3
- Berat jenis (ρa) air limbah = 996 kg/m^3
- Dimensi zona sludge = Bentuk linear terpancung

  (Sumber: Water Treatment PlantDesign, Mc Graw Hill, 2nd Edition)
- Kadar air dalam lumpur = 95%
- Kadar Ss kering dalam lumpur = 5%
- Rasio SS = 0,7 – 2,2 %

  (Sumber: cornwell et al, 1987)
- Kekeruhan = 9 NTU

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Debit (Q) = 0,016m^3/detik
- Bentuk ruang lumpur = Limas terpancung
- Periode pengurasan = Setiap 12 jam sekali
- Efisiensi pengendapan = 90%
- Kadar air dalam lumpur = 95%
- Kadar Ss kering dalam lumpur = 5%
- Waktu pengurasan = 1800 detik = 0,5 hari
- Solid (SS) tiap sub bab = 480 mg/l

Perhitungan:

- Kadar TSS yang mengendap = 90% x kadar TSS

  Kadar TSS yang mengendap = 0,90 x 480 mg/Ll

  Kadar TSS yang mengendap = 432 mg/l = 4320000 mg/m³ = 0,432 kg/m³

- Lumpur yang dihasilkan = Q limbah x solid yang mengendap

  Lumpur yang dihasilkan = 1382,4 m³/hari x 0,432 kg/m³

  Lumpur yang dihasilkan = 597 kg/hari

- Berat air = $\left(\frac{95\%}{5\%}\right)$ x berat lumpur terendapkan

  Berat air = $\left(\frac{95\%}{5\%}\right)$ x 597 kg/hari

  Berat air = 11343 kg/hari

- Berat jenis lumpur = [Berat jenis SS x 5%] + [berat jenis air x 95%]

  Berat jenis lumpur = [2650 kg/m³ x 5%] + [966 kg/m³ x 95%]

  Berat jenis lumpur = 1050,2 kg/m³

- Debit lumpur = $\frac{Lumpur\ yang\ dihasilkan}{Berat\ jenis\ lumpur}$

  Debit lumpur = $\frac{597\ kg/hari + 11343\ kg/hari}{1050,2\ kg/m^3}$

  Debit lumpur = 11,37 m³/hari

- Volume lumpur = Debit lumpur x waktu pengurasan

  Volume lumpur = 11,37 m³/hari x 0,5 hari

  Volume lumpur = 5,68 m³

- Dimensi Zona Lumpur:
  - Panjang permukaan zona lumpur (L1) = 3 m
  - Lebar permukaan zona lumpur (B1) = Lebar bak = 3 m

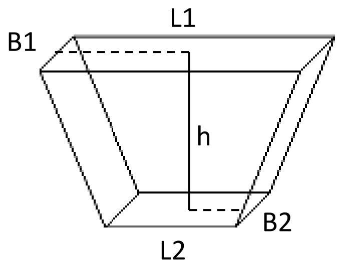
- Panjang dasar zona lumpur (L2) = 1,5 m
- Lebar dasar zona lumpur (B2) = 1,5 m

➢ Luas permukaan (A1)

A1 = L1 x B1

A1 = 3 m x 3 m

A1 = 9 m²



➢ Luas permukaan (A2)

A2 = L2 x B2

A2 = 1,5 m x 1,5 m

A2 = 3 m²

➢ Volume Zona Sludge Limas Terpancung

$V_{lumpur} = \frac{1}{3} x\ h\ x\ (A1 + A2 + \sqrt{(A1 + A2)}$

$5{,}68\ m^3 = \frac{1}{3} x\ h\ x\ (9m^2 + 3m^2 + \sqrt{(9m^2 + 3m^2)}$

$5{,}68\ m^3 = 5{,}15 \times h$

h = 1 m

Dimensi pipa penguras

Desain Perencanaan:

➢ Kecepatan aliran di pipa penguras = 0,3 m/detik

➢ Waktu pengurasan = 30 menit = 1800 detik

➢ Volume sludge = 5,68 m³

Perhitungan:

➢ Debit Tiap Pipa Penguras (Qp)

$Qp = \frac{Volume\ sludge}{waktu\ pengurasan}$

$Qp = \frac{5{,}68\ m^3}{1800\ detik}$

Qp = 0,0031 m³/detik

- Luas (A) Pipa Penguras

$A_{pipa} = \frac{Qp}{vasumsi}$

$A_{pipa} = \frac{0{,}0031\ m^3/detik}{0{,}3\ m/detik}$

A_{pipa} = 0,001 m²

- Diameter Pipa Penguras

$D = \sqrt{\frac{4\ x\ A}{\pi}}$

$D = \sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}001 m^2}{3{,}14}}$

D = 0,02 m = 0,1 inchi

- Cek Kecepatan Pipa Penguras (V_{cek})

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

$V_{cek} = \frac{0{,}0026\ m^3/detik}{\frac{1}{4} x\ \pi\ x\ D^2}$

$V_{cek} = \frac{0{,}016\ m^3/detik}{\frac{1}{4} x\ 3{,}14\ x\ (0{,}1 m)^2}$

V_{cek} = 0,33 m

Pompa Lumpur

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Menggunakan pompa centrifugal
- Head total < Head pompa
- Head statis = 6,4 m
- L suction = 0,5 m + 10 m + 4 m + 1 m = 15,5 m

  Aksesoris = 3 elbow 90˚; k = 0,9
- L discharge = 1,5 m

  Aksesoris = 1 elbow 90 ˚; k = 0,9

= 1 gate valve ; k = 0,63

- Karakteristik pompa

  Head pompa = Head statis + L suction + L discharge

  Head pompa = 6,4 m + 15,5 m + 1,5 m

  Head pompa = 23,4 m

High Head Slurry Pump – 2-Inch

MODEL #
HH-2000 - High Head

OPERATING LEVELS	
MIN FLOW	100 GPM
MAX FLOW	600 GPM
HEAD RANGE	Up to 350 Ft
DISCHARGE SIZE	2 inch
SUCTION SIZE	3 inch
SOLIDS HANDLING	Solids up to 1.75 inches
MOTOR SPEED	2250 RPM
PERCENT SOLIDS	Up to 40-70% Solids

*Typical Deployment Photo. Dredge pumps can be deployed vertically or horizontally. Photos for general guidance. Contact us for further details.

Gambar 5. 2 Spesifikasi Pompa

Menggunakan pompa lumpur merk Eddy pump model HH-2000

Diameter suction = 3 inch = 0,076 m

Diameter discharge = 2 inch = 0,051 m

Perhitungan:

- Kecepatan Suction ($V_{suction}$)

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

$$V_{suction} = \frac{0{,}016\ m^3/detik}{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ (D^2)}$$

$$V_{suction} = \frac{0{,}016\ m^3/detik}{\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ (0{,}076)^2}$$

$$V_{suction} = 3{,}53\ m/detik$$

- Kecepatan Discharge ($V_{discharge}$)

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

$$V_{discharge} = \frac{0{,}016\ m^3/detik}{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ (D^2)}$$

$V_{discharge}$ $= \frac{0,016\ m^3/detik}{\frac{1}{4}\ x\ 3,14\ x\ (0,051)^2}$

$V_{discharge}$ = 7,84 m/detik

Perhitungan Suction

L Suction = 15,5 m

- Headloss Mayor (Hf_{Mayor})

Hf_{Mayor} $= \frac{10,7\ x\ L\ x\ Q^{1,85}}{C^{1,85}\ x\ D^{4,87}}$

Hf_{Mayor} $= \frac{10,7\ x\ 15,5\ m\ x\ (0,016\ m^3/detik)^{1,85}}{130^{1,85}\ x\ 0,076^{4,87}}$

Hf_{Mayor} = 2,73 m

- Headloss Minor (Hf_{Minor})

Aksesoris 3 elbow 90˚, k = 0,9

Hf_{Minor} $= n\ x\ k\ x\ \frac{v^2}{2g}$

Hf_{Minor} $= 3\ x\ 0,9\ x\ \frac{3,53^2}{2\ x\ 9,81}$

Hf_{Minor} = 1,71 m

- Total Headloss Suction ($\Sigma Hf_{Suction}$)

$\Sigma Hf_{Suction}$ = Hf mayor + Hf minor

= 2,73 m + 1,71 m

= 4,44 m

Perhitungan Discharge

L Discharge = 1,5 m

- Headloss Mayor (Hf_{Mayor})

Hf_{Mayor} $= \frac{10,7\ x\ L\ x\ Q^{1,85}}{C^{1,85}\ x\ D^{4,87}}$

Hf_{Mayor} $= \frac{10,7\ x\ 1,5\ m\ x\ (0,016\ m^3/detik)^{1,85}}{130^{1,85}\ x\ 0,076^{4,87}}$

Hf_{Mayor} = 0,27 m

- Headloss Minor (Hf_{Minor})

Aksesoris 1 elbow 90˚, k = 0,9

1 gate valve; k = 0,63

Hf_{Minor} $= n \; x \; k \; x \; \frac{v^2}{2g}$

Hf_{Minor} $= \left(1 \; x \; 0{,}9 \; x \; \frac{7{,}84^2}{2 \; x \; 9{,}81}\right) + \left(1 \; x \; 0{,}63 \; x \; \frac{7{,}84^2}{2 \; x \; 9{,}81}\right)$

Hf_{Minor} = 2,81 m + 1,97 m

Hf_{Minor} = 4,78 m

- Total Headloss Discharge ($\Sigma Hf_{Discharge}$)

$\Sigma Hf_{Discharge}$ = Hf mayor + Hf minor

= 0,27 m + 4,78 m

= 5,05 m

Resume Bangunan Zona Sludge:

- Debit air limbah (Q) = 0,016 m^3/detik
- Bentuk ruang lumpur = Limas terpancung
- Periode pengurasan = 0,5 hari
- Kadar TSS yang mengendap = 0.432 kg/m^3
- Lumpur yang dihasilkan = 597 kg/hari
- Debit lumpur = 11,37 m^3/hari
- Volume lumpur = 5,68 m^3
- Panjang permukaan (L1) = 3 m
- Lebar permukaan (B1) = 3 m
- Panjang dasar (L2) = 1,5 m
- Lebar dasar (B2) = 1,5 m
- Luas permukaan (A1) = 9 m^2
- Luas permukaan (A2) = 3 m^2
- Tinggi zona lumpur (h) = 1 m

Resume Pipa Penguras:

- Kecepatan pipa penguras (Vpipa) = 0,33 m/detik
- Waktu pengurasan = 30 menit = 1800 detik
- Luas pipa penguras (Apipa) = 0,001 m^2
- Diameter pipa penguras (Dpipa) = 0,02 m
-

Resume Pompa Lumpur:

- Pompa sentrifugal model HH-2000
- Diameter suction ($D_{Suction}$) = 0,076 m
- Diameter Discharge ($D_{Discharge}$) = 0,051 m
- Kecepatan Suction ($V_{Suction}$) = 3,53 m/detik
- Kecepatan Discharge ($V_{Discharge}$) = 7,84 m/detik
- L Suction = 15,5 m
- Headloss Suction Mayor ($Hf_{suction\ mayor}$) = 2,73 m
- Headloss Suction Minor ($Hf_{suction\ minor}$) = 1,71 m
- Total Headloss Suction (Hfs_{uction}) = 4,44 m
- Aksesoris elbow 90˚ = 3 buah
- L Discharge = 1,5 m
- Headloss Discharge Mayor ($Hf_{discharge\ mayor}$)= 0,27 m
- Headloss Discharge Minor ($Hf_{discharge\ minor}$) = 4,78 m
- Total Headloss Discharge ($Hf_{discharge}$) = 5,05 m
- Aksesoris elbow 90˚ = 1 buah
- Gate valve = 1 buah

d. Zona Outlet

Kriteria Perencanaan:

- Zona outlet = Berupa weir bergerigi (v notch)
- Bentuk gutter = persegi panjang
- Weir loading (m^3/m.hari) = 350 m^3/m^2.hari = 4 x 10^{-3} m^3/m^2.detik
- Cd (koefisien drag) = 0,6

Desain Perencanaan:

- Q unit sedimentasi = 0,016 m^3/detik
- Jumlah unit outlet = 1 buah
- Lebar gutter = 0,5 m
- 1 gutter = 2 pelimpah
- Lebar V notch = 0,1 m
- Jarak antar V notch = 0,1 m
- Sudut V notch = 60°

