BAB V
DETAIL ENGINEERING DESAIN (DED)

5.1 Intake

<u>Pipa Intake</u>

Unit intake digunakan untuk menyadap air baku yang bersumber dari sungai sehingga menggunakan intake berupa *river intake*. debit yang masuk sebesar 5612,5 m^3/hari. Berikut data-data yang direncanakan untuk pipa inlet air baku.

a. Kriteria Perencanaan

1) Kecepatan aliran (v) = 0,6 – 1,5 m/s

2) Nilai K *gate valve* 6 inch = 0,19

(Sumber : Qasim, S.R., Motley, E.M., dan Zhu, G., 2000, Water Work Engineering : Planning, Design & Operation, Prentice Hall PTR, Texas)

3) Koefisien kekasaran pipa (c) = 130 (menggunakan pipa cast iron)

(Sumber : Evett, J.B. & Cheng Liu. 1987. Fundamentals of Fluids Mechanics. The McGrawHill Companies, Inc)

b. Data Perencanaan

1)Direncanakan 2 pipa inlet (1 HWL dan 1 LWL)

2)Debit air masuk (Q) = 5612,6 m^3/hari = 0,065 m^3/s

3)Panjang pipa (L)

L HWL = 3 m

L LWL = 4 m

4)Ketinggian (H)

Pipa HWL = 3 m

Pipa LWL = 1 m

5)Kecepatan (v) air pipa inlet

HWL = 1 m/s

LWL = 1 m/s

c. Perhitungan

Dipasang 2 pipa inlet untuk kondisi HWL (High Water Level) dan LWL (Low Water Level). Pada saat musim penghujan dan kodisi HWL, kedua pipa penyadap dioperasikan. Sedangkan pada saaat musim kemarau LWL, hanya pipa LWL yang dioperasikan.

1) Debit

Q = 5612,6 m^3/hari = 0,065 m^3/s

2) Luas Penampang pipa inlet (A)

$A_{HWL} = \frac{Q\ pipa\ inlet}{v} = \frac{0{,}065\ m^3/s}{1\ m/s} = 0{,}065\ m^2$

$A_{LWL} = \frac{Q\ pipa\ inlet}{v} = \frac{0{,}065\ m^3/s}{1\ m/s} = 0{,}065\ m^2$

3) Diameter pipa inlet (D)

$D_{HWL} = \left(\frac{4\ x\ A}{\pi}\right)^{0,5} = \left(\frac{4\ x\ 0{,}065\ m^2}{3{,}14}\right)^{0,5} = 0{,}2877$ m

$D_{LWL} = \left(\frac{4\ x\ A}{\pi}\right)^{0,5} = \left(\frac{4\ x\ 0{,}065\ m^2}{3{,}14}\right)^{0,5} = 0{,}2877$ m

Direncanakan untuk menggunakan pipa *cast iron* di pasaran dengan ukuran:

D_{HWL} = 0,3 m = 12 inch

D_{LWL} = 0,3 m = 12 inch

4) Cek kecepatan (v)

$V_{HWL} = \frac{Q}{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2} = \frac{0{,}065\ m^3/s}{\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ (0{,}3\ m)^2}$ = 0,92 m/s (**memenuhi)**

$V_{LWL} = \frac{Q}{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2} = \frac{0{,}065\ m^3/s}{\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ (0{,}3\ m)^2}$ = 0,92 m/s (**memenuhi)**

5) Headloss (HF)

Headloss Mayor

$H\ f_{HWL} = \left(\frac{Q}{0{,}2785\ x\ C\ x\ D^{2,62}}\right)^{1,85}$ x L

$= \left(\frac{0{,}065\ m^3/s}{0{,}2785\ x\ 130\ x\ 0{,}28\ m^{2,62}}\right)^{1,85}$ x 3 m

= 0,011m

$H\ f_{LWL} = \left(\frac{Q}{0{,}2785\ x\ C\ x\ D^{2,62}}\right)^{1,85}$ x L

$= \left(\frac{0{,}065\ m^3/s}{0{,}2785\ x\ 130\ x\ 0{,}28\ m^{2,62}}\right)^{1,85}$ x 3 m

= 0,011m

Headloss Minor

H f_{HWL} = K x ($\frac{v^2}{2g}$) = 0,19 x ($\frac{(1,06)^2}{2\ x\ 9,81}$) = 0,01 m

H f_{LWL} = K x ($\frac{v^2}{2g}$) = 0,19 x ($\frac{(1,06)^2}{2\ x\ 9,81}$) = 0,01 m

Headloss Total

Htot $_{HWL}$ = Hf mayor + Hf minor

= 0,011 m + 0,01 m

= 0,021 m

Htot $_{LWL}$ = Hf mayor + Hf minor

= 0,011 m + 0,01 m

= 0,021 m

6) Kemiringan Dasar Pipa Inlet (Slope)

S $_{HWL}$ = $\frac{Hf}{L}$

= $\frac{0,021\ m}{3\ m}$ = 0,007

S $_{LWL}$ = $\frac{Hf}{L}$

= $\frac{0,021\ m}{3\ m}$ = 0,007

d. Resume

1) Debit air = 0,065 m^3/s
2) Jumlah pipa inlet

   HWL = 1 buah

   LWL = 1 buah
3) Ketinggian pipa inlet (H)

   H_{HWL} = 3 m

   H_{LWL} = 1 m
4) Panjang pipa inlet (L)

   L_{HWL} = 3 m

   L_{LWL} = 4 m
5) Diameter pipa inlet (D)

   D_{HWL} = 0,3 m

D_{LWL} = 0,3 m

6) Cek kecepatan (v cek)

   V_{HWL} = 0,92 m

   V_{LWL} = 0,92 m

7) *Headloss* sepanjang pipa (Hf)

   Hf_{HWL} = 0,021 m

   Hf_{LWL} = 0,021 m

8) Slope (S)

   S_{HWL} = 0,007 m

   S_{LWL} = 0,007 m

5.2 Screen

Sebelum air baku masuk ke dalam sumur pengumpul, air baku terlebih dahulu melewati bar screen. Bar screen berfungsi untuk menyaring sampah dan kotoran lain agar tidak masuk ke dalam unit pengolahan selanjutnya. Adanya kotoran yang tertahan di bar screen akan meningkatkan kehilangan tekanan, sehingga perlu adanya pembersihan. Screen yang digunakan pada perancangan ini menggunakan *coarse screen* dengan pembersihan secara manual.

a. Kriteria Perencanaan

1) Kecepatan aliran melewati screen (v) = 0,6 – 1,5 m/s
2) Lebar kisi (w) = 4 -8 mm
3) Jarak antar kisi (b) = 0,025 m – 0,075 m
4) Kemiringan screen = $45^o – 60^o$
5) Headloss yang diperbolehkan = 150 mm
6) Headloss maksimum = 800 mm

   (Sumber : Qasim, S.R., Motley, E.M., dan Zhu, G., 2000, Water Work Engineering : Planning, Design & Operation, Prentice Hall PTR, Texas)

b. Data Perencanaan

1) Jenis Screen yang digunakan adalah coarse screen secara manual
2) Debit air baku (Q) = 5612,6 m^3/hari = 0,065 m^3/s

3) Dipasang 2 pipa inlet (1 HWL dan 1 LWL)

4) Diameter pipa (D)

D_{HWL} = 0,3 m

D_{LWL} = 0,3 m

5) Jumlah bar screen = 2 buah diletakkan di depan pipa sadap

6) Kemiringan kisi (θ) = 45°

7) Jarak antar kisi (r) = 0,03 m

8) Lebar kisi (d) = 5 mm atau 0,005 m

9) Factor bentuk kisi (β) = 1,79 (berbentuk lingkaran)

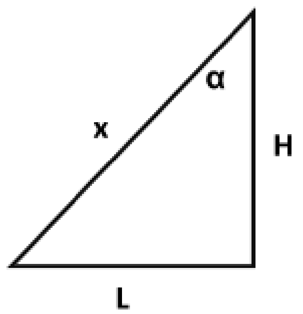
10) Diameter kisi = 0,00635

c. Perhitungan

1) Tinggi screen (H) = Diameter pipa inlet HWL, LWL

= 0,3 m

2) Dimensi *screen*



Jarak screen dengan pipa sadap (L)

L = H tan α

= 0,3 m tan 45°

= 0,3 m

Panjang sisi (x) $= \frac{L}{\sin \alpha}$

$= \frac{0,3}{\sin 45}$

$= \frac{0,315}{\frac{1}{2}\sqrt{2}}$

= 0,35 m

3) Jumlah kisi (n)

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

0,3 m = (n x 0,005) + (n + 1) x 0,03

0,3 m = 0,005 n + 0,03 n + 0,03 m

0,3 – 0,03 m = 0,035 n

0,27 m = 0,035 n

n = $\frac{0,27}{0,035}$

n = 7,7 → 8 kisi

4) Kecepatan melalui kisi (v_{kisi})

V = $\frac{debit\ aliran}{luasan\ pipa\ HWL}$

= $\frac{4\ x\ 0,065\ m^3/s}{3,14\ x\ (0,3)^2}$

= 0,92 m/s (Memenuhi 0,6 – 1,5 m/s)

5) Area terbuka dari bar screen

Total Lebar kisi (w) = n x d

= 8 buah x 0,005 m = 0,04m

Total lebar penampang terbuka

Wc = Ws − (n x d)

= 0,3 m − (8 x 0,005 m)

= 0,3 m − 0,04m

= 0,26 m

6) Velocity Head (Hv)

Hv = $\frac{\text{Vkisi}}{2g}$

= $\frac{0,92}{2\ x\ 9,81}$

= 0,046 m

7) Headloss melalui screen

Hf = β x $(\frac{w}{b})^{4/3}\ x\ \frac{(v)^2}{2g}$ x sin α

= 1,79 x $(\frac{0,005}{0,26})^{4/3}\ x\ \frac{(0,92)^2}{2x9,81}$ x sin 45°

= 0,00033m = 0,33 mm (memenuhi Hf < 150 mm)

d. Resume

1) Panjang sisi miring screen (x) = 0,35 m
2) Tinggi screen (H) = 0,3 m
3) Jarak screen ke pipa (L) = 0,3 m
4) Jarak antar kisi (b) = 0,028 m
5) Jumlah kisi (n) = 8 kisi
6) Kemiringan screen = 45^o

5.3 Sumur Pengumpul

Sumur pengumpul berfungsi untuk mengumpulkan air baku yang berasal dari sungai setelah melewati intake untuk dapat mengantisipasi adanya fluktuasi air. Level air sungai yang fluktuatif dapat mempengaruhi kinerja dari instalasi pengolahan air minum, sehingga dikhawatirkan proses pengolahan tidak dapat berjalan dengan maksimal.