Perhitungan:

Gutter dan Weir

- Q unit outlet $= \frac{Q}{Jumlah\ bak}$

  Q unit outlet $= \frac{0{,}016\ m^3/detik}{1}$

  Q unit outlet = 0,016 m^3/detik

- Panjang Total Weir (Pw)

  Pw $= \frac{Q\ bak}{WRL}$

  Pw $= \frac{0{,}016\ m^3/detik}{4x10^{-3} m^3/m^2.detik}$

  Pw = 4 m

- Panjang Pelimpah (P)

  P $= \frac{Pw}{Jumlah\ pelimpah}$

  P $= \frac{4\ m}{2\ buah}$

  P = 2 m

- Debit Tiap Pelimpah ($Q_{Pelimpah}$)

  $Q_{Pelimpah} = \frac{Q}{Jumlah\ weir}$

  $Q_{Pelimpah} = \frac{0{,}016\ m^3/detik}{2}$

$Q_{Pelimpah}$ = 0,004 m³/detik

➢ Luas Saluran Pelimpah (A)

$$A = \frac{\frac{Q}{Jumlah\ weir}}{v}$$

$$A = \frac{\frac{0{,}008 m^3/detik}{2\ buah}}{0{,}3\ m/detik}$$

$A = 0{,}026\ m^2$

➢ Tinggi (h) dan lebar (B) pelimpah

Asumsi perbandingan h : B = 1 : 2

$A = h \times B$

$0{,}026\ m^2 = h \times 2h$

$0{,}026\ m^2 = 2h^2$

$$h = \sqrt{\frac{0{,}026 m^2}{2}}$$

$h_{air} = 0{,}12\ m$

$B = 2 \times 0{,}12\ m$

$B = 0{,}24\ m$

➢ Ketinggian Freeboard ($H_{freeboard}$)

$H_{freeboard} = h_{air} \times Freeboard$

$H_{freeboard} = h_{air} \times 20\%$

$H_{freeboard} = 0{,}12\ m \times 20\%$

$H_{freeboard} = 0{,}14\ m$

➢ Tinggi Gutter (h gutter)

$H\ gutter = H_{air} + H_{freeboard}$

$H\ gutter = 0{,}12\ m + 0{,}14\ m$

$H\ gutter = 0{,}26\ m$

- Jarak Antar Gutter

Jarak $= \frac{Lebar\ Bak - (\Sigma Gutter\ x\ lebar)}{(\Sigma Gutter + 1)}$

Jarak $= \frac{3\ m - (2\ x\ 0,16\ m)}{(2+1)}$

Jarak = 0,89 m

- Jari-jari hidrolis gutter (R gutter)

R gutter $= \frac{h\ air\ x\ lebar\ gutter}{h\ air + (2x lebar\ gutter)}$

R gutter $= \frac{0,08\ m\ x\ 0,16\ m}{0,08\ m + (2x0,16\ m)}$

R gutter = 0,032 m

- Luas Basah Gutter (A_{gutter})

A_{gutter} = Lebar gutter x h_{air}

A_{gutter} = 0,16 m x 0,08 m

A_{gutter} = 0,013 m^2

- Slope Gutter (S_{gutter})

S_{gutter} $= \left(\frac{Q\ gutter\ x\ n}{A\ gutter\ x\ (R\ gutter)^{2/3}}\right)^2$

S_{gutter} $= \left(\frac{0,016\ m^3/detik\ x\ 0,013}{0,013\ m\ x\ (0,032\ m^2)^{2/3}}\right)^2$

S_{gutter} = 0,025 m/m

- Headloss Pada Gutter (Hf_{gutter})

Hf_{gutter} = S gutter x L gutter

Hf_{gutter} = 0,025 m/m x 2 m

Hf_{gutter} = 0,05 m

V-notch

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Panjang weir = 1 m

- Lebar V-notch = 0,1 m
- Jarak antar V-notch = 0,1 m
- Sudut V-notch = 60˚

Perhitungan:

- Jumlah V-notch

Jumlah v-notch = $\frac{Panjang\ weir}{Jarak\ v\ notch + lebar\ v\ notch}$

Jumlah v-notch = $\frac{1\ m}{0,1\ m + 0,1\ m}$

Jumlah v-notch = 5 buah

- Debit Tiap V-notch ($Q_{v\text{-}notch}$)

$Q_{v\text{-}notch}$ = $\frac{Q}{Jumlah\ v\ notch}$

$Q_{v\text{-}notch}$ = $\frac{0,016\ m^3/detik}{10\ buah}$

$Q_{v\text{-}notch}$ = 0,0016 m^3/detik

- Tinggi Peluapan Melalui V-notch ($H_{v\text{-}notch}$)

Q = $\frac{8}{15}(Cd)\sqrt{2xg}\ x \tan\frac{\theta}{2}\ x\ H^{5/2}$

0,0016 m^3/detik = $\frac{8}{15}(0,6)\sqrt{2x9,81}\ x \tan\frac{45}{2}\ x\ H^{5/2}$

$H_{v\text{-}notch}$ = 0,006 m

Saluran pengumpul

Desain Perencanaan:

- Q saluran = 0,016 m^3/detik
- Kecepatan = 0,4 m/detik
- Lebar saluran = Lebar zona settling = 4,2 m
- Waktu detensi = 60 detik = 1 menit

Perhitungan:

- Volume Saluran (V)

V = Q x Td

V = 0,016 m^3/detik x 60 detik

V = 0,96 m^3

- Luas saluran (A)

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

A $= \frac{0,96\ m^3}{0,4\ m/detik}$

A = 0,026 m^2

- Dimensi saluran pengumpul

Asumsi L : H = 2 : 1

A = L x H

0,026 m^2 = 2H x H

0,026 m^2 = $2H^2$

H $= \sqrt{\frac{0,026}{2}}$

H = 0,11 m

L = 2 x H

L = 2 x 0,11 m

L = 0,22 m

H total = H + (20% x H)

H total = 0,11 m + (20% x 0,11 m)

H total = 0,132 m

- Jari-Jari Hidrolis (R)

R $= \frac{Luas\ keliling\ basah}{Keliling\ penampang\ basah}$

R $= \frac{L\ x\ H}{L + (2xH)}$

R = $\frac{2,9\ m\ x\ 2,4\ m}{2,9\ m + (2x2,4\ m)}$

R = 0,9 m

- Slope Saluran (S)

S = $\left(\frac{v\ x\ n}{R^{2/3}}\right)^2$

S = $\left(\frac{0,4\ x\ 0,013}{0,9^{2/3}}\right)^2$

S = 0,000031 m/m

- Headloss saluran (Hf)

Hf = S x L

Hf = 0,000031 m/m x 4,8 m

Hf = 0,0001488 m

Saluran Pipa Outlet

<u>Kriteria perencanaan:</u>

- Q masuk = 0,016 m^3/detik
- Kecepatan pipa (v) = 0,3 m/detik

<u>Perhitungan:</u>

- Diameter pipa

D = $\left(\frac{Q}{v\ x\ \frac{1}{4} x\pi}\right)^{1/2}$

D = $\left(\frac{0,016\ m^3/detik}{0,3\ m/detik\ x\ \frac{1}{4}\ x\ 3,14}\right)^{1/2}$

D = 0,26 m

- V check

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

V check = $\frac{0,016\ m^3/detik}{\pi\ x\ D^2}$

V check $= \frac{0,016\ m^3/detik}{3,14\ x\ (0,116^2)}$

V check = 0,39 m/detik

Resume unit Sedimentasi:

Zona Inlet:

- Panjang zona inlet (L) = 3 m
- Lebar zona inlet (B) = 0,28 m
- Tinggi zona inlet (H) = 0,14 m
- Tinggi total zona inlet (H_{total}) = 0,168 m
- Slope (S) = 0,000068 m/m

Zona Settling:

- Panjang bak pengendap (L) = 8,5 m
- Lebar bak pengendap (B) = 4,2 m
- Tinggi bak pengendap (H) = 2,3 m
- Tinggi bak pengendap total (H_{total}) = 2,5 m

Perforated Baffle:

- Panjang perforated baffle = 4,2 m
- Tebal baffle/Lebar baffle = 0,1 m
- Tinggi perforated baffle = 2,5 m
- Jarak baffle dari inlet = 0,2 m
- Jumlah lubang (n) = 66 buah (11 horizontal, 6 vertical)
- Diameter lubang (D) = 0,2 m
- Jarak horizontal lubang = 0,16 m
- Jarak vertical lubang = 0,18 m

Plate Settler :

- Jumlah plate settler (n) = 15 plat
- Tebal/lebar plate settler = 0,1 m
- Tinggi plate settler = 1,15 m

- Kemiringan plat settler = 45°
- Panjang penyangga plat settler = 0,1 m

Zona Sludge:

- Panjang permukaan (L1) = 3 m
- Lebar permukaan (B1) = 3 m
- Panjang dasar (L2) = 1,5 m
- Lebar dasar (B2) = 1,5 m
- Luas permukaan (A1) = 9 m^2
- Luas permukaan (A2) = 3 m^2
- Tinggi zona lumpur (h) = 1 m
- Diameter pipa penguras (Dpipa) = 0,02 m

Gutter dan Weir:

- Panjang total weir (Pw) = 4 m
- Jumlah weir = 4 buah (2 gutter)
- Panjang pelimpah (P) = 2 m
- Lebar pelimpah (B) = 0,24 m
- Tinggi air = 0,12 m
- Tinggi Freeboard = 0,14 m
- Tinggi gutter (H_{gutter}) = 0,26 m
- Jarak antar gutter = 0,89 m
- Luas basah gutter (A_{gutter}) = 0,026 m^2
- Slope gutter (S_{gutter}) = 0,025 m/m
- Headloss gutter (Hf_{gutter}) = 0,05 m

V-Notch:

- Panjang weir = 1 m
- Lebar v-notch = 0,1 m
- Jarak antar v-notch = 0,1 m
- Sudut v-notch = 60°

- Jumlah v-notch = 5 buah
- Tinggi peluapan v-notch ($H_{v\text{-}notch}$) = 0,006 m

Saluran Pengumpul:

- Kecepatan (v) = 0,4 m/detik
- Lebar saluran = Lebar zona settling = 4,2 m
- Waktu detensi = 300 detik = 1 menit
- Volume saluran (V) = 4,8 m^3
- Luas saluran (A) = 2,4 m^2
- Panjang saluran (L) = 2,2 m
- Lebar saluran (B) = 4,2 m
- Tinggi saluran (H) = 1,1 m
- Tinggi total saluran (H_{total}) = 1,32 m
- Jari-jari hidrolis (R) = 0,9 m
- Headloss saluran (Hf) = 0,0001488 m
- Slope saluran (S) = 0,000031 m/m
- Diameter pipa = 0,26 m

5.5 Activated Sludge

Kriteria Perencanaan:

- Menggunakan jenis = Mechanical surface aerator
- Umur lumpur (θc) = 3 – 15 hari
- Ratio F/M = 0,2 – 0,6 hari
- Periode aerasi = 6 – 24 jam
- Volumetric loading = 0,32 – 0,64 kg/m^3.hari
- MLSS = 1200 – 4000 mg/lt (hal 720)
- Koef. Temperature aktif (θ) = 1,04 untuk T = 20 – 30°C (hal 720)
- Resirculation ratio (Qr/Q) = 0,15 – 0,38
- Ratio MLSS dan MLVSS = 0,75 – 0,85
- Safety factor = 1.75 – 2.5
- Kedalaman bak aerasi (H) = 3 – 5 m

- Freeboard bak = 0,3 – 0,6 m
- Jumlah mikroorganisme (Sa) = 2500 – 3500 ppm
- Jumlah mikroorganisme Resirkulasi (Sr) = 8000 – 10000 ppm

(Sumber: Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse, Third edition,1991,hal 720– 747)

- Yield Coefficient (Y) = 0,5 - 0,7 g VSS/g BOD5 removed

(Sumber: Sperling MV. 2007. Biological Wastewater Treatment: Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal, hal 20. London: IWA Pub.)

- Endogenous Respiration Coefficient (Kd) = 0,06 - 0,10 g VSS/g VSS.d

(Sumber: Sperling MV. 2007. Biological Wastewater Treatment: Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal, hal 20. London: IWA Pub.

- Biodegradable Fraction of VSS (fb) = 0,55 - 0,77

(Sumber: Sperling MV. 2007. Biological Wastewater Treatment: Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal, hal 69. London: IWA Pub.)

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Jumlah bak = 1 bak aerasi
- Debit air limbah (Q) = 0,016 m^3/detik
- Umur lumpur (θc) = 8 hari
- Ratio F/M = 0.6 hari
- Ratio MLVSS/MLSS = 0.8
- MLSS (X) = 3000 mg/lt
- MLVSS = 0,8 x MLSS
  = 0,8 x 3000
  = 2400 mg/lt
- Safety factor = 2
- Jumlah mikroorganisme (Sa) = 3000 ppm
- Jumlah mikroorganisme Resirkulasi (Sr) = 8000 ppm

- Yield Coefficient (Y) = 0,7 gVSS/g BOD5 remov
- Massa jenis air (ρ), T = 30°C = 0,99568 g/cm3 = 9,957 kg/l
- k = 5/hari
- Y = 0.6 mg Vss/mg BOD_5
- Ks = 60 mg/lt BOD_5
- Kd = 0.1 hari
- Influent dari Pengendap :

  BOD = 1310,5 mg/l (eff dari BP I)

  COD = 2000 mg/l (eff dari BP I)

  TSS = 216 mg/l (eff dari BP I)
- Effluent dari Bak Activated Sludge :

  BOD = 65 mg/l

  COD = 100 mg/l

  TSS = 216 mg/l
- Effluent standart menurut baku mutu:

  BOD = 100 mg/l

  COD = 100 mg/l

  TSS = 100 mg/l

Perhitungan:

- R $= \frac{Sa}{Sr-Sa}$

  R $= \frac{3000\ mg/lt}{8000\ mg/lt - 3000\ mg/lt}$

  R = 0,6 mg/l

- Debit Recyle (Qr)

  Qr/Qo = R

  Qr/Qo = 0,6

  Qr = 0,6 x Qo

  Qr = 0,6 x 0,016 m^3/detik

  Qr = 0,0096 m^3/detik

- Konsentrasi Return Sludge (Cr)

Sa (Qo+Qr)	= Qr x Cr
3000 mg/lt (0,016 m^3/dtk + 0,0096 m^3/detik)	= 0,0096m^3/detik x Cr
Cr	= 8000 mg/l

- Debit masuk (Qin)

Qin = Qo + Qr

= 0,016 m^3/detik + 0,0096 m^3/detik

= 0,0256 m^3/detik

= 25,6 l/detik

= 2211,84 m^3/hari

- Konsentrasi BOD dalam reactor (Ca)

$$Ca = \frac{(\text{So x Qo})+(\text{Se x Qr})}{\text{Qo+Qr}}$$

$$Ca = \frac{(360\ \text{mg/l x } 0{,}016\ \text{m}^3/\text{detik})+(18\ \text{mg/l x } 0{,}0096\ \text{m}^3/\text{detik})}{0{,}016\ \text{m}^3/\text{detik} + 0{,}0096\ \text{m}^3/\text{detik}}$$

Ca = 231,75 mg/l

- Waktu detensi (Td) Bak Activated Sludge

f/m = 0,1 – 0,6

$$f/m = \frac{Ca}{\theta\ x\ X}$$

$$0{,}6 = \frac{231{,}75\ mg/l}{\theta\ x\ 3000}$$

θ = 0,129 hari

- Volume Reaktor

Vr = Q in (1+R) θ

Vr = 2211,84 m^3/hari (1+0,6) 0,129 hari

Vr = 456,5 m^3

- Dimensi bak aerasi

  Direncanakan

  Kedalaman bak = 2,5 m

  Kedalaman bak total = H + (20% x H)

  = 2,5 m + (20% x 2,5 m)

  = 3 m

  L = 2B

  Maka,

  Volume = L x B x H

  456,5 m³ = 2B x B x 3 m

  B $= \sqrt{\frac{456{,}5\ m^3}{6\ m}}$

  B = 8,7 m

  L = 2 x B

  L = 2 x 8,7 m

  L = 17,4 m

- Jari-jari Hidrolis (R)

  R $= \frac{B\ x\ H}{B+2H}$

  R $= \frac{17{,}4\ m\ \ x\ 3\ m}{17{,}4\ m+(2\ x\ 3\ m)}$

  R = 2,56 m

- Slope (S)

  S $= \left[\frac{n\ x\ v}{R^{2/3}}\right]^2$

  S $= \left[\frac{0{,}013\ x\ 0{,}4\ m/detik}{2{,}56^{2/3}}\right]^2$

  S = 0,000000077 m/m

- Headloss (Hf)

Hf = S x L

Hf = 0,000000077 m/m x 17,4 m

Hf = 0,00000134 m

- Kualitas lumpur yang dihasilkan setiap hari ($Y_{observated}$)

$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + kd \times \theta c}$

$Y_{obs} = \frac{0,6\ mgVSS/mgBOD_5}{1 + 0,1/hari \times 8\ hari}$

Y_{obs} = 0.33 mg VSS/mg BOD_5

- Pertumbuhan MLVSS (Px) / massa lumpur aktif

$Px = \frac{Y_{obs} \times Qin \times (Ca - Se)}{1000\ gr/kg}$

$Px = \frac{0.33\ mgVSS/mgBOD_5 \times 2211,84\ m3/hari \times (231.75\ mg/l - 18\ mg/l)}{1000\ gr/kg}$

Px = 156 kg VSS/hari

- Dalam MLSS (PxSS)

$PxSS = \frac{Px}{0,8}$

$PxSS = \frac{156\ kg\ VSS\ /hari}{0,8}$

PxSS = 195 kg VSS/hari

- Pembuangan Lumpur

Dari tangki aerasi

$Q\ wa = \frac{Volume}{\theta c} = \frac{456,5\ m^3}{8\ hari} = 57\ m^3/hari$

Dari Recyle Line

$Q\ wr = \frac{Volume \times x}{\theta c \times Xr} = \frac{456,5\ m^3 \times 3000\ mg/lt}{8\ hari \times 8000\ mg/lt} = 21,39\ m^3/hari$

- Kontrol F/M ratio

F/M $= \frac{Ca}{\theta \times X} = \frac{231.75\ mg/lt}{0.129 \text{ hari} \times 3000\ mg/lt}$ = 0.6/hari

- Kontrol Volumetric Loading (V_L)

V_L = 0.8 – 2 kg/m^3.hari

$V_L = \frac{\text{Qin x Ca}}{\text{Volume}}$

$V_L = \frac{25{,}6 \text{ l/detik x } 231{,}75\ mg/l\ x\ 86400 detik/hari}{456{,}5 \text{ m}^3 \text{ x } 10^6 mg/kg}$

V_L = 1,12 kg/m^3.hari (Memenuhi)

- Kebutuhan Oksigen (O_2)

Massa BOD_L

Dengan f = factor konversi BOD_5 ke BOD_L (0,85)

Massa BOD_L $= \frac{Qin\ x\ (Ca - Se) x 10^{-3}}{f}$

Massa BOD_L $= \frac{2211{,}84 \text{ m}^3\text{/hari x } (231{,}75 \text{ mg/l } - 18\text{mg/l})\text{x}^{10^3 gr}/_{10^6 kg}}{0{,}85}$

Massa BOD = 556,2 kg/hari

- Kebutuhan O_2 Total

Kebutuhan O_2 total = BOD_L – (1,42 x Px)

Kebutuhan O_2 total = 6,43 kg/hari – (1,42 x 156 kg VSS/hari)

Kebutuhan O_2 total = 334,68 kg O_2/hari

Kebutuhan O_2 total = 13,9 kg O_2/jam

- Kebutuhan O_2 Nyata (AOR) untuk BOD Removal

AOR $= \frac{O_2 total}{f}$

AOR $= \frac{334{,}68 \text{ kg O2/hari}}{0{,}85}$

AOR = 393,7 kg/hari

- Volume Udara yang Dibutuhkan

Efisiensi transfer O_2 untuk aerasi = 8%

Udara mengandung = 20% O_2

ρ udara = 1,2 kg/m^3

Maka,

- Kebutuhan Udara Teoritis

Keb. Udara teoritis $= \frac{kebutuhan\ O_2\ total\ (\frac{kg}{hari})}{\rho\ udara\ x\ \%\ O_2}$

Keb. Udara teoritis $= \frac{334{,}68\ \text{kg O2/hari}}{1{,}2\ kg/m^3 x\ 20\%\ O_2}$

Keb. Udara teoritis = 1394,5 m^3/hari = 0,016 m^3/detik

- Kebutuhan Udara Actual

Keb. Udara actual $= \frac{kebutuhan\ O_2 teoritis}{efisiensi\ transfer\ O_2}$

Keb. Udara actual $= \frac{0{,}016\ \text{m}^3/\text{dtk}}{8\%}$

Keb. Udara actual = 0,2 m^3/detik

- Kebutuhan Udara Design

Keb. Udara design = Kebutuhan O_2 actual x factor pengamanan

Keb. Udara design = 0,2 m^3/detik x 2

Keb. Udara design = 0,4 m^3/detik

- Udara yang dibutuhkan per kg BOD_5 yang diremoval

Kebutuhan Udara $= \frac{kebutuhan\ udara\ aktual}{Qin(Ca-Se)}$

Kebutuhan Udara $= \frac{0{,}2\ \text{m}^3/\text{dtk}}{0{,}0256\ \text{m}^3/\text{detik x}\ (231{,}75\ \text{mg/l}-18\ \text{mg/l})}$

Kebutuhan Udara = 0,036 m^3/gr

Kebutuhan Udara = 36 m^3/kg BOD_5 yang teremoval

- Transfer O_2 di lapangan

  N = kg O_2/Kw.jam transfer di bawah kondisi lapangan

  No = kg O_2/Kw.jam transfer di bawah kondisi standart (20˚C) Nilai No (1,5)

  β = factor koreksi salinity surface (1)

  Cw = konsentrasi O_2 jenuh (8,16 mg/lt)

  Cl = konsentrasi O_2 operasi (2 mg/lt)

  T = temperature ˚C

  α = factor koreksi O_2 transfer (0,8 – 0,85)

  N $= No \left[\frac{\beta\ x\ Cw\ x\ Cl}{9,17}\right] x\ 1,024^{T-20}\ x\ \alpha$

  N $= 1,5\ x \left[\frac{1\ x\ 8,16 mg/l - 2\ mg/l}{9,17}\right] x\ 1,024^{30-20} x\ 0,85$

  N = 1,08 kg O_2/kw jam

- Tenaga Aerator (D)

  Direncanakan RO_2 = kebutuhan O_2 Total

  D $= \frac{RO_2}{N}$

  D $= \frac{13,9\ \text{kg O2/jam}}{1,08\ \text{kg}\ O_2\text{/kw jam}}$

  D = 12,87 kw

- Jumlah Aerator (n)

  Kriteria tenaga aerator = 2,66 – 3,88 kwh/10^3.m^3

  Maka,

  Daya aerator $= \frac{3,88\ kwh}{10^3 x m^3} x\ volume\ aerasi$

  Daya aerator $= \frac{3,88\ kw}{10^3 x m^3}\ x\ 456,5\ m^3$

  Daya aerator = 1,771 kw/unit

  n $= \frac{tenaga\ aerator}{daya\ aerator}$

  n $= \frac{12,87\ kw}{1,771\ \frac{kw}{unit}}$

n = 7 unit

(Jumlah aerator untuk bak aerator = 7 unit, ditambah dengan 1 aerator cadangan)

(Surface Aerator)

Bangunan equalisasi dilengkapi sebuah surface aerator, dalam penentuan surface aerator disesuaikan dengan kriteria dimensi bangunan, sebagai berikut :

Menggunakan Mechanical Surface Aerators low speed karena rentang transfer O_2 nya 0,7 – 1,5 kg/kwH (paling tinggi) sedangkan yang dibutuhkan 1,08 kg O_2/kw jam