Sumur Pengumpul

a. Kriteria Perencanaan

1) Waktu detensi = 1 – 5 menit
2) Tinggi foot valve dari dasar sumur > 0,6 m
3) Kecepatan = 0,6 – 1,5 m/s
4) Konstruksi kedap air dan tebal dinding = 20 cm atau lebih tebal
5) Kemiringan dasar sumur = 1 – 2 %
6) Memiliki berat yang cukup kuat terhadap tekanan dan gaya yang ada

(Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya Kementrian Pekerjaan Umum. (2007). Petunjuk Praktis Pelaksanaan Prasarana Air Minum Sederhana)

b. Data Perencanaan

1) Direncanakan sumur pengumpul berbentuk persegi
2) Debit air baku (Q) = 5612,6 m^3/hari = 0,065 m^3/s
3) Jumlah sumur pengumpul = 1 unit
4) Waktu detensi (td) = 5 menit = 300 detik
5) Koefisien *manning* (n) = 0,015

6)Tebal dinding = 20 cm = 0,2 m

7)*Freeboard* (Fb) = 20 % x H

8)Kedalaman Lumpur = 0,5 m

9)Ketinggian pipa inlet

H_{HWL} = 3 m dari dasar tanah

H_{LWL} = 1 m dari dasar tanah

c. Perhitungan

1) Debit sumur (Q) $= \frac{Q\ kapasitas\ produksi}{bak}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{1}$

$= 0{,}065 m^3/s$

2)Volume sumur (V)

V = Q x td

$= 0{,}065\ m^3/s \times 300$ detik $= 19{,}5\ m^3$

3)H efektif sumur (H_{ef})

$H_{ef} = H_{HWL} + H_{lumpur}$

= 3 + 0,5

= 3,5 m

4)Freeboard (Fb)

Fb = 20 % x H_{ef}

= 20 % x 3,5 = 0,7 m

5)H total (H_{tot})

$H_{tot} = H_{ef} + Fb$

= 3,5 + 0,7 = 4,2 m

6)Luas penampang sumur

$A = \frac{volume}{H\ total}$

$= \frac{19{,}5}{4{,}2} = 4{,}64\ m^2$

7)Dimensi sumur pengumpul

L = W

A = L x W

$A = L^2$

$4{,}64\ m^2 = L^2$

$L = \sqrt{4{,}64}$

$L = 2{,}15$ m

8) Panjang sisi total

Panjang sisi total = L + Tebal dinding

= 2,15 m + 0,2 m

= 2,35 m

d. Resume

1) Debit sumur (Q) = 0,065 m^3/detik

2) Volume sumur (V) = 19,5 m^3

3) Waktu detensi (td) = 300 detik

4) Panjang sumur (L) = 2,15 m

5) Lebar sumur (W) = 2,15 m

6) Kedalaman total sumur (H_{tot}) = 4,2 m

<u>Pipa Penguras</u>

Pipa penguras berfungsi untuk menguras lumpur endapan dari sumur pengumpul yang bertujuan mengantisipasi tidak terjadinya peningkatan kekeruhan air baku dan pendangkalan akibat endapan lumpur.

a. Data Perencanaan

1) Debit sumur pengumpul (Q) = 0,065 m^3/detik

2) Kedalaman lumpur = 0,5 m

3) Kecepatan aliran (v) = 1 m/detik

4) Waktu detensi = 5 menit = 300 detik

5) Jumlah pipa penguras tiap sumur = 1 buah

b. Perhitungan

1) Debit lumpur

$Q_{lumpur} = \frac{1}{3}$ x Q sumur pengumpul

$= \frac{1}{3}$ x 0,065 m^3/detik

= 0,021 m^3/detik

2) Luas permukaan (A)

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

$= \frac{0{,}021\ m3/s}{1m/s}$

= 0,021 m^3/detik

3)Diameter pipa penguras (D)

D $= \sqrt{\frac{4\ x\ A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}021\ m3/detik}{3{,}14}}$

= 0,16 m = 0,20 m

= 7,8 inch

4)Cek kecepatan (V_{cek})

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

$= \frac{0{,}021\ m3/detik}{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ \ x\ 0{,}2^2}$

= 0,66 m/s

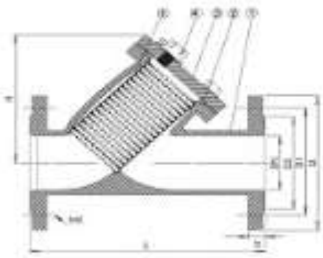
c. Resume pipa penguras

1)Debit lumpur (Qlumpur)	= 0,021 m^3/s
2)Luas permukaan (A)	= 0,021 m^2
3)Diameter pipa penguras (D)	= 0,20 m
4)Cek kecepatan (Vcek)	= 0,66 m/s

<u>Strainer</u>

Pada ujung inlet pompa menggunakan strainer untuk menghindari masuknya partikel diskrit atau lumpur yang akan mengganggu kinerja pompa. Menggunakan strainer dengan spesifikasi sebagai berikut :

1) Jumlah strainer = 1 buah
2) Merk strainer = Xuval
3) Model = XU009
4) Ukuran strainer = 6 inch

<u>Pompa</u>

Pompa memiliki fungsi yang sangat penting dalam kelancaran proses pengolahan, antara lain dapat menaikkan level muka air ke daerah yang lebih tinggi. Setelah air baku berada di sumur pengumpul, air baku perlu untuk diolah ke unit pengolahan selanjutnya yang letaknya dirancang di atas unit sebelumnya. Untuk itu, agar proses pengolahan dapat berjalan dengan baik, pompa harus direncanakan dengan sebaik-baiknya.

Pada perencanaan ini, pompa yang digunakan yaitu *submersible* yang letaknya di bawah muka air sehingga sumur pengumpul tidak memiliki pipa outlet dan panjang pipa suction = 0.

a. Kriteria Perencanaan

1)Head pompa > H statis (Ha) + Hf total

2)Nilai konstanta belokan = 0,25

3)Nilai konstanta valve = 0,55

4)Nilai konstanta pipa Ductile Cast Iron (DCIP) = 130

5)Kecepatan aliran (V) = 0,6 – 1,5 m/s

(Sumber : Al-layla, 1978. Hal 67)

b. Data Perencanaan

1)Debit (Q) = 5612,6 m^3/hari

= 0,065 m^3/detik

= 233,8 m^3/jam

2)Kecepatan = 0,3 – 2,5 m/s → 1 m/s

c. Perhitungan

1)Luas tiap pipa (A) $= \frac{Q}{V}$

$= \frac{0{,}065\ m3/detik}{1\ m/s}$

$= 0{,}065\ m^2$

2)Diameter pipa (D) $= \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

$= \sqrt{\frac{4(0{,}108\ m2)}{3{,}14}}$

= 0,28 m = 0,3m

= 12 inch

3)Cek kecepatan (v) $= \frac{Q}{A}$

$= \frac{4\ x\ 0{,}065\ m3/detik}{3{,}14\ x\ (0{,}3)^2}$

= 0,92 m/s (memenuhi)

4)Headloss pompa

Head statis = H sumur pengumpul - batas inlet pompa ke dasar saluran pengumpul

= 4,2 – 1

= 3,2 m

L pipa discharge = 5 m

L suction = 0 m (karena menggunakan pompa submersible)

- Hf Mayor

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

$= \left(\frac{0{,}065\ m^3/detik}{0{,}2785\ x\ 130\ x\ (0{,}28)^{2,63}}\right)^{1,85}\ x\ 5\ m$

= 0,004 m

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

$= \left(\frac{0{,}065}{0{,}2785\ x\ 130\ x\ (0{,}28)^{2,63}}\right)^{1,85}\ x\ 0\ m$

= 0 m

Hf total mayor = Hf Discharge + Hf Suction

= 0,004 m

- Hf Minor

Hf Suction dan Discharge $= \frac{v^2}{2\ x\ g}$

$= \frac{1^2}{2 \, x \, 9{,}81}$

= 0,05 m

Hf Gate Valve = n x k x $\frac{v^2}{2 \, x \, g}$

= 1 x 0,55 x $\frac{1^2}{2 \, x \, 9{,}81}$

= 0,028 m

Hf Elbow = n x k x $\frac{v^2}{2 \, x \, g}$

= 2 x 0,9 $\frac{1^2}{2 \, x \, 9{,}81}$

= 0,091 m

Hf total minor = Hf Suction and Discharge + Hf gate valve + Hf elbow

= 0,05 m + 0,028 m + 0,091 m

= 0,169 m

- Headloss total

Hf total = Hf Total Mayor + Hf Total Minor + Head Statis

= 0,004 m + 0,169 m + 3,2 m

= 3,373 m

Didapatkan Q sebesar 233,8 m^3/jam dengan head total sebesar 3,373 m, sehingga direncanakan menggunakan pompa submersible Groundfos NKE 125-200/219 BA2F2AESBAQENW3 dengan kriteria :