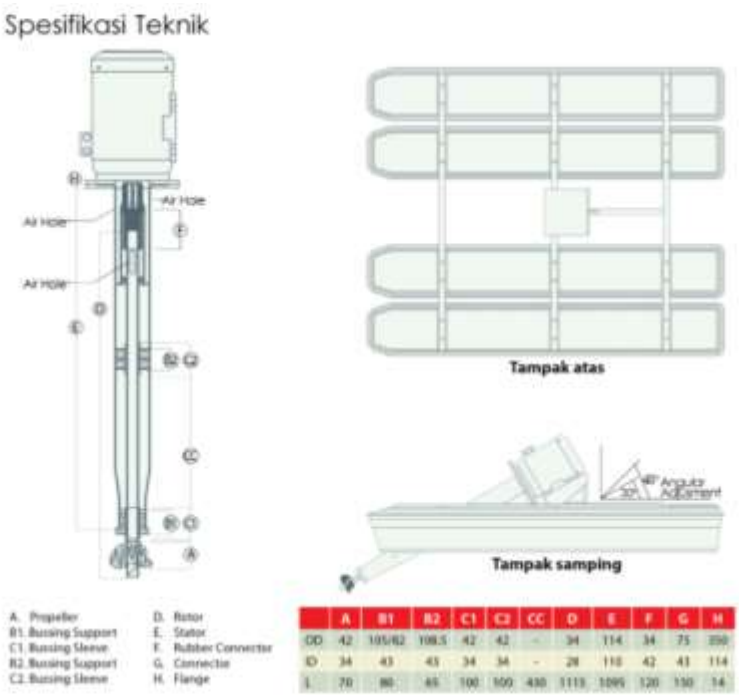
(Sumber: Metcalf & Eddy Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fifth Edition, 2014 Page 440)

Tabel 5. 2 Spesifikasi Surface Aerator

Spesifikasi Produk

Spesifikasi OXY II

Type	2HP	3Hp	5HP	7HP	10HP	15Hp	20HP
Power	2 HP/ 380 V/ 3 phase/ 50 Hz		5,5 HP/ 380V/ 3 phase/ 50 Hz	7,5 HP/ 380V/ 3 phase/ 50 Hz	10 HP/ 380/ 660 V/ 3 Phase/ 50 Hz	15HP/ 380/ 660V/ 3ph/ 50 Hz	20HP/ 380/ 660V/ 3ph/ 50 Hz
O2 Transfer	2,6 – 2,8 kg O²/m³/m²		6.5 – 6,8 kg O²/m³/m²	6.5 – 6,8 kg O²/m³/m²	12,5 – 12,8 kg O²/ m³/m²	18,5 kg O²/m³/m²	24,2 – 24,4 kg O²/ m³/m²
Max. Depth	2 – 2,5 meter		2,7 – 3,3 meter	2,7 – 3,3 meter	3 – 3,5 meter	3 – 3,5 meter	3 – 3,5 meter
Mixing Volume	30 – 80 m³		30 – 80 m³	185 – 285 m³	30 – 80 m³	330 – 510 m³	490 – 760 m³
Propeller	Stainless steel (Casting)		Stainless steel (Casting)	Stainless steel (Casting)	Stainless Steel (Casting)	Stainless steel (Casting)	Stainless steel (Casting)
Bussing	Stainless steel		Stainless steel	Stainless steel	Stainless Steel	Stainless steel	Stainless steel
Bussing support	Nylon		Nylon	Nylon	Nylon	Nylon	Nylon
Rotor			Stainless steel	Stainless steel	Stainless Steel	Stainless steel	Stainless steel
Stator			Stainless steel	Stainless steel	Stainless Steel	Stainless steel	Stainless steel
Connector			SS joint Rubber	SS joint Rubber	Rubber	Rubber	Rubber
Flange			Stainless steel	Stainless steel	Stainless Steel	Stainless steel	Stainless steel
Motor Driver			Electrim Ex. Polandia	Electrim Ex. Polandia	Siemens Type B35	Brand Elektrim B5	Elektrim ex. Poland
Floater			Fiber Reinforced Plastic	Fiber Reinforced Plastic	Fiber Reinforced Plastic	Fiber Reinforced Plastic	Fiber Reinforced Plastic



	A	B1	B2	C1	C2	CC	D	E	F	G	H
OD	42	105/82	108.5	42	42	-	34	114	34	75	350
ID	34	43	43	34	34	-	28	110	42	41	114
L	70	80	65	100	100	430	1115	1095	120	150	14

Gambar 5. 3 Gambar Surface Aerator

<u>Spesifikasi aerator, tipe surface aerator</u>

- Surface Turbo Jet Aerator II (OXY II) TYPE 10 HP (Fine bubble)
- Power = 10 Hp/380/60 V/3 Phase/50 Hz
- O2 transfer = 12,5 – 12,8 kg/O2/m^3/m^2
- Max Depth = 3 – 3,5 m
- Mixing volume = 30 – 80 m^3
- Propeller = Stainless Steel (Casting)
- Bussing = Stainless Steel
- Bussing Support = Nylon
- Rotor = Stainless Steel
- Stator = Stainless Steel
- Connector = Rubber
- Flange = Stainless Steel
- Motor Driver = Siemens Type B35
- Floater = Fiber Reinforced Plastic

Saluran Inlet

Ruang Transisi

Desain Perencanaan:

Q Total = 0,016 m^3/detik

Qin = 0,0256 m^3/detik

H ruang transisi = 1 m

Panjang saluran (L) = 17,4 m

Lebar bak (B) = 1 m

Waktu Detensi (td) = 5 menit = 300 detik

Perhitungan:

- Kecepatan Aliran (v)

$$v = \frac{Qin}{L \times H}$$

$$v = \frac{0{,}0256\ m^3/detik}{17{,}4\ m \times 1\ m}$$

v = 0,00147 m/detik

- Jari-jari Hidrolis (R)

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

$$R = \frac{1\ m \times 1\ m}{1\ m+(2 \times 1\ m)}$$

R = 0,33 m

- Slope (S) $= \left[\frac{V \times n}{R^{2/3}}\right]^2$

$$S = \left[\frac{0{,}00147\ m/dtk \times 0{,}013}{0.33^{2/3}}\right]^2$$

S = 1,6x10^{-9} m/m

- Headloss (Hf)

Hf = S x L

Hf = 1,6x10^{-9} m/m x 17,4 m

Hf = $2{,}784 \times 10^{-8}$ m

Pipa Return Activated Sludge

<u>Direncanakan:</u>

Qr = 0,0096 m^3/detik

v = 0,3 m/detik

<u>Perhitungan:</u>

- Luas Permukaan Pipa (A)

  $A = \frac{Qr}{v}$

  $A = \frac{0{,}0096\ m^3/detik}{0{,}3\ m/detik}$

  A = 0,032 m^2

- Diameter pipa

  $D = \sqrt{\frac{4\ x\ A}{\pi}}$

  $D = \sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}092\ m^2}{3{,}14}}$

  D = 0,34 m

Saluran Outlet

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Kecepatan Aliran (v)= 0,3 m/det
- Qeff = 0,0256 m^3/detik

<u>Perhitungan:</u>

- Luas permukaan (A)

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

  $A = \frac{0{,}0256 \frac{m^3}{detik}}{0{,}3 \frac{m}{detik}}$

  A = 0,08 m^2

- Diameter Pipa (D)

D $= \sqrt{\frac{4 \, x \, A}{\pi}}$

D $= \sqrt{\frac{4 \, x \, 0.08}{3.14}}$

D = 0,18 m

- Cek Kecepatan (V_{cek})

V_{cek} $= \frac{Q}{\frac{1}{4} x \, \pi \, x \, d^2}$

V_{cek} $= \frac{0.016}{\frac{1}{4} x \, 3.14 \, x \, 0{,}18^2}$

V_{cek} = 0,6 m/detik (Memenuhi)

Pompa dari Activated Sludge ke Clarifier

<u>Kriteria Perencanaan:</u>

- Q = 2211,84 m^3/hari = 0,0256 m^3/detik
- D = 39,3701 inch = 1 m
- Jumlah pompa = 1 unit
- Jenis pompa = Centrifugal Pump
- Panjang pipa suction = 3 m
- Panjang pipa discharge = 5 m
- Aksesoris (nilai K): Gate valve = 0,20
- Check valve = 2,0
- Belokan 90° = 0,75
- T aliran cabang = 0,5
- T aliran lurus = 1,5
- C = 130

(Sumber : Susumu Kawamura, "Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities", Second Edition)

<u>Perhitungan:</u>

Hf Pipa Suction

- Headloss Mayor Pipa Suction ($Hf_{Mayor\ suction}$)

$Hf_{Mayor\ suction} = \frac{L\ x\ Q^{1.85}}{(0,2785\ x\ D^{2.63} x\ C)^{1.85}}$

$Hf_{Mayor\ suction} = \frac{3\ x\ 0,28^{1.85}}{(0,2785\ x\ 1^{2.63} x\ 130)^{1.85}}$

$Hf_{Mayor\ suction}$ = 0,00037 m

- Headloss Minor Pipa Suction ($Hf_{Minor\ suction}$)

Belokan 90° (k = 0,75)

$Hf_{Minor\ suction} = k\frac{v^2}{2g}$

$Hf_{Minor\ suction} = 0,75\frac{(1m/s)^2}{2\ x\ 9,81}$

$Hf_{Minor\ suction}$ = 0,038 m

- Headloss Check Valve ($Hf_{Check\ valve}$)

Valve 1 buah (k = 2,0)

$Hf_{Check\ valve} = k\frac{v^2}{2g}$

$Hf_{Check\ valve} = 2,0\frac{(1m/s)^2}{2\ x\ 9,81}$

$Hf_{Check\ valve}$ = 0,1019 m

- Headloss Minor Total (Hf_{Minor})

Hf_{Minor} = 0,038 m + 0,1019 m

Hf_{Minor} = 0,1399 m

- Headloss Pipa Suction

Hf pipa suction = HF mayor + HF minor

= 0,00037 m + 0,1399 m

= 0,14027 m

- Head Statis

  Head statis = H.muka air GR + Kedalaman sumur pengumpul

  = 0,5 m + 4 m

  = 4,5 m

Hf discharge

- Headloss Mayor Pipa Discharge ($Hf_{Mayor\ Discharge}$)

  $Hf_{Mayor\ Discharge} = \frac{L\ x\ Q^{1.85}}{(0.2785\ x\ D^{2.63} x\ C)^{1.85}}$

  $Hf_{Mayor\ Discharge} = \frac{5\ x\ 0.28^{1.85}}{(0.2785\ x\ 1^{2.63} x\ 130)^{1.85}}$

  $Hf_{Mayor\ Discharge}$ = 0,00062 m

- Headloss Minor Pipa Discharge ($Hf_{Minor\ Discharge}$)

  Belokan 90° (k = 0.75)

  $Hf_{Minor\ Discharge} = k\frac{v^2}{2g}$

  $Hf_{Minor\ Discharge} = 0{,}75\frac{(\frac{0{,}95m}{s})^2}{2\ x\ 9{,}81}$

  = 0,67 m

- Hf Check Valve ($Hf_{Check\ Valve}$)

  Valve 1 buah (k = 0,2)

  $Hf_{Check\ Valve} = k\frac{v^2}{2g}$

  $Hf_{Check\ Valve} = 0{,}2\frac{\left(\frac{0{,}95m}{s}\right)^2}{2\ x\ 9{,}81}$

  $Hf_{Check\ Valve}$ = 0,0092 m

- Hf Discharge Total = 0,00062 m + 0,67 m + 0,0092 m

  = 0,67982 m

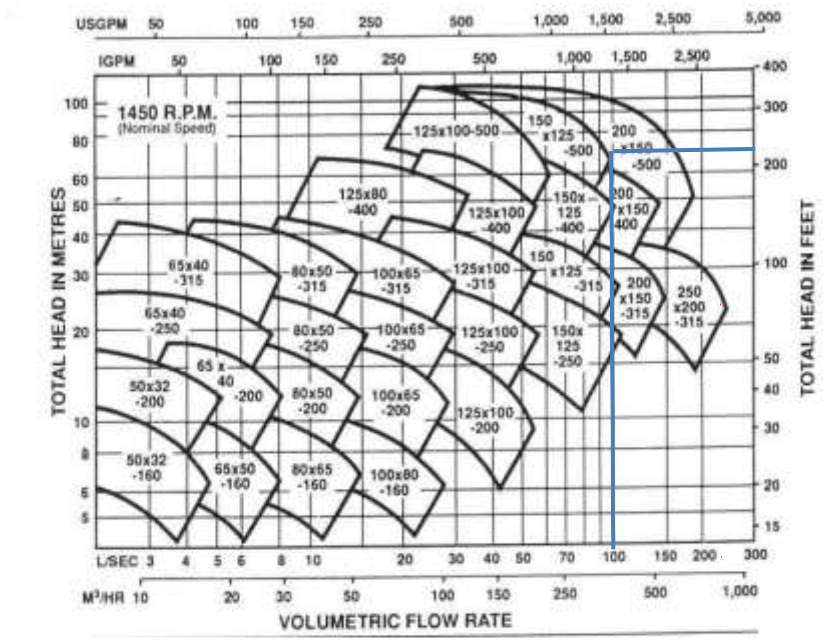
- Hf total = Hf suction + Hf discharge + H statis

  Hf total = 0,14027 m + 0,67982 m + 4.5 m

Hf total = 5,32009 m

Head pompa yang diperoleh,yaitu sebesar 5,32009 m = 209,45 inch dan debit pompa sebesar 0,28 m^3/detik = 100,8 m^3/jam = 280 l/detik maka kemudian diplotkan ke dalam kurva karakteristik pompa yang digunakan, yaitu pompa sentrifugal Grundfos. Berikut adalah kurva karakteristik pompa.