Q = 233,8 m^3/jam = 0,065 m^3/s

Head pompa = 12 m

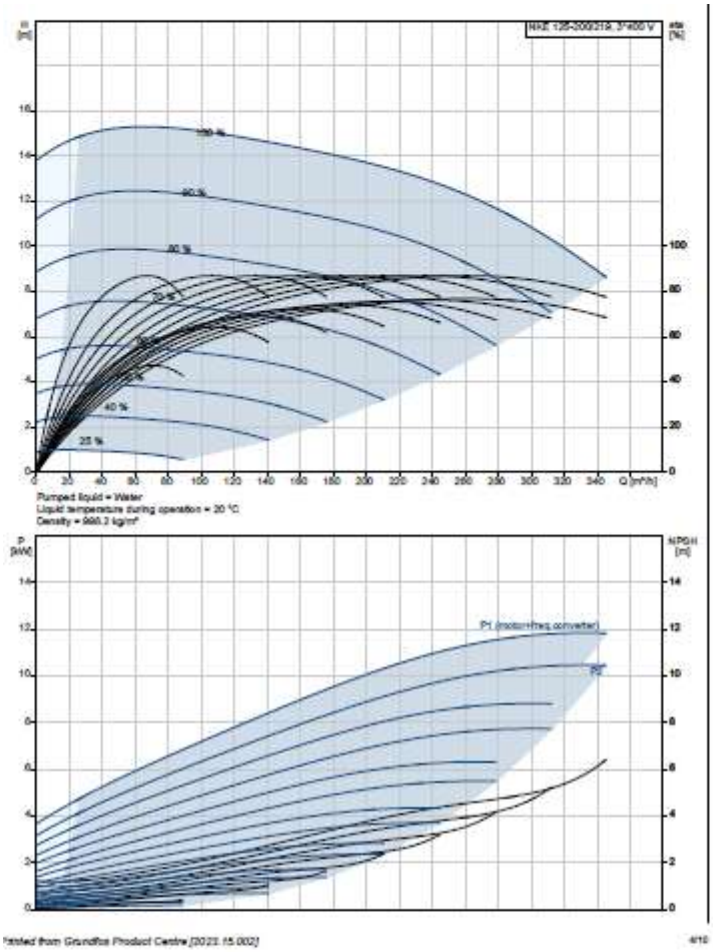
Head pompa > Hstatis + Hf total

12 > 3,373 m (memenuhi)

Diameter pipa = 11 inch = 0,28 m

Suhu maksimal = 40^o

Daya pompa maksimal = 11 kW



Description	Value
General information:	
Product name:	NKE 125-200/219 BA2F2AESBAQENW3
Product No:	On request
EAN number:	On request
Technical:	
Pump speed on which pump data are based:	1460 rpm
Rated flow:	257.8 m³/h
Pump with motor (Yes/No):	Y
Rated head:	12.06 m
Actual impeller diameter:	219 mm
Nominal impeller diameter:	200
Shaft diameter:	32 mm
Code for shaft seal:	BAQE
Mechanical seal type:	Single
Curve tolerance:	ISO9906:2012 3B2
Pump version:	A2
Bearing design:	Standard
Materials:	
Pump housing:	Cast iron
Pump housing:	EN-GJL-250
Pump housing:	ASTM class 35
Wear ring:	Brass
Impeller:	Cast iron
Impeller:	EN-GJL-200
Impeller:	ASTM class 30
Internal pump house coating:	CED
Material code:	A
Code for rubber:	E
Shaft:	Stainless steel
Shaft:	EN 1.4301
Shaft:	AISI 304
Installation:	
Range of ambient temperature:	-20 .. 40 °C
Maximum operating pressure:	16 bar
Pipe connection standard:	EN 1092-2
Type of inlet connection:	DIN
Type of outlet connection:	DIN
Size of inlet connection:	DN 150
Size of outlet connection:	DN 125
Pressure rating for connection:	PN 16
Coupling type:	Flexible w/spacer
Base frame design:	EN/ISO
Code for base frame:	7
Grouting (Yes/No):	N
Connect code:	F
Liquid:	

d. Resume

1)Diameter pipa = 8 inch = 0,2 m

2)Luas penampang pipa (A) = 0,065 m^2

3)Headloss total = 3,373 m

4)Head pompa = 12 m > 3,373 m (memenuhi)

5.4 Prasedimentasi

Zona Inlet

Zona Inlet berfungsi untuk membawa aliran air dari sumur pengumpul. Zona inlet ini berupa pipa discharge dari pompa submersible sumur pengumpul dengan diameter 0,2 m

Zona Transisi

Zona transisi merupakan zona untuk membuat aliran air menjadi laminar yang bersumber dari zona inlet sebelum masuk ke zona settling

a. Kriteria Perencanaan

1) Kecepatan (v) = 0,3 – 0,6 m/s

(**Sumber : Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment & Reuse 4th edition hal 316)**

2) Slope = 1 – 2 %

3) Freeboard = 5% - 30%

(Sumber : Chow, Ven Te. 1959. Open Channel Hydraulics, hal 159. New York, USA: Mc. Graw-Hill Book company, Inc)

4) Koefisien manning beton = 0,013

5) Percepatan gravitasi = 9,81 m/s^2

6) Viskositas kinematik = 8,746 x 10^{-6} m/s

b. Data perencanaan

1) Debit (Q) = 0,065 m^3/s

2) Kecepatan aliran (v) = 0,6 m/s

3) Panjang zona (L) = Jarak antara Perforated baffle dengan inlet
= 2 m

4) Lebar zona (W) = lebar bak prasedimentasi
= 5,7 m

5) Tinggi zona (H) = Tinggi bak prasedimentasi
= 3 m

6) Freeboard = 20% H

7) Waktu detensi (td) = 30 s

c. Perhitungan

1) Luas penampang zona (A) $= (\frac{Q}{v})$

$= (\frac{0{,}065\ m3/s}{0{,}6\ m/s})$

$= 0{,}108\ m^2$

2) Freeboard = 20% x H

= 20% x 3m

= 0,6 m

3) H total = H bak + freeboard

= 3 m + 0,6 m

= 3,6 m

4) Jari-jari hidrolis (R) $= \frac{w\ x\ H}{w\ +2H}$

$= \frac{5{,}7\ m\ x\ 3\ m}{5{,}7\ m + 2(3m)}$

= 0,5 m

5) Slope (S) $= (\frac{n\ x\ Q}{A\ x\ R^{2/3}})$

$= (\frac{0{,}013\ x\ 0{,}065\ m^3/s}{0{,}108\ x\ 0{,}5\ ^{2/3}})$

= 0,00793 m/m

6) Vh $= \frac{L}{td}$

$= \frac{2\ m}{30\ detik}$

= 0,06 m/s

7) Cek bilangan Reynold (Nre) $= \frac{Vh\ x\ R}{vixkositas\ konematik}$

$= \frac{0{,}06\ m/s\ x\ 0{,}98\ m}{8{,}746\ x\ 10^{-6} m/s}$

= 6723,07 (Tidak memenuhi Nre < 2000)

d. Resume

1) Debit (Q) = 0,065 m/s

2) H total = 3,6 m

3) Jari-Jari hidrolis = 0,5 m

4) Slope = 0,00793 m/m

Nre = 6723,07 (Tidak memenuhi Nre < 2000)

Zona Pengendapan (Settling Zone)

a. Kriteria Perencanaan

1) Waktu detensi (Td) = 1,5 – 2,5 jam

(Sumber : Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4th Edition, pages 398)

2) Weir loading rate = 0,8 – 2,5 m^3/m. jam

(Sumber : SNI 6774-2008 tentang tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air)

3) Kemiringan dasar bak = 1 – 2 %

(Sumber : Reynolds, Tom D. dan Richards c. 1996. Unit Operations and Process in Environmental Engineering Second Edition, hal 224)

4) Nre (Laminer) = <2000

5) Nfr = > 10^{-5}

6) Kedalaman ruang pengendapan = 1 – 3 m

7) Koefisien manning beton terbuka = 0,011 – 0,020

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

8) Kinematic viskositas 28°C = 8,394 x 10^{-7} m/s

= 0,0000008394 m/s

9) Viskositas absolut 28°C = 8,363 x 10^{-4}N.s/m^2

10) Massa jenis sludge = 2650 Kg/m^3

11) Massa jenis air = 996 Kg/m^3

(Sumber : Reynolds, Tom D. & Paul A. Richads (1996). Unit Operation and Process in Environmental Engineering Second Edition. Hal 762)

12) Kontrol pengerusan (Scouring) = a. β = 0,02 – 0,12

b. α = 0,03

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

13) Specific gravity sludge (Sg) = 2,65

14) Kecepatan Horizontal (vh) = > kecepatan penggerusan

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

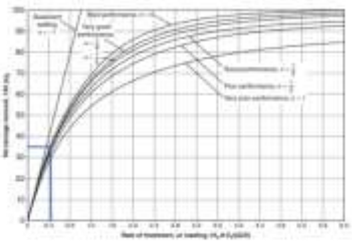
b. Data Perencanaan

1) Debit = 0,065 m^3/s
2) Jumlah unit prasedimentasi = 1 unit
3) Good performance = 1/3
4) Persentase removal = 80%
5) Diameter partikel diskrit = $2,5 \times 10^{-5}$ m → 0,000025 m
   = 0,0025 cm → $2,5 \times 10^{-3}$ cm
6) Kemiringan dasar bak (Slope) = 2 %
7) Tinggi bak (H) = 2 m
8) β = 0,11
9) α = 0,03
10) $\frac{t}{td}$ = Vo / (Q/A)

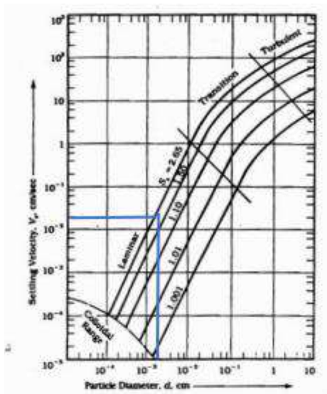
c. Perhitungan

1) t/td = Vo/(Q/A)

   Didapatkan dari grafik berikut, dengan melihat hubungan persen removal (70%) dengan good performance (n = ⅓). Maka didapatkan nilai sebesar 1,5.



2) Kecepatan pengendapan (vs)



Kecepatan pengendapan partikel (Vs)

Diameter partikel = 2,5 x 10^{-5} m → 2,5 x 10^{-3} cm

Sg = 2,65

Vs = 5 x 10^{-2} cm/s → 5 x 10^{-4} cm/s

$\frac{t}{td} = \frac{Vo}{(\frac{Q}{A})}$

Vo $= \frac{t}{td}$ x $\frac{Q}{A}$

(Sumber: Shammas N. K., Wang L. K., 2016. Water Engineering: Hydraulics, Distribution and treatment. 1st Edition. Halaman 449)

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

Vo $= \frac{t}{td}\ x\ Vs$

Vo = 0,5 x (5 x 10^{-2} cm/s)

= 2,5 x 10^{-2} cm/s

= 2,5 x 10^{-4} m/s

= 0,00025 m/s

3) Luas zona pengendapan (A)

A $= (\frac{Q\ x\ \left(\frac{t}{td}\right)}{vo})$

$= (\frac{0{,}065\ m3/s\ x\ 0{,}5}{0{,}00025\ m/s})$

= 130 m^2

4) Dimensi zona settling

Direncanakan L : W → 4 : 1

A = L x W

130 m^2 = $4W^2$

W^2 = 32,5

W = 5,7 m

L = 4W

= 22,8 m

5) Tinggi zona settling

H tot = 3 m

Fb = 20 % x H tot

= 20 % x 3 m

= 0,6 m

6) Waktu detensi (Td)

Td $= \frac{A\ x\ H}{Q}$

$= \frac{130\ m2\ \ x\ 3}{0{,}065\ m3/s}$

= 6000 s

= 1,6 jam (memenuhi 1,5 – 2,5 jam)

7) Kecepatan horizontal partikel (Vh)

Vh $= \frac{Q}{(W\ x\ H)}$

$= \frac{0{,}065}{(5{,}7\ x\ 3)}$

= 0,003801 m/s

8) Jari-jari hidrolis (R)

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

$= \frac{(5{,}7\ x\ 3)}{(5{,}7 + 2(3)}$

= 1,46 m

9) Slope zona settling (s)

S = 2% x L

= 0,456 m/m

= 4,56 cm/m

10) Cek bilangan Reynold (Nre)

NRe $= Vh\ x \frac{R}{\vartheta}$

$= 0{,}003801 \text{ x } \frac{1{,}46}{0{,}00000008394}$

= 66112,22 (Tidak Memenuhi, NRe < 2000)

11) Cek bilangan Froud (NFr)

NFr $= \frac{0{,}003801^2}{9{,}81\ x\ 1{,}46}$

= 1,0 x 10^{-6} (Tidak Memenuhi, NFr > 10^{-5})

12) Cek kecepatan

$$Vsc = \sqrt{\frac{8 \text{ x } \beta \text{ x } g \text{ x } (\rho \text{ sludge} - \rho \text{ air}) \text{ x NFr})}{\alpha \text{ x } \rho \text{ air}}}$$

$$= \sqrt{\frac{8 \text{ x } 0{,}11 \text{ x } 9{,}81 \text{ x } (2650 - 996) \text{x } 1{,}0 \text{ x } 10^{-6})}{0{,}03 \text{ x } 996}}$$

= 0,02186 (Memenuhi 0,02186 > Vh)

Nilai Nre sudah memenuhi namun nilai NFr masih belum memenuhi standar maka pada bangunan prasedimentasi direncanakan menggunakan perforated baffle untuk membuat aliran menjadi laminer dan memaksimalkan pengendapan partikel. Peletakan perforated baffle berada di antara zona inlet dan zona settling.

d. Resume

1) Kecepatan pengendapan partikel (Vs) = 5 x 10^{-2} cm/s → 5 x 10^{-4} cm/s
2) Diameter partikel = 2,5 x 10^{-5} m → 2,5 x 10^{-3} cm
3) Kecepatan partikel (Vo) = 0,00025 m/s
4) Luas zona pengendapan = 130 m^2
5) Panjang bak = 22,8 m
6) Lebar = 5,7 m
7) Tinggi bak = 3 m
8) Waktu detensi = 1,6 jam (memenuhi 1,5 – 2,5 jam)
9) Kecepatan horizontal (Vh) = 0,003801 m/s
10) Jari-Jari hidrolis = 1,46 m
11) Bilangan Reynold (NRe) 66112,22>2000 (tidak memenuhi) bilangan Freud (Nfr) 1,0 x 10^{-6} >10^{-5} (tidak memenuhi) maka menggunakan perforated baffle
12) Kecepatan pengurasan (V scouring) = 0,02186 m/s > 1,2 x 10^{-3} m/s Vsc > Vh (tidak terjadi penggerusan)
13) Kemiringan dasar bak = 0,6 m

Perforated Baffle

a. Data Perencanaan

1) Lebar PB = lebar bak prasedimentasi = 5,7 m
2) Tinggi PB = tinggi bak prasedimentasi = 3 m
3) Diameter lubang = 0,1 m = 10 cm
4) Kecepatan melalui lubang = 0,3 m/s
5) Jarak PB dengan inlet = 2 m
6) Koefisiensi kontraksi (c) = 0,5
7) Jumlah PB = jumlah unit prasedimentasi 1 unit

b. Perhitungan

1) Debit (Q) = $\frac{Q}{jumlah\ bak}$

   = $\frac{0{,}065\ m3/s}{1}$

   = 0,065 m^3/s

2) Luas PB (A) = L x H

   = 5,7 m x 3 m

   = 17,1 m^2

3) Luas tiap lubang (A1) = $\frac{1}{4}$ x π x D^2

   = 0,25 x 3,14 x $(0{,}1)^2$

   = 0,007 m^2

4) Q tiap lubang (Q1) = v x A1

   = 0,3 x 0,061

   = 0,0183 m^3/s

5) Luas lubang total (A2) = $\frac{Q}{(c\ x\ v)}$

   = $\frac{0{,}065}{(0{,}5\ x\ 0{,}3)}$

   = 0,43 m^2

6) Jumlah lubang (n) = $\frac{A2}{A1}$

   = $\frac{0{,}43\ m2}{0{,}007\ m2}$

   = 61,4 = 62 lubang

Direncanakan lubang sebanyak 4 baris lubang dan tiap baris direncanakan sebanyak 16 baris lubang. Maka lubang berjumlah 64 buah

1) Jarak horizontal (Sh) $= \frac{lebar\ PB - (\ lubang\ x\ d)}{jumlah\ lubang\ horizontal + 1}$

$= \frac{5{,}7\ m - (4\ x\ 0{,}1)}{4\ lubang + 1}$

= 1,06 m

2) Jarak vertical (Sv) $= \frac{tinggi\ PB\ (lubang\ bertikal\ x\ d)}{jumlah\ lubang\ vertikal + 1}$

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

= 0,08 m

3) Jari-jari hidrolis (R) $= \frac{1}{4}$ x D

$= \frac{1}{4}$ x 0,1

= 0,025 m

4) Kecepatan horizontal (vh) $= \frac{Q}{W\ x\ H}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{5{,}7\ m\ x\ 3\ m}$

= 0,003801 m/s

5) Cek bilangan Reynold (NRe) $= \frac{(Vh\ x\ R)}{\vartheta}$

$= \frac{(0{,}003801\ x\ 0{,}07)}{0{,}0000008394}$

= 316,97 (memenuhi, NRe<2000)

6) Cek NFr $= \frac{Vh^2}{g\ x\ R}$

$= \frac{0{,}003801^2}{9{,}81\ x\ 0{,}07}$

= 2,1 x 10^{-5} (memenuhi, NFr<10^{-5})

7) Headloss melalui PB (Hf) $= \frac{V^2}{2\ x\ g}$

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

= 0,004587 m

8) Cek kecepatan penggerusan (Vsc) $= \sqrt{\frac{8\ x\ \beta\ x\ g\ x\ (\rho\ sludge - \rho\ air)\ x\ NFr)}{\alpha\ x\ \rho\ air}}$

$$= \sqrt{\frac{8 \times 0{,}11 \times 9{,}81 \times (2650 - 996) \times 2{,}1 \times 10^{-5})}{0{,}03 \times 996}}$$

= 0,1001 (memenuhi, Vsc>Vh)

c. Resume

1) Panjang bak = 22,8 m
2) Lebar bak = 5,7 m
3) Tinggi bak = 3 m
4) Kemiringan dasar bak = 0,6 m
5) Lebar PB = 5,7 m
6) Tinggi PB = 3 m
7) Lubang PB
   - Horizontal = 4 baris lubang
   - Vertical = 16 baris lubang
   - Total = 64 lubang
8) Jarak PB
   - Horizontal = 1,06 m
   - Vertical = 0,08 m

<u>Zona Lumpur (Zona Slugde)</u>

a. Kriteria Perencanaan

1) Massa jenis air 28^{o} C = 996 Kg/m^3
2) Massa Jenis Sludge = 2650 Kg/ m^3

   (Sumber : Reynold. 1996. Unit Operations and process 2nd Hal. 762)
3) Dimensi Zona Sludge = Limas Terpancung

   (Sumber : Chow, Ven Te. 1959. Open Channel Hydraulics, hal 159. New York, USA: Mc. Graw-Hill Book company, Inc)
4) *Specific Solid (Ss)* = 1,4

   (Sumber : Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment & Reuse 4 th edition, Hal 1456)

b. Data Perencanaan

1) Debit air (Q) = 0,065 m^3/s
2) Periode pengurasan = 3 hari → 259.200 detik

3) Persen removal TSS = 70%

4) Kadar air dalam lumpur = 95%

5) Kadar SS kering dalam lumpur = 5%

6) Konsentrasi diskrit dan grit = 90% konsentrasi polutan

7) Konsentrasi polutan = 166 mg/L

8) Kecepatan pipa penguras (v) = 1 m/s

9) Waktu pengurasan pipa penguras= 300 detik

c. Perhitungan

Sludge

1) Konsentrasi diskrit dan grit = 90% x konsentrasi polutan
= 90% x 166 mg/L
= 149,4 mg/L

2) Slugde teremoval (TSS) = 70% x Konsentrasi diskrit dan grit
= 70% x 149,4 mg/L
= 104,58 mg/L

3) Slugde yang lolos = Konsentrasi diskrit & grit – slugde teremoval
= 149,4 mg/L - 104,58 mg/L
= 44,28 mg/L

4) Berat lumpur terendapkan = Q x TSS yang teremoval
= 0,065 m^3/s x 104,58 Kg/m^3 x $\frac{86400}{1000}$
= 587,32 Kg/Hari

5) Berat air (Ww) = $\left(\frac{kadar\ air\ dalam\ lumpur}{kadar\ padatan\ dalam\ lumpur}\right)$ x Ws
= $\left(\frac{95\%}{5\%}\right)$ x 587,32 Kg/hari
= 11.045 Kg/hari

6) Berat jenis lumpur (ρ s) = (Ss x 5%) + (Ww x 95%)
= (2650 x 5%) + (996 x 95%)
= 1078,7 Kg/m^3