SELECTION CHART 1450/2900 RPM



Berdasarkan kurva di atas diperoleh:

Tipe pompa = 200 x 150 -500 dimana:

200 inch = diameter hisap (*suction*)

150 inch = diameter keluar (*discharge*)

500 = Frekuensi (Hz)

Gambar 5. 4 Pompa

Resume Activated Sludge:

- Debit recycle (Qr) = 0,0096 m^3/detik
- Debit masuk (Qin) = 2211,84 m^3/hari
- Waktu detensi (Td) = 0,129 hari
- Volume reaktor (Vr) = 456,5 m^3
- Tinggi bak aerasi (H) = 3 m
- Tinggi total bak aerasi (Htotal) = 3,6 m
- Panjang bak aerasi (L) = 17,4 m
- Lebar bak aerasi = 8,7 m
- Jari-jari hidrolis (R) = 2,56 m
- Slope (S) = 7,7x10-8 m/m
- Headloss (Hf) = 1,34x10-6 m
- Tenaga aerator (D) = 12,87 kw
- Jumlah aerator (n) = 7 unit
- Daya aerator = 1,771 kw/unit
- Panjang pipa resirkulasi = 17,4 m
- Diameter pipa resirkulasi = 0,34 m
- Diameter pipa outlet = 0,18 m

<u>Pompa</u>

Pipa Suction

- Hf mayor suction = 0,00037 m
- Hf minor suction = 0,038 m
- Hf check valve = 0,1029 m
- Hf minor total = 0,1399 m
- Hf pipa suction = 0,14027 m
- Head statis = 4,5 m

Pipa Discharge

- Hf mayor discharge = 0,00062 m
- Hf minor discharge = 0,67 m
- Hf check valve = 0,0092 m
- Hf discharge total = 0,67982 m
- Hf total = 5,32009 m

5.6 Bak Pengendap II (Clarifier)

<u>Kriteria Perencanaan:</u>

- Bentuk bak pengendap = Bentuk circular
- Diameter clarifier = 3 – 60 m
- Waktu detensi (td) = 1,5 – 2,5 jam
- Weir Loading Rate = 125 – 500 m^2/hari

(Sumber: Metcalf & Eddy, Waste Water Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition, hal 398)

- Over Flow Rate (average flow) = 40 – 64 m/hari
- Diameter inlet well = 15 – 20% diameter tangki
- Tinggi inlet well = 0,5 – 0,7 m

(Sumber: Metcalf & Eddy, Waste Water Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition, hal 401)

- Kedalaman tangki = 3,5 – 6 m

(Sumber: Metcalf & Eddy, Waste Water Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition, hal 687)

- MLSS = 4000 – 12000 mg/L

(Sumber: Metcalf & Eddy, Waste Water Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition, hal 690)

- Bilangan Reynold (NRe) untuk Vs= < 1 (laminar)

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

- Bilangan Reynold (NRE) untuk Vh = < 2000 (aliran laminar)
- Bilangan Froude (Nfr) = $>10^{-5}$

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

- Koef. β (uni-granular sand/ non-uniform) = 0,04 – 0,06
- Faktor gesekan hidrolis (λ) = 0,03

(Sumber: Huisman, L. 2004. Sedimentation and Flotation, hal 57)

- Spesific gravity sludge (Primary Sludge) = 1,005

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

- Massa jenis solid (ρs) = Sg x ρ = 1,005 x 996 kg/m^3 = 1000,9 kg/m^3
- Freeboard (fb) = 5 – 30% kedalaman

(Sumber: Chow, Ven Te. 1959. Open Channel Hydraulics, hal 159)

- Volatile solid = 60 – 90 %
- Dry solid = 3 – 8 %
- **(Sumber : Qasim, hal 428)**
- Tinggi air diatas pelimpah = 1 – 2 mm

(Sumber : Qasim, hal 287)

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Jumlah bak pengendap = 1 bak berbentuk circular

- Debit air limbah (Q) = 0,016 m^3/detik
- Dengan suhu air = 30˚C
- Diperoleh viskositar (μ) = 0,8004 x 10^{-3} m/detik
- Diperoleh Densitas = 0,99368 g/cm^3 = 993 kg/m^3

(Sumber : Reynold, hal : 762 - 763)

- Waktu detensi (td) = 2 jam = 7200 detik
- Kedalaman zona settling = 3 m
- Koef manning untuk beton (n) = 0,013
- Spesifik gravity (Ss) = 2,65
- Faktor isi porositas (β) = 0,0 – 0,12 = 0,02
- Overflow rate = 40 m^3/m^2.hari
- D wall = 20% x D bak
- MLVSS/MLSS ratio = 80%
- MLVSS (mixed liquor volatile suspended solids) = 2400 mg/l
- MLSS (mixed liquor suspended solids) = 3000 mg/l

<u>Perhitungan:</u>

a. Zona Settling

Qin = Q limbah/hari + Qr

- Debit dengan Rasio Resirkulasi (Qr)

  Qr = Q x Rasio resirkulasi

  Qr = 1382,4 m^3/hari x 0,8

  Qr = 1105,92 m^3/hari

- Debit masuk (Qin)

  Qin = 1382,4 m^3/hari + 1105,92 m^3/hari

  Qin = 2488,32 m^3/hari

  Qin = 0,03 m^3/detik

- Luas Area Surface (As)

As $= \frac{Qin}{Overflow\ rate}$

As $= \frac{2488,32\ m^3/hari}{40 m^3/m^2.hari}$

As = 62,2 m^2

- Diameter Bak (D_{bak})

D_{bak} $= \sqrt{\frac{4\ x\ A}{\pi}}$

D_{bak} $= \sqrt{\frac{4\ x\ 62,2\ m^2}{3,14}}$

D_{bak} = 8,9 m (Memenuhi kriteria 3 – 6 m)

- Diameter Inlet Well (D_{inlet})

D_{inlet} = 20% x Diameter bak clarifier

D_{inlet} = 20% x 8,9 m

D_{inlet} = 1,78 m

- Diameter Total (D_{Total})

D_{Total} = D_{bak} + $D_{inlet\ wall}$

D_{Total} = 8,9 m + 1,78 m

D_{Total} = 10,68 m

- Volume Bak (V_{bak})

V_{bak} = Q x Td

V_{bak} = 0,03 x 7200 detik

V_{bak} = 216 m^3

- Kedalaman Bak (H_{bak})

V_{bak} = A x H

216 m^3 = 62,2 m^2 x H

H $= \frac{216\ m^3}{62,2\ m^2}$

H = 3,5 m

H_{total} = H + $H_{Freeboard}$

H_{total} = H + (20% x H)

H_{total} = 3,5 m + (20% x 3,5 m)

H_{total} = 4,2 m

- Cek Waktu Detensi (Cek_{Td})

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

Cek_{Td} $= \frac{(A\ x\ H)}{Q}$

Cek_{Td} $= \frac{(\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ d^2)\ x\ H)}{Q}$

Cek_{Td} $= \frac{(\frac{1}{4}\ x\ 3,14\ x\ (8,9m)^2)x\ 3,5m)}{0,03\ m^3/detik}$

Cek_{Td} = 7254,3 detik = 2 jam (Memenuhi 1,5 – 2,5 jam)

- Kecepatan Pengendapan (Vs)

Vs $= \frac{H}{Cek\ td}$

Vs $= \frac{3,5\ m}{2\ jam}$

Vs = 1,75 m/jam = 4,86 x 10^{-4} m/detik

- Kecepatan Horizontal (Vh)

Vh $= \frac{Qin}{\pi\ x\ D\ x\ H}$

Vh $= \frac{0,03\ m^3/detik}{3,14\ x\ 8,9\ m\ x\ 3,5\ m}$

Vh = 3,07 x 10^{-4} m/detik

(Memenuhi syarat Vh < Vs = 3,07 x 10^{-4} m/detik < 4,86 x 10^{-4} m/detik)

- Diameter Partikel

$D_{partikel} = \sqrt{\frac{Vs \: x \: \mu \: x \: 18}{g \: (sg-1)}}$

$D_{partikel} = \sqrt{\frac{0{,}000486 \: x \: 0{,}8746x10^{-3} N.detik/m^2 \: x \: 18}{9{,}8 \: (2{,}65-1)}}$

$D_{partikel}$ = 0,00068 m

- Kontrol Penggerusan (Vsc)

$Vsc = \sqrt{\frac{8 \: x \: (Sg-1) g \: x \: Dp}{\lambda}}$

$Vsc = \sqrt{\frac{8 \: x \: 1{,}65 \: x \: 9{,}8 \: x \: 0{,}00068 \: m}{0{,}03}}$

Vsc = 1,71 m/detik

Memenuhi syarat, tidak terjadi penggerusan. Vsc > Vs = 1,71 m/detik > 4,86 x 10^{-4} m/detik

Memenuhi syarat, tidak terjadi penggerusan. Vsc > Vh = 1,71 m/detik > 3,07 x 10^{-4} m/detik.

- Jari-Jari Hidrolis (R)

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

$R = \frac{\frac{1}{4} x \: 3{,}14 \: x \: D^2}{\pi \: x \: D^2}$

$R = \frac{\frac{1}{4} x \: 3{,}14 \: x \: (8{,}9m)^2}{3{,}14 \: x \: (8{,}9 \: m)^2}$

R = 0,25 m = 25 cm

- Slope (S)

$S = \left[\frac{Vh \: x \: n}{R^{2/3}}\right]^2$

$S = \left[\frac{3{,}07x10^{-4} m/detik \: x \: 0{,}013}{(0{,}25)^{2/3}}\right]^2$

S = $1{,}01x10^{-10}$ m/m

- Hf $= S \times D$

  Hf $= 1{,}01x10^{-10}$ m/m x 8,9 m

  Hf $= 8{,}99x10^{-10}$ m

- Cek Bilangan Reynold (Nre)

  Nre $= \frac{Vh \; x \; R}{\mu}$

  Nre $= \frac{3{,}07x10^{-4} m/detik \; x \; 0{,}25m}{0{,}8746x10^{-3} N.detik/m^2}$

  Nre = 0,088 (Memenuhi, Nre < 2000)

- Cek Bilangan Froude (Nfr)

  Nfr $= \frac{Vh}{\sqrt{g \; x \; H}}$

  Nfr $= \frac{3{,}07x10^{-4} m/detik}{\sqrt{9{,}81 \; x \; 3{,}5 \; m}}$

  Nfr $= 5{,}24 \times 10^{-5}$ (Memenuhi, Nfr > 10^{-5})

<u>Resume Zona Settling:</u>

- Debit masuk (Qin) = 0,03 m^3/detik
- Luas area surface (As) = 62,2 m^2
- Diameter bak (D_{bak}) = 8,9 m
- Diameter inlet well = 1,78 m
- Diameter total (D_{total}) = 10,68 m
- Volume bak (V_{bak}) = 216 m^3
- Kedalaman bak (H_{bak}) = 3,5 m
- Kedalaman total bak (H_{total}) = 4,2 m
- Cek waktu detensi (Cek td) = 7254,3 detik = 2 jam
- Kecepatan pengendapan (Vs) = 1,75 m/jam = $4{,}86x10^{-4}$ m/detik
- Kecepatan horizontal (Vh) = $3{,}07x10^{-4}$ m/detik
- Diameter partikel ($D_{partikel}$) = 0.00068 m
- Kontrol penggerusan (Vsc) = 1,71 m/detik
- Jari-jari hidrolis (R) = 0,25 m