Ruang lumpur

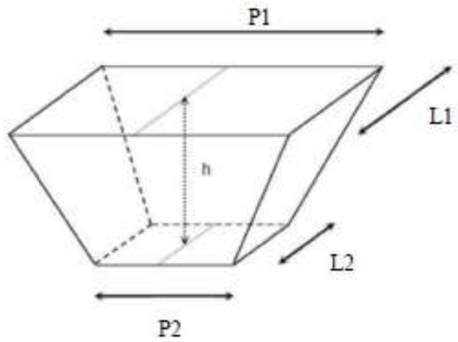
1) Volume ruang lumpur = $(\frac{berat\ lumpur + berat\ air}{berat\ jenis\ lumpur})$

$= (\frac{587,32+11.045}{1078,7})$

$= 10,78\ m^3/hari$

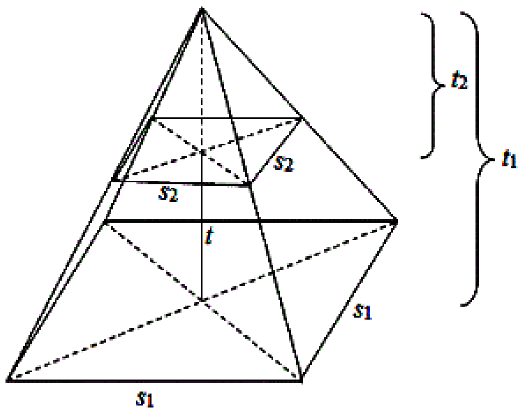
2) Volume ruang lumpur 1 x pengurasan = 10,78 m^3/hari x 3 hari = 32,34 m^3

3) Dimensi ruang lumpur = Direncanakan ruang lumpur berbentuk limas terpotong dengan alas dan atap berbentuk persegi sehingga, P1 = L1 dan P2 = L2. Direncanakan P1 : P2 = 2 : 1.



- P1	= lebar bak zona settling
	= 5,7 m
- L1	= P1
	= 5,7 m
- P2	$= \frac{P1}{2}$
	$= \frac{5,7}{2}$
	= 2,85 m
- L2	= P2
- A1	= P1 x L1
	= 5,7 m x 5,7 m
	= 32,49 m
- A2	= P2 x L2
	= 2,85 m x 2,85 m
	= 8,1 m

4) Tinggi zona lumpur



h zona lumpur = t limas

V limas $= \frac{1}{3}$ t x (A1+ A2($\sqrt{x\,A1 + A2}$))

h $= \frac{3V}{(A1+(\sqrt{A1\ x\ A2+A2}))}$

$= \frac{3\ x\ 37{,}33}{(32{,}49 + 8{,}1 + (\sqrt{32{,}49 + 8{,}1}))}$

= 2,38 m

<u>Pipa Penguras</u>

1) Debit lumpur di pipa

Q $= \frac{volume\ lumpur}{periode\ pengurasan\ (detik)}$

$= \frac{32{,}34\ m^3}{259400\ s}$

= 0,0001246 m^3/s

2) Debit tiap pengurasan (Qp)

Qp $= \frac{volume\ lumpur}{periode\ pengurasan\ (detik)}$

$= \frac{32{,}34\ m^3}{300\ s}$

= 0,1 m^3/s

3) Luas permukaan pipa penguras (A)

A $= \frac{Q\ pengurasan}{kecepatan\ pipa\ pengurasan}$

$= \frac{0{,}1\ m3/s}{1\ m/s}$

= 0,1 m^2

4) Diameter pipa penguras (Dp)

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

$= \sqrt{\frac{4\ x\ 0,1}{3,14}}$

= 0,35 m = 14 inch

5) Cek kecepatan (v)

V $= \frac{Q\ pengurasan}{\frac{1}{4}\ x\ 3,14\ x\ (0,35)^2}$

= 1,03 m/s → 1,1 m/s (memenuhi 0,6 – 1,5 m/s)

d. Resume

1) Panjang permukaan (P1) = 5,7 m
2) Lebar permukaan (L1) = 5,7 m
3) Panjang dasar (P2) = 2,85 m
4) Lebar dasar (L2) = 2,85 m

<u>Zona Outlet</u>

Zona outlet bak prasedimentasi berupa weir bergerigi berbentuk v – notch dengan gutter berbentuk persegi panjang untuk menjaga aliran tetap laminer.

a. Kriteria Perencanaan

1) Cd = 0,6

(Sumber: Qasim, dkk. 2000. Water Workd Engineering Planning, Design, and Operation)

2) Sudut v notch = 450

(*Qasim, dkk. 2000. Water Workd Engineering Planning, Design, and Operation*)

3) Weir loading = 350 m^3/m.hari

= 4 x 10-3 m^3/m^2.detik

= 0,004 m^3/m^2.detik

(Sumber: Metcalf & Eddy. 2003. hal. 398)

b. Data Perencanaan

Zona outlet bak prasedimentasi berupa weir bergerigi (v-notch)

1) Debit (Q) = 0,065 m^3/s

2) Jumlah unit outlet tiap bak = 1 buah

3) Waktu detensi (td) saluran pengumpul = 5 menit = 300 detik

4) Kecepatan aliran (v) saluran pelimpah = 0,6 m/s

5) Kecepatan aliran (v) pipa outlet = 1 m/s

6) Weir loading rate (WLR) (m3/m.hari) = 150 m^3/m.hari

7) Freeboard = 20%

8) Koefisien manning (n) = 0,013

9) Jumlah gutter = 2 buah

10) Jumlah weir = 4 buah

11) Jumlah pelimpah = 4 sisi

12) θ (Sudut v notch) = 90 derajat

13) Koefisien manning beton = 0,013

14) Lebar v notch = 0,1 m

15) Jarak antar v notch = 0,3 m

c. Perhitungan

<u>**Gutter dan Weir**</u>

1) Q unit outlet

$$Q = \frac{Q}{jumlah\ bak}$$

$$= \frac{0{,}065\ m3/s}{1}$$

$= 0{,}065\ m^3/s$

2) Panjang total weir (Pw)

$$Pw = \frac{Q}{weir\ loading}$$

$$= \frac{0{,}065\ m3/s}{4\ x\ 10{-}3\ m3/m2.dtk}$$

$= 16{,}25$ m

3) Panjang weir (P)

$$P = \frac{Pw}{jumlah\ weir}$$

$$= \frac{16{,}25}{4}$$

$= 4{,}06$ m

4) Debit tiap weir (Q weir)

$= \frac{Q}{jumlah\ weir}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{4}$

= 0,016 m^3/s

5) Luas saluran weir (A weir)

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

$= \frac{0{,}016\ m3/s}{0{,}6\ m/s}$

=0,026 m^2

6) Dimensi saluran pelimpah

H : B = 1 : 2

A = H x B

B = 2H

A = $2H^2$

0,026 = $2H^2$

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

H = 0,114 m

B = 2 x 0,114 m

B = 0,228 m

7) Ketinggian air pada gutter (H air)

H air $= \left(\frac{Q}{1{,}38\ x\ lebar\ weir}\right)^{\frac{2}{3}}$

$= \left(\frac{0{,}065\ m3/s}{1{,}38\ x\ 0{,}228}\right)^{\frac{2}{3}}$

= 0,34 m

8) Tinggi gutter (H gutter)

H gutter = H air + H Fb

= 0,34 + (0,34 x 20%)

= 0,408 m

9) Lebar saluran gutter

L gutter = 2 x H gutter

$= 2 \times 0,408$

$= 0,816$

10) Jari-jari hidrolis gutter (R gutter)

R gutter $= \left(\frac{(H\ air\ x\ lebar\ gutter)}{(2\ x\ H\ air) + lebar\ gutter}\right)$

$= \left(\frac{(0,34\ x\ 0,816)}{(2\ x\ 0,34) + 0,816}\right)$

$= 0,185$ m

11) Luas basah (A gutter)

A gutter = lebar gutter x H air

$= 0,816 \times 0,34$

$= 0,277\ m^2$

12) Slope gutter (S gutter)

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

$= \left(\frac{0,016\ x\ 0,013}{0,277\ x\ (0,185)^{2/3}}\right)^2$

$= 5,34 \times 10^{-6}$ m/m

13) Headloss gutter (Hf gutter)

Hf gutter = P weir x S gutter

$= 4,06$ m x $5,34 \times 10^{-6}$ m/m

$= 2,1 \times 10^{-5}$ m/m

V-notch

1) Jumlah v notch

Panjang weir = 4,06 m

Jumlah v notch $= \left(\frac{panjang\ weir}{jarak\ antar\ v\ notch + lebar\ v\ notch}\right)$

$= \left(\frac{4,06}{0,3 + 0,1}\right)$

= 10 buah

2) Debit mengalir tiap v notch $= \frac{Q}{jumlah\ v\ notch}$

$= \frac{0,065\ m3/s}{10}$

$= 0,0065\ m^3/s$

3) Tinggi peluapan v notch

$Q = \frac{8}{15}$ x Cd x $\sqrt{2\ x\ g\ x\ tan\ \frac{\theta}{2}\ x\ H^{\frac{5}{2}}}$

= $\frac{8}{15}$ x 0,6 x $\sqrt{2\ x\ 9{,}81\ x\ tan\ \frac{\theta}{2}\ x\ H^{\frac{5}{2}}}$

H = 0,2132 m

<u>Bak Pengumpul Prasedimentasi</u>

a. Data Perencanaan

1)Q saluran = 0,065 m^3/s

2)Kecepatan (v) = 1 m/s

3)Lebar bak = lebar zona settling

= 5,7 m

4)Waktu detensi = 300 s

b. Perhitungan

1)Volume bak

V = Q x td

= 0,065 m^3/s x 300 s

= 19,5 m^3/s

Dimensi bak = direncanakan lebar : tinggi = 2 : 1

H = $\frac{lebar\ bak}{2}$

= $\frac{5{,}7\ m}{2}$

= 2,85 m

H total = H + freeboard

= 2,85 + (20% x 2,85)

= 3,42 m

L = $\frac{luas\ bak\ (A)}{lebar\ bak\ (W)}$

= $\frac{6{,}84\ m2}{5{,}7\ m}$

= 1,2 m

2)Luas bak

A = $\frac{volume\ bak\ (V)}{H}$

$= \frac{19,5\ m3}{2,85}$

= 6,84 m

3)Jari-jari hidrolis (R)

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

$= \frac{(5,7\ x\ 2,85)}{(5,7+(2x2,85))}$

= 1,425 m

4)Slope bak pengumpul (s)