- Slope (S) = $1{,}01 \times 10^{-10}$ m
- Headloss (Hf) = $8{,}99 \times 10^{-10}$ m
- Nre = 0,088 (Memenuhi, Nre < 2000)
- Nfr = $5{,}24 \times 10^{-5}$ (Memenuhi, Nfr > 10^{-5}

b. Zona Sludge

<u>Desain Perencanaan:</u>

- Volatile solid 60% = dengan Bj = 1,3 gr/cm3
- Fixed solid 40% = dengan Bj = 2,5 gr/cm3
- Sludge terdiri dari 95% air dan 5% solid
- Qtiap bak = 0,03 m^3/detik
- % removal

  TSS = 80%

  COD = 85%

  TSS = 216 mg/l

  COD = 100 mg/l

<u>Perhitungan:</u>

- Berat Jenis Solid (Sg)

  Sg = (60% x Sg volatile Solid) + (40% x Fixed Solid)

  Sg = (60% x 1,3 gr/cm^3) + (40% x 2,5 gr/cm^3)

  Sg = 1,78 gr/cm^3

- Berat Jenis Sludge (Si)

  Si = (5% x 1,78 gr/cm^3) + (95% x 1 gr/cm^3)

  Si = 1,039 gr/cm^3 = 1039 kg/m^3

- Removal TSS (Cn)

  Cn = Co – (Co x 80%)

  Cn = 216 mg/l – (216 mg/l x 80%)

  Cn = 43,2 mg/l

- Berat Solid Perhari = Removal TSS x Q tiap bak

  Berat Solid Perhari = 43,2 mg/l x 0,03 m^3/detik

  Berat Solid Perhari = 1,3 mg/detik = 0,11 kg/hari

- Volume Solid Perhari = $\frac{Berat\ Solid}{Berat\ Jenis\ Solid}$

  Volume Solid Perhari = $\frac{1{,}3\ mg/l}{1{,}78\ gr/cm^3}$

  Volume Solid Perhari = 0,73 m^3/hari

- Berat Air Perhari = $\left(\frac{95\%}{5\%}\right)\ x\ Berat\ Solid$

  Berat Air Perhari = $\left(\frac{95\%}{5\%}\right)\ x\ 0{,}11\ kg/hari$

  Berat Air Perhari = 2,09 kg/hari

- Volume Air Perhari = $\frac{Berat\ Air}{Berat\ Jenis\ Air}$

  Volume Air Perhari = $\frac{2{,}09\ kg/hari}{1000\ kg/m^3}$

  Volume Air Perhari = 0,00209 m^3/hari

- Volume Lumpur Perhari = Volume Air + Volume Solid

  Volume Lumpur Perhari = 0,00209 m^3/hari + 0,73 m^3/hari

  Volume Lumpur Perhari = 0,732 m^3/hari

- Berat Lumpur = Volume Lumpur x Berat Jenis Sludge

  Berat Lumpur = 0,732 m^3/hari x 1039 kg/m^3

  Berat Lumpur = 760,5 kg/hari

Resume Zona Sludge:

- Berat jenis solid (Sg) = 1,78 gr/cm^3
- Berat jenis sludge (Si) = 1,039 gr/cm^3 = 1039 kg/m^3
- Removal TSS (Cn) = 43,2 mg/l

- Berat solid perhari = 0,11 kg/hari
- Volume solid perhari = 0,73 m^3/hari
- Berat air perhari = 2,09 kg/hari
- Volume air perhari = 0,00209 m^3/hari
- Volume lumpur perhari = 0,732 m^3/hari
- Berat lumpur = 760,5 kg/hari
- Kedalaman zona sludge = 0,69 m

c. Zona Thickening

<u>Perhitungan</u>

- Total Massa Solid Dalam Bak

  Massa Solid Total = MLVSS x Volume Bak

  Massa Solid Total = MLVSS x $(\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ (8{,}9^2)\ x\ 3{,}5m)$

  Massa Solid Total = 2400 mg/l. 10^{-6}kg/mg x $(\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ (8{,}9^2)\ x\ 3{,}5m)$

  Massa Solid Total = 522,3 kg

- MLVSS dalam Clarifier

  Diasumsi % bilogical yang tetap dalam bak Activated Sludge = 30% maka:

  MLVSS = 30% x MLVSS

  = 30% x 2400 mg/L

  = 720 mg/L

- Massa Solid Clarifier = (1-P) x Massa Solid Dalam Bak

  Massa Solid Clarifier = (1-0,3) x 522,3 kg

  Massa Solid Clarifier = 365,6 kg/bak

- Kedalaman Zona Thickening (H)

  H $= \frac{Massa\ Solid\ Total\ Clarifier}{MLSS\ x\ Luas\ Surface\ Area}$

  H $= \frac{365{,}6\ \text{kg/bak}}{3\ kg/m^3\ x\ 62{,}2\ m^2}$

H = 1,9 m

Dimensi Ruang Lumpur

Desain Perencanaan:

- Pengurasan = Setiap 1 hari sekali
- Waktu tinggal = 2 jam/hari
- Diameter permukaan bawah = ¼ D bak = ¼ x 8,9 m = 2, m
- Diameter permukaan atas = Diameter bak clarifier = 8,9 m

Perhitungan:

- Volume Lumpur = Volume Lumpur x Waktu Pengurasan

  Volume Lumpur = 0,732 m^3/hari x 1 hari

  Volume Lumpur = 0,732 m^3/hari = 732 kg/hari

- Luas Permukaan Atas (A)

  A $= \frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2$

  A $= \frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ (8{,}9)^2$

  A = 62,2 m

- Luas Permukaan Bawah (A')

  A' $= \frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2$

  A' $= \frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ (2{,}2)^2$

  A' = 3,88 m = 4 m

- Volume Ruang Lumpur = $\frac{Total\ Massa\ Solid + Volume\ Lumpur}{\rho s}$

  Volume Ruang Lumpur = $\frac{732\ \text{kg}}{1000{,}9\ kg/m^3}$

  Volume Ruang Lumpur = 0,73 m^3

Direncanakan pengurasan dilakukan setiap hari dan ruang lumpur berbentuk kerucut dengan asumsi diameter ruang lumpur sebagai berikut :

Diameter permukaan atas = 8,9 m (diameter bak settling)

Jari-jari permukaan atas (R) = 4,45 m

Diameter permukaan bawah = 2 m (asumsi)

Jari-jari permukaan bawah (r) = 1 m

Vol. ruang lumpur = volume kerucut terpancung

Volume $= 1/3 \times \pi \times r^2 \times H$

$0{,}73\ m^3$ $= 1/3 \times 3{,}14 \times 1^2 \times H$

H = 0,69 m

- Kedalaman Total *Clarifier*

H_{total} $= H_{settling} + H_{thickening} + H_{sludge}$

= 3,5 m + 1,9 m + 0,69 m

= 6,09 m = 6 m

Pompa resirkulasi

Kriteria Perencanaan:

- ρ air (29°C) = 995,97 kg/m^3

  (Sumber : Reynold, 1996 hal 762)
- Kececepatan aliran (v) rencana = 0,5 m/s – 0,8 m/dtk
- Menggunakan pipa dengan C = 110

  (Sumber : Mackenzie L. Davis, 2010 hal C-1)
- Aksesoris (nilai K)

  Belokan 90° = 0,3

  (Sumber: Kawamura, 1991 hal 638)

Data Perencanaan:

- Debit yang digunakan = 0,016 m^3/s
- Panjang pipa suction = 7,45 (4,45 m + 3 m)
- Panjang pia discharge = 20,4 (17,4 m + 3 m)
- H statis = 27,85 m

Perhitungan:

- Diameter pipa suction & pipa discharge

  Q = v x A

  A = $\frac{Q}{v}$ = $\frac{0,016 m3/s}{0,4}$ = 0,04 m^2

  D = $\left[\frac{4\ x\ A}{\pi}\right]^{0,5}$ = $\left[\frac{4\ x\ 0,04}{3,14}\right]^{0,5}$

  D = 0,22 m = 8 inchi

- Cek Kecepatan aliran (v)

  Q = v x A

  v = $\frac{Q}{A}$ = $\frac{0,016\ m3/s}{\frac{1}{4}\ x\ 3,14\ x\ 0,22^2}$ = 0,42 m/s

- Headloss pipa Suction

  Hf mayor (untuk pipa lurus)

  L = total L suction = 12,4 m

  Hf_{mayor} = 10,7 x $\left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85}$ x $\left(\frac{L}{D^{4,87}}\right)$

  = 10,7 x $\left(\frac{0,016 m3/s}{110}\right)^{1,85}$ x $\left(\frac{7,45}{0,22^{4,87}}\right)$

  = 0,01 m

  (Sumber : Mackenzie L. Davis, 2010 hal3-19)

- Hf minor (aksesoris pipa)

  Belokan 90° = 1 buah (K = 0,3)

  Hf_{minor} = 0,3 x $\frac{(0,91\frac{m}{s})^2}{2\ x\ 9,81}$ = 0,015 m

  Hf suction total = $Hf_{mayor} + Hf_{minor}$

  = 0,01 m + 0,015 m

  = 0,025 m

- Headloss pipa Discharge

  Hf mayor (untuk pipa lurus)

  L = total L Discharge = 20,4 m

  Hf $_{mayor}$ $= 10{,}7 \text{ x } \left(\frac{Q}{C}\right)^{1{,}85} \text{ x } \left(\frac{L}{D^{4{,}87}}\right)$

  $= 10{,}7 \text{ x } \left(\frac{0{,}016\ m3/s}{110}\right)^{1{,}85} \text{ x } \left(\frac{20{,}4\ m}{0{,}22^{4{,}87}}\right)$

  = 0,027 m

  (Sumber : Mackenzie L. Davis, 2010 hal3-19)

- Hf minor (aksesoris pipa)

  Belokan 90° = 1 buah (K = 0,3)

  Hf $_{minor}$ $= 0{,}3 \text{ x } \frac{(0{,}99\frac{m}{s})^2}{2\ x\ 9{,}81}$ = 0,014 m

  Hf Discharge total = $Hf_{mayor} + Hf_{minor}$

  = 0,027 m + 0,014 m

  = 0,041 m

- Headloss total

  Headloos Total = Hf suction + Hf discharge + H statis

  = 0,025 m + 0,041 m + 27,85 m

  = 27,9 m

  Didapat Q sebesar 1400 m^3/hari >> 58,3 m^3 /jam dengan Head sebesar 27,9 m, maka dapat digunakan pompa Centrifugal Slurry Pumps dengan spesifikasi

  - Model = 2/1.5B-AH
  - Power = 15 Kw
  - Kapasitas = 32,4 – 72 m^3 /jam

d. Zona Outlet

<u>Kriteria perencanaan:</u>

- θ V *notch* = 90°
- jarak antar V *notch* = 50 cm
- *Coefficient of Discharger* (Cd) = 0,6

  (Sumber: Qasim, Syed R. Wastewater Treatment and Reuse, Vol 1, Guang Zhu, hal: 9-21)
- Kecepatan saluran pelimpah = 0,3 m/s
- Lebar saluran pelimpah = 2 x kedalaman saluran pelimpah
- Kecepatan pipa oulet = 0,5 m/s
- Panjang pipa oulet (L) = 1,5 m

  Menggunakan pipa jenis *Ductile Cast Iron Pipe* (DCIP), dengan nilai C = 110

  (Sumber: Darmasetiawan, M. 2004. Teori dan Perancangan Instalasi Pengolahan Air. Jakarta: Ekamitra Engineering)

<u>Perhitungan:</u>

- Panjang keliling Weir

  P = π x diameter bak

  = 3,14 m x 8,9 m

  = 27,9 m

  Jumlah V *notch* setiap pelimpah (*Weir*)