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

$= \left(\frac{0,065\ m3/s\ x\ 0,013}{1,425^{\frac{2}{3}}}\right)^2$

= 4,4 x 10^{-7} m/m

5)Headloss bak (Hf)

Hf = S x lebak bak (W)

= 4,4 x 10^{-7} m/m x 5,7 m

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

Pipa Outlet

a. Kriteria Perencanaan

1)Kecepatan aliran = 0,6 – 1,5 m/s

b. Data Perencanaan

1)Debit aliran = 0,065 m^3/s

2)Kecepatan pipa = 1 m/s

c. Perhitungan

1)Diameter pipa (D)

D $= \sqrt{\frac{Q}{v\ x\ 3,14\ x\ 0,25}}$

$= \sqrt{\frac{0,065}{1\ x\ 3,14\ x\ 0,25}}$

= 0,3 → 300 mm atau 12 inch

2)Cek kecepatan (v)

v $= \frac{Q}{(\frac{1}{4}\,x\;3{,}14\;x\;D^2)}$

$= \frac{0{,}065}{(\frac{1}{4}\,x\;3{,}14\;x\;0{,}3^2)}$

= 0,92 m/s (Memenuhi range v = 0,6 – 1,5 m/s)

5.5 Aerasi

Unit aerasi bertujuan untuk meremoval logam berat pada air baku agar air baku produksi memenuhi baku mutu yang dicapai. Berikut data-data yang direncanakan pada unit aerasi :

<u>Perhitungan Saluran Pipa Inlet Aerator Spray</u>

a. Kriteria Perencanaan

1)Tinggi = 1,2 – 9 m

2)Luas bak = 105 – 320 m^2

3)Diameter nozzle = 2,5 – 4,0 cm

4)Debit nozzle = 5 – 10 L/det

5)Luas bak = 105 - 320 m^2/m^3det

6)Jarak nozzle = 0,6 – 3,6 m

7)Tekanan semprot = 10 psi

(sumber: Qasim et. Al.,2000 dan Ali Masduqi, 2012 hal 107)

8)Kecepatan pipa inlet = 0,6 – 1,5 m/s

9)Kecepatam pipa outlet = 0,3 – 2,5 m/s

(sumber: Bangunan Pengolahan Air Minum, M. Razif, jilid 2)

b. Data Perencanaan

1)Debit = 0,065 m^3/s

2)Diameter nozzle = 1,5 inch

3)Debit nozzle = 0,005 m^3/s

4)Jarak nozzle = 3,5 m

5)Luas bak = 310 m^2

6)Kedalaman bak = 2 m

7)Panjang bak aerasi = 1,5 lebar bak aerasi

8)Kecepatan pipa inlet = 1,4 m/s

9)Kecepatan pipa outlet = 1,4 m/s

c. Perhitungan

1) Diameter pipa inlet

Q	= A x v
0,065 m^3/s	= A x 1,4 m/s
A	= 0,046 m^2
A	= $\frac{1}{4}$. π . D^2
0,046 m^2	= $\frac{1}{4}$ x 3,14 x D^2
D	= 0,240 = 10 inch

2) Diameter pipa outlet

Q	= A x v
0,065 m^3/s	= A x 1,4 m/s
A	= 0,046 m^2
A	= $\frac{1}{4}$. π . D^2
0,046 m^2	= $\frac{1}{4}$ x 3,14 x D^2
D	= 0,240 = 10 inch

3) Volume bak aerasi

h total	= h + (20% x h)
	= 2 m + (20% x 2 m)
	= 2,4 m
V	= A x h
	= 110 m^2 x 1,8 m
	= 264 m^3

4) Waktu tinggal bak aerasi

Td	= $\frac{V}{Q}$
	= $\frac{264\ m3}{0{,}065\ m3/s}$
	= 4061 = 66 menit

5) Dimensi bak aerasi

V	= p x l x t

264 m^3	= 1,5*l* x l x 2,4 m
73,3 m^2	= l^2
l	= 8,5 m
p	= 1,5 x l
	= 1,5 x 8,5m
	= 12,75 m

d. Resume

1) Jumlah bak aerasi	= 1 bak
2) Panjang bak (P)	= 12,75 m
3) Lebar bak (L)	= 8,5 m
4) Tinggi air	= 2 m
5) Freeboard	= 0,4 m
6) Tinggi bak (T total)	= 2,4 m

Nozzle

a. Data Perencanaan

Menggunakan *aeration nozzles* berbentuk spiral dengan spesifikasi sebagai berikut:

1)Merk BETE	
2)*Nozzle type Spiral*	
3)*Typical Pressure Range*	= 10 psi
4)Debit *nozzle*	= 0,005 m^3/s
5)Angel range	= 90^o
6)Materials	= Brass
7)Tipe Nozzle	= 1 1/2TF64FCN-B@4

b. Perhitungan

1)Jumlah *nozzle*

n $= \frac{Q\ total}{Q\ tiap\ nozzle}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{0{,}00225\ m3/s}$

= 29 buah

<u>Kebutuhan Oksigen untuk Meremoval Amonia</u>

a. Kriteria Perencanaan

Standar air baku = < 0,1mg/L

b. Data Perencanaan

1)Debit air baku (Q) = 0,065 m^3/s

2)NH_3 influent = 0,3 mg/L

3)K_{La} ammonia = 0,0125/detik

4)Koef lubang = 0,8

5)Tekanan semprot = 10 psi = 703 cm

6)Factor desain = 2

c. Perhitungan

1)Menghitung kecepatan pada droplet

v $= C\ v\ \sqrt{2\ gh}$

$= 0{,}8\ \sqrt{2\ x\ 9{,}81\ x\ 703}$

= 939,54 cm/s

2)Menghitung Waktu Kontak

t $= \frac{2\ x\ 939{,}54\ x \sin 90}{9{,}81}$

= 1,9 s

3)Menghitung transfer gas

Ce – Ci = (Cs – Ci) (1 – exp(-KLa.t)

Ce – 10.000 = (Cs – 10.000) (1 – exp(-0,0125 x 1,9)

Ce – 10.000 = - 10.000 (0,02)

Ce = 10.000 – 200

Ce = 9800 µg/L

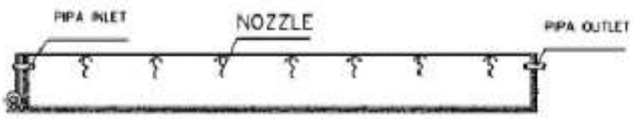
Ce = 9,8 mg/L

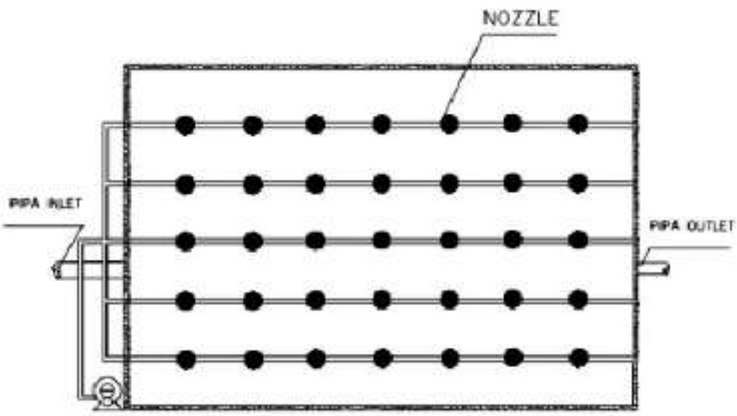
Kebutuhan oksigen untuk mengolah air limbah dengan Q = 65 L/s

Keb. O_2 $= \frac{(Q\ x\ Konsentrasi\ O2\ x\ faktor\ desain)}{Konversi\ ke\ L/menit}$

$= \frac{(65\ L/s\ \ x\ 9{,}8\ mg/L\ x\ 2)}{60}$

= 21,2 L/menit





<u>Pompa Menuju Koagulasi</u>

a. Kriteria Perencanaan

1) K Elbow 90° = 0,9
2) K tee = 1,25

(Sumber : Dake, J.M.K., Endang P. Tachyan dan Y.P. Pangaribuan, 1985, "Hidrolika TEknik Edisi II", Erlangga Jakarta)

3) K Check valve = 2
4) K increaser = 0,25
5) K foot valve = 2,3
6) K gate valve = 0,19

(Sumber : Practical Hydrolics For The Public Work Engineer, 1968)

7) Head Pompa > H statis (Ha) + Hf total

b. Data Perencanaan

1) Elbow 90° suction = 2 buah
2) Elbow 90° discharge = 1 buah
3) Q air = 0,065 m^3/s
4) Head statis suction = 1 m
5) Head statis discharge = 2,3 m
6) L suction = 2,35 m
7) L discharge = 3,7 m
8) Kecepatan pipa = 0,6 m/s
9) Diameter pipa Suction = 0,3 m
10) Diameter pipa Discharge = 0,3 m

c. Perhitungan

1) Perhitungan suction

a. Headloss mayor $= \frac{10,7\ x\ L\ x\ Q^{1,85}}{C^{1,85}\ x\ D^{4,87}}$

$= \frac{10,7\ x\ 2,35\ x\ 0,065^{1,85}}{130^{1,85}\ x\ 0,3^{4,87}}$

= 0,01 m

b. Headloss minor (Elbow 90°) = n x k x $\frac{v^2}{2g}$

= 2 x 0,9 x $\frac{0,6^2}{2x9,81}$

= 0,033 m

c. Total headloss suction = Hf mayor + Hf minor

= 0,01 m + 0,033 m

$= 0{,}045$ m

2) Pergitungan Discharge

a. Headloss mayor $= \frac{10{,}7 \ x \ L \ x \ Q^{1{,}85}}{C^{1{,}85} \ x \ D^{4{,}87}}$

$= \frac{10{,}7 \ x \ 3{,}7 \ x \ 0{,}065^{1{,}85}}{130^{1{,}85} \ x \ 0{,}125^{4{,}87}}$

$= 0{,}01$ m

b. Headloss minor (Elbow 90^o) = n x k x $\frac{v^2}{2g}$

$= 1 \text{ x } 0{,}9 \text{ x } \frac{0{,}6^2}{2x9{,}81}$

$= 0{,}016$ m

c. Total headloss Discharge= Hf mayor + Hf minor

= 0,01 m + 0,016 m

= 0,126 m

3) Perhitungan Head Total = Head statis Suction + Head statis Discharge + Hf S tot + Hf D tot

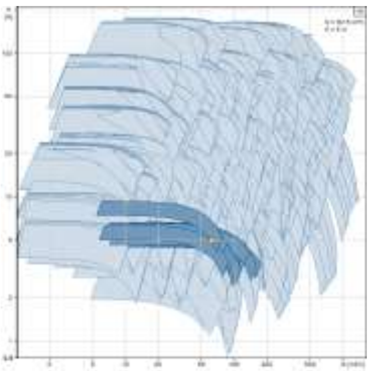
= 1 m + 2,3 m + 0,045 m + 0,126 m

= 3,17 m

Menggunakan head pompa berukuran 5 m

4) Head pompa > Head total

5 m > 3,17 m



Menggunakan pompa merk **Grundfos** dengan tipe **NK 125-280/205 AA1F1S3ESBQQEIWS** beserta spesifikasi yang tertera pada lampiran A

5.6 KOAGULASI

Bak koagulasi bertujuan untuk tempat menyatukan partikel koloid sehingga membentuk partikel ukuran lebih besar yang selanjutnya dapat dipisahkan dengan cara yang lebih efisien melalui sedimentasi, flotasi, atau penyaringan dengan menambahkan bahan koagulan. Berikut data-data yang direncanakan pada bak koagulasi :

<u>Bak Pembubuh Koagulan</u>

a. Kriteria Perencanaan

1) Massa jenis PAC (ρ) = 1,23 gr/ml = 1,23 kg/L
2) Waktu detensi (Td) = 1 hari
3) Gradien kecepatan (G) = 700 – 1000 / detik

   (*Reynolds, Tom D. dan Richards c. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition*, hal 182)
4) Diameter paddle (Di) = 50 – 80% D/W
5) Lebar paddle (Wi) = 1/6 – 1/10 D/W
6) Kecepatan putaran paddle (n) = 20 -150 rpm

   (*Reynolds, Tom D. dan Richards c. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition*, hal 185)
7) Kedalaman bak (H) = 1 – 1,25 D/W

   (*Reynolds, Tom D. dan Richards c. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition*, hal 184)
8) Reynold number (NRE) = >10.000

   (*Reynolds, Tom D. dan Richards c. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition*, hal 187)
9) Kecepatan pipa outlet (v) = 1 – 2,5 m/s

b. Data Perencanaan

1)Debit (Q) = 0,065 m^3/s
2)Koagulan yang dipakai = Poly Aluminium Chloride (PAC)
3)Jumlah bak pembubuh koagulan 1 buah
4)Konsentrasi PAC 30% di pasaran
5)Tinggi bak koagulan = 1,5 m

6)Dosis optimum PAC = 30 mg/L (asumsi)

7)Periode pelarutan = 24 jam (1 hari)

8)Kedalaman tangki (HT) = 1,25 D/W m

9)ρ air untuk suhu 29°C = 0,99597 gr/cm^3 = 995,97 kg/m^3

10) Freeboard = 20% kedalaman

11) Gradien kecepatan (G) = 900/detik

12) Jenis impeller (Di) = Flat Paddles, 2 Blades; Di/Wi = 4

13) Konstanta pengaduk untuk aliran turbulen (KT 2) Flat Paddles, 2 Blades (single paddle) = 2,25 (Reynold)

14) Lebar paddle (Wi) = 1/4 Di

15) Kecepatan putaran paddle (n) = 150 rpm = 2,5 rps

16) Kecepatan pipa outlet (v) = 1,5 m/s

17) Koefisien kekasaran pipa (A) = 130

c. Perhitungan

1)Kebutuhan PAC

Keb. PAC murni = Dosis optimum PAC x Q

= 30 mg/L x 1000 L/m^3 x 0,065 m^3/s

= 1.950 mg/s = 168,4 kg/hari

Keb. PAC konsentrasi 30% $= \frac{100\%}{konsentrasi\ PAC}$ x kebutuhan PAC murni

$= \frac{100\%}{30\%}$ x 168,4 kg/hari

= 561,3 kg/hari

Volume PAC $= \frac{kebutuhan\ PAC}{\rho}$

$= \frac{561{,}3\ kg/hari}{1{,}23\ kg/L}$

= 456,3 L/hari = 0,46 m^3/hari

2)Kebutuhan air pelarut

Kelarutan PAC dalam air direncanakan 25%

Volume air $= \frac{100\% - kadar\ PAC}{Kadar\ PAC}$ x volume PAC

$= \frac{100\% - 25\%}{25\%}$ x 0,46 m^3/hari

= 1,38 m^3/hari

3)Volume kebutuhan total

Volume total = Volume PAC + Volume air

= 0,46 m^3/hari + 1,38 m^3/hari

= 1,84 m^3/hari

4)Dimensi bak pembubuh

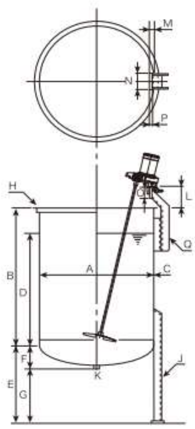
volume = $\frac{1}{4}$ x π x D^2 x 1,5 m

1,84 m^3/hari = $\frac{1}{4}$ x 3,14 x D^2 x 1,5 m

1,57 m^3/hari = D^2

D = 1,25 m

Specification of optional tanks



Model	Available capacity	Maximum capacity	Tank dimension (mm)											Weight (kg)	
	ℓ	ℓ	A	B	C	D	E	F	G	H(SUS)	J(SS)	K	Tank	Lid*
ZTF-100	100	130	500	600	3	450	450	134	316	L25×25×3	3-L50×50×6	1/2 B Socket	43	3
ZTF-150	150	182	550	700	3	562	450	144	306	L30×30×3	3-L50×50×6	1/2 B Socket	51	4
ZTF-200	200	260	650	700	3	520	450	163	287	L30×30×3	3-L50×50×6	1/2 B Socket	60	5.5
ZTF-300	300	361	700	850	3	692	500	173	327	L40×40×3	4-L50×50×6	1/2 B Socket	77	6.5
ZTF-400	400	478	800	850	3	695	500	192	308	L40×40×3	4-L50×50×6	1/2 B Socket	88	8
ZTF-500	500	600	850	950	3	770	500	202	298	L40×40×3	4-L65×65×6	1/2 B Socket	106	9
ZTF-800	800	963	1000	1100	3	900	550	240	310	L40×40×5	4-[100×50×5	1B Socket	155	12
ZTF-1000	1000	1177	1100	1100	3	910	550	260	290	L40×40×5	4-[100×50×5	1B Socket	170	19
ZTF-1500	1500	1721	1250	1245	4	1065	600	290	310	L40×40×5	4-[100×50×5	1B Socket	260	24
ZTF-2000	2000	2275	1300	1550	4	1345	600	298	302	L50×50×6	4-[125×65×6	1B Socket	335	26
ZTF-2000S	2000	2273	1400	1300	4	1125	600	318	282	L50×50×6	4-[125×65×6	1B Socket	325	30
ZTF-2500	2500	3073	1500	1550	4	1230	700	370	330	L50×50×6	4-[125×65×6	1B JIS 10KF	400	34
ZTF-3000	3000	3603	1500	1850	4	1510	700	370	330	L50×50×6	4-[125×65×6	1B JIS 10KF	448	34
ZTF-3000S	3000	3521	1600	1550	4	1290	750	400	350	L50×50×6	4-[125×65×6	1B JIS 10KF	422	38
ZTF-3500	3500	4125	1600	1850	4	1540	700	400	300	L50×50×6	4-[150×75×9	1B JIS 10KF	524	38
ZTF-3500S	3500	4004	1700	1550	4	1330	800	430	370	L50×50×6	4-[150×75×9	1B JIS 10KF	514	43
ZTF-4000	4000	4685	1700	1850	4	1550	800	430	370	L65×65×6	4-[150×75×9	1 1/2 B JIS 10KF	575	45
ZTF-4000S	4000	4520	1800	1500	4	1345	800	450	350	L65×65×6	4-[150×75×9	1 1/2 B JIS 10KF	550	50
ZTF-4500	4500	5285	1800	1850	5	1542	800	450	350	L65×65×6	4-[200×90×8	1 1/2 B JIS 10KF	750	50
ZTF-5000	5000	5924	1900	1850	5	1530	900	500	400	L65×65×6	4-[200×90×8	2B JIS 10KF	800	56

* When the dimension A is 1000 or less, the lid thickness is 1.5t, and if more than that, the thickness is 2.0t.
* We have the jacketed type tank, too.

- Merk : Satake Mixer Tanks
- Tipe/Model : ZT Series/ZTF-1500

- Kedalaman Tangki : 1250 + 290

  : 1540 mm

  : 1,54 m
- Diameter : 1250 mm = 1,25 m
- Kapasitas : 1500 L
- Kapasitas Max : 1721 L

5)Kedalaman air

V (dalam 1 hari) = ¼ x π x D^2 x h air

1,84 m^3 = ¼ x 3,14 x $1{,}5^2$ x h air

H air = 1,04 m

6)Suplai tenaga ke air

P = G^2 x µ x V

= $(900/s)^2$ x 0,8181 x 10-3 N.s/m2 x 1,84 m^3/hari

= 1219,29 N.m/s

= 1219,29 watt

7)Diemeter impeller

Di $= (\frac{P}{KT\ x\ n^3\ x\ \rho})^{\frac{1}{5}}$

$= (\frac{1219,29 N.m/s}{2,25\ x\ (2,5\ rps)^3\ x\ 995,97\ kg/m})^{\frac{1}{5}}$

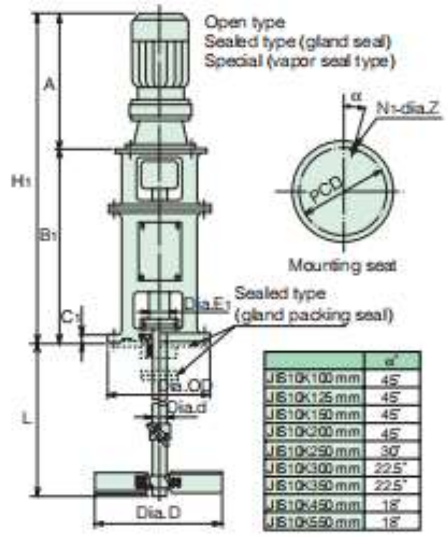
= 0,51 m

Lebar paddle $= \frac{1}{4}$ x Di

Wi $= \frac{1}{4}$ x 0,51 m

= 0,12 m

External Dimensions



	α°
JIS10K100mm	45°
JIS10K125mm	45°
JIS10K150mm	45°
JIS10K200mm	45°
JIS10K250mm	30°
JIS10K300mm	22.5°
JIS10K350mm	22.5°
JIS10K450mm	18°
JIS10K550mm	18°