- n $= \frac{panjang\ keliling\ weir}{jarak\ antar\ v\ notch}$

  $= \frac{27{,}9\ m}{0{,}5\ m}$

  = 55,8 >> 56 buah

- Debit V *notch*

  $Q_{V\ notch} = \frac{Qin}{n}$

$= \frac{0,03\ m3/s}{56}$

$= 5,3 \times 10^{-4}\ m^3/s$

- Tinggi pelimpah setelah melalui V-*notch*

$Q_{v\ notch} = \frac{8}{15} \times Cd \times \sqrt{2 \, . \, g} \times \tan \frac{a}{2} \times h^{2/5}$

$5,3 \times 10^{-4}\ m^3/s = \frac{8}{15} \times 0,584 \times \sqrt{2 \, . \, 9,81} \times \tan \frac{90°}{2} \times h^{2/5}$

$5,3 \times 10^{-4}\ m^3/s = 2,2\ h^{2/5}$

$h = 0,035\ m$

- Luas permukaan saluran pelimpah

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

$= \frac{0,03\ m3/s}{0,3}$

$= 0,1\ m^2$

- Dimensi saluran pelimpah

$A = W \times h$

$0,1\ m^2 = 2h \times h$

$0,1\ m^2 = 2h^2$

$h = 0,22\ m$

H_{total} = H + *freeboard*

= H + (20% x H)

= 0,22 + (20% x 0,22)

= 0,26 m

B = 2 xh

= 2 x 0,26m

= 0,52 m

Pipa Outlet

- Luas penampang pipa

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

  $= \frac{0{,}016\ m3/s}{0{,}3\ m/s}$

  $= 0{,}05\ m^2$

- Diameter Pipa Outlet

  D $= \sqrt{\frac{4\ A}{\pi}}$

  $= \sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}05}{3{,}14}}$

  = 0,28 m >> 11 inchi → pasaran RUCIKA LITE

- Headloss pipa

  Headloss Mayor (Hf mayor)

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

  $= \left(\frac{0{,}016\ m3/s}{0{,}2785\ x\ 110\ x\ 0{,}28^{2{,}63}}\right)^{1{,}85}$ x 1,5 m

  = 0,000622 m

  Headloss minor (Hf minor)

  1 elbow 90° + 1 gate valve

  Hf minor $= \left(\frac{n\ x\ k\ x\ v^2}{2\ x\ g}\right) + \left(\frac{n\ x\ k\ x\ v^2}{2\ x\ g}\right)$

  $= \left(\frac{1\ x\ 1{,}1\ x\ 0{,}4^2}{2\ x\ 9{,}81}\right) + \left(\frac{1\ x\ 0{,}19\ x\ 0{,}4^2}{2\ x\ 9{,}81}\right)$

  = 0,0089 m + 0,0015

  = 0,0104

- Hf Total = Hf mayor + Hf minor

  = 0,000622 m + 0,0104 m

  = 0,011 m

Resume Zona Thickening

Zona Thickening

- Total massa solid dalam bak = 522,3 kg
- Massa solid Clarifier = 356,5 kg/bak
- Kedalaman zona thickening (H) = 1,9 m

Ruang lumpur

- Volume lumpur = 0,73 m^3/hari = 730 kg/hari
- Luas permukaan (A) = 62,2 m
- Luas permukaan bawah (A') = 4 m
- Volume ruang lumpur = 0,73 m^3
- Tinggi ruang lumpur = 1,9 m
- Kedalaman total Clarifier (H_{total}) = 6 m

5.7 Sludge Drying Bed

Kriteria Perencanaan:

- Waktu pengeringan = 5 – 15 hari
- Tebal sludge cake = 20 – 30 cm
- Tebal pasir = 23 – 30 cm
- Lebar = 6 m
- Panjang = 6 – 30 m
- Slope = 1% dari tinggi
- Kecepatan aliran pipa (v) = > 0,75 m/s
- Berat air dalam cake (Pi) = 60% – 70%
- Kadar air (P) = 60% – 80%
- Kadar solid = 20% – 40%
- Sludge loading rate = 120 – 50 kg/solid kering/m^2.tahun
- Diameter pipa outlet = 150 mm = 0,15 m

(Sumber: Metcalf & Eddy. 1991. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse 4th edition, hal 1570-1572. New York: McGraw-Hill Book Company)

Desain Perencanaan:

- Lumpur dari Clarifier
- Berat lumpur = 760,5 kg/hari
- V lumpur = 0,73 m³/hari
- V Solid = 0,73 m³/hari
- Berat solid = 0,11 kg/hari
- Tebal pasir = 30 cm = 0,3 m
- Tebal kerikil = 30 cm = 0,3 m
- Tebal sludge cake = 30 cm = 0,3 m
- Waktu pengeringan = 10 hari
- Kadar air (P) = 75%
- Berat air dalam cake (pi) = 65% kadar
- L : B = 1 : 2
- Freeboard = 20% kedalaman
- Kecepatan (v) = 0,01 m/detik

Perhitungan:

Dimensi Bed 1 (Bed Lumpur dari clarifier)

- Tebal media = Tebal pasir + tebal kerikil

  Tebal media = 0,3 m + 0,3 m

  Tebal media = 0,6 m

- Volume Sludge Cake (Vi)

  $$Vi = \frac{V\ lumpur\ x\ (1-P)}{1-Pi}$$

  $$Vi = \frac{0{,}73\ \text{m}^3\text{/hari}\ x\ (1-0{,}75)}{1-0{,}65}$$

  Vi = 0,52 m³/hari

- Volume Sludge Drying Bed (V)

  V = Vi x Waktu Pengeringan

  V = 0,52 m³/hari x 10 hari

V = 5,2 m^3

- Volume Tiap Bed (Vb)

Vb = $\frac{V}{\Sigma bed}$

Vb = $\frac{5,2\ m^3}{1\ bak}$

Vb = 5,2 m^3

- Dimensi Tiap Bed

A = $\frac{Vb}{Tebal\ cake}$

A = $\frac{5,2\ m^3}{0,3\ m}$

A = 17,3 m^3

A = L x B

17,3 m^3 = 2B x B

B^2 = 17,3 m^3

B = 4,15 m

L = 2B

L = 2 x 4,15 m

L = 8,3 m

- Kedalaman Total (H_{total})

H_{total} = Kedalaman cake + kedalaman media

H_{total} = 0,3 m + 0,6 m

H_{total} = 0,9 m = 1 m

- Volume Air (Va)

Va = $\frac{V\ lumpur - Vi}{\Sigma bed}\ x\ td$

Va = $\frac{0,73\ m^3/hari - 0,52\ m^3/hari}{1}\ x\ 1\ hari$

Va = 0,21 m³

- Kedalaman Total dengan Underdrain (H)

H = $\frac{Volume\ air}{A}$

H = $\frac{0{,}21\ m^3}{17{,}3\ m^3}$

H = 0,01 m

- Kedalaman Total Bed (H_{total})

H_{total} = $H_{cake} + H_{pasir} + H_{kerikil} + H_{underdrain}$

H_{total} = 0,3 m + 0,3 m + 0,3 m + 0,01 m

H_{total} = 0,91 m = 1 m

- Tinggi Bangunan ($H_{bangunan}$)

$H_{bangunan}$ = $H + H_{freeboard}$

$H_{bangunan}$ = 1 m + (20% x 1 m)

$H_{bangunan}$ = 1,2 m

Pipa Outlet

<u>Direncanakan:</u>

D = 150 mm = 0,15 m

<u>Resume Sludge Drying Bed:</u>

- Tebal pasir = 30 cm = 0,3 m
- Tebal kerikil = 30 cm = 0,3 m
- Tebal cake = 30 cm = 0,3 m
- Volume cake sludge (Vi) = 0,52 m^3/hari
- Volume SDB = 5,2 m^3
- Jumlah bed = 1 buah
- Volume tiap bed (Vb) = 5,2 m^3/hari
- Lebar (B) = 4,15 m

- Panjang (L) = 8,3 m
- Kedalaman total = 1 m
- Kedalaman total dengan underdrain = 1,2 m
- Diameter pipa inlet = 0,28 m
- Panjang pipa inlet = 2 m
- Panjang Plat = 0,5 m
- Lebar Plat = 0,5 m
- Tebal plat = 0,5 m
- Diameter pipa outlet = 0,15 m

BAB VI

PROFIL HIDROLIS

Profil hidrolis dapat menunjukkan ketinggian muka air di masing-masing unit. Penggambaran profil hidrolis ini menggunakan elevasi muka tanah unit pengolahan dan headloss pada masing-masing bangunan. Berikut ini perhitungan profil hidrolis di masing-masing unit pengolahan. Direncanakan datum sebagai tingggi permukaan tanah adalah ± 0,00 m

6.1 Saluran Pembawa dan *Screening*

- Elevasi awal = Elevasi muka tanah
- Kedalaman total = 0,168 m
- Kedalaman air = 0,14 m
- Tebal dinding = 0,2 m
- Elevasi awal = 0,00 m
- Level muka bangunan = 0,00 m
- Level dasar bangunan = Elevasi awal – Kedalaman total – Tebal dinding
  = 0,00 m – 0,168 m – 0,2 m
  = - 0,368 m (Dibawah permukaan tanah)
- Level muka air = Elevasi awal – Kedalaman total + Kedalaman air
  = 0,00 m – 0,168 m + 0,14 m
  = - 0,028 (Dibawah permukaan tanah)

6.2 Bak Penampung

- Kedalaman total = 1,8 m
- Kedalaman air = 1,5 m
- Tebal dinding = 0,2 m
- Elevasi awal = 0,00 m
- Level muka bangunan = 0,00 m
- Level dasar bangunan = Elevasi awal – Kedalaman total – Tebal dinding
  = 0,00 m – 1,8 m – 0,2 m

= - 2 m (Dibawah permukaan tanah)

- Level muka air = Elevasi awal – Kedalaman total + Kedalaman air
  = 0,00 m – 1,8 m + 1,5 m
  = - 0,3 (Dibawah permukaan tanah)

6.3 Bak Pengendap I (Sedimentasi)

- Kedalaman total = 3,53 m
- Kedalaman air = 2,50 m
- Freeboard = 0,2 m
- Tebal dinding = 0,2 m
- Elevasi awal = 0,00 m
- Level muka bangunan = 0,00 m
- Level dasar bangunan = Elevasi awal – Kedalaman total – Tebal dinding
  = 0,00 m – 3,53 m – 0,2 m
  = - 3,73 m (Dibawah permukaan tanah)
- Level muka air = Elevasi awal – Freeboard
  = 0,00 m – 0,23 m
  = - 0,23 (Dibawah permukaan tanah)

6.4 Activated Sludge

- Elevasi awal = Elevasi muka tanah
- Kedalaman total = 3,6 m
- Kedalaman air = 3 m
- Freeboard = 0,6 m
- Tebal dinding = 0,2 m
- Elevasi awal = 0,00 m
- Level muka bangunan = Elevasi awal + Kedalaman bangunan diatas tanah
  = 0,00 m + 1,5 m
  = +1,5 m (Diatas permukaan tanah)
- Level dasar bangunan = Elevasi awal – Kedalaman bangunan dibawah tanah + fb
  = 0,00 m – 2,1 m – 0,2 m

= - 2,3 m (Diatas permukaan tanah)

- Level muka air = Elevasi awal – Kedalaman total – Kedalaman air

  = 0,00 m – 3,6 m + 3 m – 0,3

  = + 0,9 (Dibawah permukaan tanah)

6.5 Bak Pengendap II (Clarifier)

- Kedalaman Bangunan = 4,2 m
- Kedalaman air = 80 m
- Tebal dinding = 0,2 m
- Elevasi awal = 0,00 m
- Level dasar bangunan = Elevasi awal + Kedalaman bangunan dibawah tanah + Tebal dinding

  = 0,00 m – 5,30 m – 0,2 m

  = - 5,50 m (Dibawah permukaan tanah)
- Level muka bangunan = Elevasi awal + Kedalaman bangunan diatas tanah

  = 0,00 m + 1,5 m

  = + 1,50 m (Diatas permukaan tanah)
- Level muka air = Elevasi awal + Kedalaman air + Tebal dinding

  = 0,00 m - 3,5 m - 0,2 m

  = - 3,7 m (Dibawah permukaan tanah)

6.6 Sludge Drying Bed

- Elevasi awal = Elevasi muka tanah
- Kedalaman total = 1,8 m
- Kedalaman air = 1 m
- Freeboard = 0,2 m
- Tebal dinding = 0,2 m
- Elevasi awal = 0,00 m
- Level dasar bangunan = Elevasi awal

  = 0,00 m
- Level muka bangunan = Elevasi awal + Kedalaman total + H freeboard + Tebal dinding sludge

= 0,00 m +1,8 m

= + 1,8 m (Diatas permukaan tanah)

BAB VII

BILL OF QUANTITY (BOQ) DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

7.1 Bill Of Quantity (BOQ)

BOQ (Bill of Quantity) adalah perincian jumlah dari seluruh peralatan dan perkerjaan yang dibutuhkan di dalam perencanaan, sedangkan RAB (Rencana Anggaran Biaya) adalah biaya yang diperlukan dalam pengadaan peralatan dan biaya pembayaran tenaga kerja. Berikut merupakan hasil perhitungan dari peralatan dan pekerjaan yang akan digunakan dalam perencanaan bangunan pengolahan air limbah industri pengalengan ikan.

Pada perencanaan proyek ini, perhitungan Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) didasarkan atas kebutuhan bangunan yang ada pada IPAM. BOQ dan RAB pada perencanaan ini untuk menghitung bangunan pengolahan antara lain:

1. Saluran Pembawa dan Screen
2. Bak Penampung
3. Sedimentasi
4. Activates Sludge
5. Clarifier
6. Sludge Drying Bed

Yang perlu diperhatikan dalam BOQ dan RAB ini antara lain kebutuhan untuk penggalian tanah, pemasangan beton dan pelengkap bangunan (contoh: pintu air, pipa, pompa,tabung gas, paddle, bar screen dll). Yang perlu diperhatikan dalam BOQ dan RAB ini antara lain kebutuhan untukpPenggalian tanah, pemasangan beton dan pelengkap bangunan (contoh: pintu air, pipa, pompa, tabung gas, paddle, bar screen dll).

Tabel 7. 1 Analisa Unit Bangunan

No.	Uraian	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume Galian (m^3)	Volume Bangunan (m^3)	Volume Beton (m^3)
1.	Saluran Pembawa	2	0,28	0,14	0,36	0,078	0,282
2.	Screen	0,24	0,28	0,17	0,08	0,011	0,069
3.	Bak Penampung	8,76	4,38	1,5	69,76	57,55	12,21
4.	Sedimentasi	8,5	4,2	2,3	95,7	82,11	13,59
5.	Activated Sludge	17,4	8,7	3,6	595,2	544,968	50,2
6.	Clarifier	8,9	8,9	4,2	91	83,17	7,83
7.	Sludge Drying Bed	8,3	4,15	1,2	51,76	41,34	10,42

Penggalian Tanah Biasa Untuk Kontruksi					
No.	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
1.	Pekerja	0,75	1	0,75	Oh
2.	Mandor	0,025	1	0,025	Oh
Untuk Membuat 1 m^3 Dinding Beton Bertulang					
No.	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
1.	Semen PC 40 kg	8,4	1	8,4	Zak
2.	Batu Pecah	0,81	1	0,81	m^3
3.	Pasir Cor	0,54	1	0,54	m^3
4.	Besi Beton Polos	157,5	1	157,5	Kg

5.	Paku Usuk	3,2	1	3,2	Kg
6.	Plywood	2,8	1	2,8	Lembar
7.	Kawat Beton	2,25	1	2,25	Kg
8.	Kayu Meranti Bekisting	0,24	1	0,24	m^3
Saluran Pembawa					
1.	Volume Galian	0,36	1	1	m^3
2.	Volume Beton	0,282	1	1	m^3
Bar Screen					
1.	Kisi Diameter	0,15	1	0,15	M
2.	Volume Galian	0,08	1	0,08	m^3
3.	Volume Beton	2	1	2	m^3
Bak Penampung					
1.	Volume Galian	69,76	1	69,76	m^3
2.	Volume Beton	12,21	1	12,21	m^3
3.	Pompa	1	1	1	Buah
Sedimentasi					
Zona Inlet					
1.	Volume Galian	0,52	1	0,52	m^3
2.	Volume Beton	0,40	1	0,40	m^3
Zona Settling					
1.	Volume Galian	95,7	1	95,7	m^3
2.	Volume Beton	13,59	1	13,59	m^3
Zona Sludge					
1.	Volume Galian	12,88	1	12,88	m^3
2.	Volume Beton	3,88	1	3,88	m^3
3.	Pipa Sludge 8”	1	1	1	Buah

4.	Pompa	1	1	1	Buah
Zona Outlet					
1.	Volume Galian	4,62	1	4,62	m³
2.	Volume Beton	4,42	1	4,42	m³
3.	Pipa Sludge 8”	1	1	1	Buah
Activated Sludge					
1.	Volume Galian	595,2	1	595,2	m³
2.	Volume Beton	50,2	1	50,2	m³
3.	Pipa Sludge 8”	1	1	1	Buah
4.	Pompa penguras lumpur	1	1	1	Buah
5.	Aerator	1	8	8	Buah
Clarifier					
1.	Volume Galian	91	1	91	m³
2.	Volume Beton	7,83	1	7,83	m³
3.	Pipa Sludge 8”	1	1	1	Buah
4.	Pompa penguras lumpur	1	1	1	Buah
5.	Pipa Outlet	1	1	1	Buah
Sludge Drying Bed					
1.	Volume Galian	51,76	1	51,76	m³
2.	Volume Beton	10,42	1	10,42	m³
3.	Pasir	1	1	1	M
4.	Kerikil	1	1	1	M
5.	Pipa Outlet 8”	1	1	1	M

7.2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan dan Perhitungan RAB

RAB (Rencana Anggaran Biaya) adalah biaya yang diperlukan dalam pengadaan peralatan dan biaya pembayaran tenaga kerja. Berikut merupakan perincian anggaran dari seluruh peralatan dan pekerjaan yang dibutuhkan dalam merencanakan Instalasi Pengolahan Air Buangan Industri Pengalengan Ikan :

Tabel 7. 2 BOQ RAB Bangunan Pengalengan Ikan

Penggalian Tanah Biasa Untuk Kontruksi							
No.	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
1.	Pekerja	0,75	1	0,75	oh	Rp 115.000	Rp 86.250
2.	Mandor	0,025	1	0,025	oh	Rp 163.000	Rp 4.075
Total							Rp 90.325
Untuk Membuat 1 m³ Dinding Beton Bertulang							
No.	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan		
1.	Semen PC 40 kg	8,4	1	8,4	Zak	Rp 61.300	Rp 514.920
2.	Batu Pecah	0,81	1	0,81	m³	Rp 395.200	Rp 320.112
3.	Pasir Cor	0,54	1	0,54	m³	Rp 260.000	Rp 140.400
4.	Besi Beton Polos	157,5	1	157,5	Kg	Rp 13.000	Rp. 2.047.500
5.	Paku Usuk	3,2	1	3,2	Kg	Rp 15.600	Rp 49.920
6.	Plywood	2,8	1	2,8	Lembar	Rp 128.900	Rp 360.920
7.	Kawat Beton	2,25	1	2,25	Kg	Rp 26.500	Rp 59.625
8.	Kayu Meranti Bekisting	0,24	1	0,24	m³	Rp 3.48.000	Rp 836.160
Total							Rp 4.329.557

Saluran Pembawa							
1.	Volume Galian	0,36	1	0,36	m³	Rp 90.325	Rp 32.517
2.	Volume Beton	0,282	1	0,282	m³	Rp 4.329.557	Rp 1.220.557
Total							Rp 1.253.074
Bar Screen							
1.	Kisi Diameter	0,15	1	0,15	m	Rp 150.000	Rp 150.000
2.	Volume Galian	0,08	1	0,08	m³	Rp 90.325	Rp 7.226
3.	Volume Beton	2	1	2	m³	Rp 4.329.557	Rp 8. 659.114
Total							Rp 8.666.340
Bak Penampung							
1.	Volume Galian	69,76	1	69,76	m³	Rp 90.325	Rp 6.301.072
2.	Volume Beton	12,21	1	12,21	m³	Rp 4.329.557	Rp 52.863.890
3.	Pompa	1	1	1	Buah	Rp 50.000.000	Rp50.000.000
Total							Rp 109.164.962
Saluran Pembawa Menuju Sedimentasi							
1.	Pipa L Suction	1,5	1	1,5	m	Rp 1.500.000	Rp 2.250.000

2.	Check Valve	1	1	1	Buah	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
3	Foot Valve	1	1	1	Buah	Rp 500.000	Rp 500.000
4	Elbow 90	3	1	3	Buah	Rp 400.000	Rp 1.200.000
5	L Pipa Discharge	1	1	1	Buah	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
6	Pipa Suction 8”	1	1	1	Buah	Rp 470.925	Rp 470.925
6	Volume Galian	0,36	1	1	m³	Rp 90.325	Rp 32.517
7	Volume Beton	0,282	1	1	m³	Rp 4.329.557	Rp 1.220.935
Total							Rp 7.920.925
Sedimentasi							
Zona Inlet							
1.	Volume Galian	0,52	1	0,52	m³	Rp 90.325	Rp 46.969
2.	Volume Beton	0,40	1	0,40	m³	Rp 4.329.557	Rp 1.731.822
Total							Rp 1.778.791
Zona Settling							
1.	Volume Galian	95,7	1	95,7	m³	Rp 90.325	Rp 8.644.102
2.	Volume Beton	13,59	1	13,59	m³	Rp 4.329.557	Rp 58.838.679
Total							Rp 67.182.781
Zona Sludge							

1.	Volume Galian	12,88	1	12,88	m³	Rp 90.325	Rp 1.163.386
2.	Volume Beton	3,88	1	3,88	m³	Rp 4.329.557	Rp 16.798.681
3.	Pipa Sludge 8"	1	1	1	Buah	Rp 470.925	Rp 470.925
4.	Pompa	1	1	1	Buah	Rp 50.000.000	Rp. 50.000.00
Total							Rp 68.432.992
Zona Outlet							
1.	Volume Galian	4,62	1	4,62	m³	Rp 90.325	Rp 417.301
2.	Volume Beton	4,42	1	4,42	m³	Rp 4.329.557	Rp 19.136.641
3.	Pipa Sludge 8"	1	1	1	Buah	Rp 470.925	Rp 470.925
Total							Rp 23.724.867
Activated Sludge							
1.	Volume Galian	595,2	1	595,2	m³	Rp 90.325	Rp 53.761.440
2.	Volume Beton	50,2	1	50,2	m³	Rp 4.329.557	Rp 217.343.761
3.	Pipa Sludge 8"	1	1	1	Buah	Rp 470.925	Rp 470.925
4.	Pompa penguras lumpur	1	1	1	Buah	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
5.	Aerator	1	9	9	Buah	Rp 15.000.000	Rp 135.000.000

Total							Rp 456.576.126
Clarifier							
1.	Volume Galian	91	1	91	m³	Rp 90.325	Rp 5.509.825
2.	Volume Beton	7,83	1	7,83	m³	Rp 4.329.557	Rp 333.876.941
3.	Pipa Sludge 8”	1	1	1	Buah	Rp 470.925	Rp 470.925
4.	Pompa penguras lumpur	1	1	1	Buah	Rp 50.000.000	Rp. 50.000.000
5.	Pipa Outlet	1	1	1	Buah	Rp 470.925	Rp 470.925
Total							Rp 390.328.616
Sludge Drying Bed							
1.	Volume Galian	51,76	1	51,76	m³	Rp 90.325	Rp 4.675.222
2.	Volume Beton	10,42	1	10,42	m³	Rp 4.329.557	Rp 45.113.983
3.	Pasir	1	1	1	m	Rp 395.200	Rp 395.200
4.	Kerikil	1	1	1	m	Rp 395.200	Rp 395.200
5.	Pipa Outlet 8”	1	1	1	m	Rp 470.925	Rp 470.925
Total							Rp 51.050.530

Tabel 7. 3 Tabel Total RAB

No.	Unit	RAB
1.	Saluran Pembawa	Rp 1.253.074
2.	Screen	Rp 8.666.340
3.	Bak Penampung	Rp 117.085.847
4.	Sedimentasi	Rp 161.119.431
5.	Activated Sludge	Rp 456.576.126
6.	Clarifier	Rp 390.328.616
7.	Sludge Drying Bed	Rp 51.050.530
Total		Rp 1.118.897.183