Specification Dimensions

Model	Motor Output	Gear Reducer Frame No.	Gear Reducer Gear Ratio	Revolution speed (rpm) 50 Hz	Revolution speed (rpm) 60 Hz	Agitation Shaft Standard Length (L)	Agitation Shaft Dia. (Dia.d)	2-vane Paddle 2-stage Dia. (Dia.d)	Mounting Flange Nominal Dia. JIS-10K	Mounting Flange Outer Dia. (OD)	Mounting Flange Pitch (PCD)	Mounting Flange Hole (Z)	Mounting Flange Hole (N)	Max. Agitation Capacity Diluted Liquids	Max. Agitation Capacity Medium Viscosity Liquid	Approx. Weight W motor
	kW	#	i	50 Hz	60 Hz	mm	mm	mm		mm	mm	mm	pcs	L	L	kg
C2T□-0.1	0.1	4075	1/11	136	164	1000	16	200	100 mm	210	175	19	4	700	300	19
			1/17	88	106			250								19
			1/29	52	62			350								20
			1/35	43	51			400								21
			1/43	35	42			450								21
		4085	1/59	25	31	1200	22	500	125 mm	250	210	23	4			29
		4095	1/87	17	21	1500	32	700	150 mm	280	240	23	4			50
C2T□-0.2	0.2	4075	1/11	136	164	1000	16	250	100 mm	210	175	19	4	1300	600	20
			1/17	88	106			350								21
		4085	1/29	52	62	1200	22	450	125 mm	250	210	23	4			28
			1/35	43	51			500								30
			1/43	35	42			550								30
		4095	1/59	25	31	1500	32	600	150 mm	280	240	23	4			50
			1/87	17	21			800								59
C2T□-0.4	0.4	4085	1/11	136	164	1200	22	350	125 mm	250	210	23	4	2500	1200	29
			1/17	88	106			400								29
		4095	1/29	52	62	1500	32	550	150 mm	280	240	23	4			50
			1/35	43	51			600								51
			1/43	35	42			650								51
		4105	1/59	25	31			900								60
			1/87	17	21			1150								74
C2T□-0.75	0.75	4095	1/11	136	164	1500	32	400	150 mm	280	240	23	4	5000	2500	51
			1/17	88	106			550								54
		4105	1/29	52	62			700								58
			1/35	43	51			800								63
			1/43	35	42			900								67
		4115	1/59	25	31	2200	45	1000	200 mm	330	290	23	4			130
			1/87	17	21			1350								174
C2T□-1.5	1.5	4105	1/11	136	164	1500	32	500	150 mm	280	240	23	4	10000	5000	59
			1/17	88	106			600								61
		4115	1/29	52	62	2200	45	800	200 mm	330	290	23	4			123
			1/35	43	51			900								127
			1/43	35	42			1000								135
		4130	1/59	25	31	2400	50	1200	250 mm	400	355	25	6			204
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]								[illegible]
C2T□-2.2	2.2	4105	1/11	136	164	1500	32	550	150 mm	280	240	23	4	15000	7500	63
			[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]								[illegible]
		4115	1/29	52	62	2200	45	950	200 mm	330	290	23	4			133
			1/35	43	51			1000								137
		4130	1/43	35	42	2400	50	1100	250 mm	400	355	25	6			209
		4145	1/59	25	31			1350								226
		4160	1/87	17	21	2600	60	1750								338
C2T□-3.7	3.7	4115	1/11	136	164	2200	45	600	200 mm	330	290	23	4	25000	12000	132
			1/17	88	106			750								135
		4135	1/29	52	62	2400	50	1000	250 mm	400	355	23	6			215
			1/35	43	51			1200								223
		4155	1/43	35	42	2600	60	1300								255
		4160	1/59	25	31			1500								308
		4170	1/87	17	21	2800	70	1950	300 mm	445	400	25	8			536

sumber : Catalog Tacmina Agrigator

Merk : Tacmina

Model : C2T-2,2

Power : 2,2 kw

Diameter : 550 mm

: 0,55 m

Panjang poros

pengadukan (L) : 1500 mm

: 1,5 m

8) Cek nilai bilangan Reynold (N_{RE})

N_{RE} $= \frac{Di^2 \ x \ n \ x \ p}{\mu}$

$= \frac{(0,5)^2 \ x \ 2,5 \ rps \ \ x \ 995,97 \ kg/m3}{0,8181 \ x \ 10^{-3} \ N.s/kg/m2}$

= 760.886,5 (memenuhi N_{RE} > 10.000)

9) Cek nilai bilangan Freud (N_{FE})

N_{FE} $= \frac{Di \ x \ n^2}{g}$

$= \frac{0,5 \ x \ 2,5^2}{9,81}$

= 0,31 (Memenuhi > 10^{-5})

10) Debit bak pembubuh

Q koagulan $= \frac{volume \ tangki}{Td \ pembubuhan}$

$= \frac{1,84 \ m3}{1 \ hari}$

= 1,84 m^3/hari = 2,13 x 10^{-5} m^3/s

d. Resume

1) Kebutuhan PAC = 168,4 kg/hari

2) Periode pelarutan = 3 hari

3) Volume bak pembubuh = 1,38 m^3/hari

4) Debit PAC = 0,46 m^3/hari

5) Volume bak = 1,84 m^3

6) Diameter bak = 1,25 m

7) Daya pengaduk = 2,2 Kw

8) Diameter impeller = 0,5 m

9)Lebar paddle = 0,12 m

Dosing Pump

Q bak pembubuh = 1380 L/hari

= 57,5 L/jam

Berdasarkan spesifikasi dosing pump dengan debit 57,5 L/jam, maka didapatkan dosing pump merk **Grundfos**, model **DDA 60-10 AR-PVC/E/C-F-32U3U3FG**. Adapun spesifikasi pompa :

Daya (P) : 62 W

Flow Rate : 60 L/jam = 1000 ml/menit

Bak Koagulasi

a. Kriteria Perencanaan

1)Waktu detensi (Td) = 1-5 menit

(Sumber : Nusa Idaman Said, 2017. Hal 32)

2)Gradien kecepatan (G) = 700-1000 /s

(Sumber : Reynolds. 1996. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition, hal 166-193)

3)Kecepatan impeller = 20-150 rpm

(Sumber : Reynolds. 1996. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition, hal 166-193)

4)Diameter turbin = 30% - 50% Diameter Bak

(Sumber : Reynolds. 1996. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition, hal 166-193)

5)Lebar Impeller (Wi) = 1/6 – 1/10 Diameter Bak

(Sumber : Reynolds. 1996. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition, hal 166-193)

6)Tinggi bak (H) = 1-1,25 Lebar Bak

(Sumber : Reynolds. 1996. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition, hal 166-193)

7)Massa jenis air (T 28ºC) (ρ) = 996,3 kg/m3

8)Viskositas absolut (T 28ºC) (μ) = 0,0008363 $N.s/m_2$

b. Data Perencanaan

1)Debit (Q) = 5612,6 m^3/hari

= 0,065 m^3/s

2)Waktu detensi (Td) = 60 s

3)Gradien Kecepatan (G) = 700 /s

4)Tinggi bak = 1,25 lebar bak

5)Jarak turbin dari dasar bak = 50% diameter bak

6)Tipe Impeller flat paddle, 2 blades (single paddle)

c. Perhitungan

1)Volume air baku = Q air baku x Td

= 0,065 m^3/s x 60 s

= 3,9 m^3

2)Volume koagulan = Q air bak pembubuh x Td

= (1,84 m^3/hari / 86400) x 60 s

= 0,0012 m^3

3)Volume total = V air baku + V koagulan

= 3,9 m^3 + 0,0012 m^3

= 3,9 m^3 = 3900 L

4)Dimensi bak koagulasi

Direncanakan bak koagulasi menggunakan bahan beton untuk memudahkan pemasangan pipa dengan dimensi sebagai berikut :

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

$$3,9\ m^3 = \frac{1}{4}\ x\ 3,14\ x\ D^2\ x\ 1,25D$$

$$1,25D^3 = \frac{3,9\ m3}{\frac{1}{4} x\ 3,14}$$

$$1,25D^3 = 4,9$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4,9}{1,25}}$$

$$= 1,5\ m$$

$$H = 1,25D$$

$$= 1,25\ x\ 1,5\ m$$

= 1,87 m

Freeboard (Fb) = 20% x H

= 20% x 1,87 m

= 0,374 m

Htotal = H + Fb

= 1,87 + 0,374 m

= 2,244 → 2,2 m

5)Daya pengadukan (P) = G^2 x μ x V

= $(700/s)^2$ x 0,0008363 N.s/m^2 x 3,9 m^3

= 1598 N m/s atau 1598 Watt

= 1,598 kW

Berdasarkan perhitungan daya diatas, maka pengaduk bak koagulasi direncanakan sebagai berikut:

1. Merk = Konmixchina
2. Model = KJB L-5000
3. Power = 30 kW
4. Diameter impeller (Di) = 700 mm →0,7 m
5. Kecepatan putaran impeller = 45 rpm →0,75 rps

Model	Capacity (L)	Power (kw)	Speed (rpm)	Mixing Blade (mm)
KJB-L-100	100	2.2	0-65	250
KJB-L-200	200	4	0-65	350
KJB-L-300	300	5.5	0-65	350
KJB-L-500	500	7.5	0-65	350
KJB-L-1000	1000	11	0-45	400
KJB-L-2000	2000	15	0-45	500
KJB-L-3000	3000	22	0-45	600
KJB-L-5000	5000	30	0-45	700
KJB-L-6000	6000	37	0-45	800

6)Jarak Impeller dengan dasar (Hi)

Hi = 50% x Di

= 50% x 0,7 m

= 0,35 m

7)Cek Nre $= \frac{Di^2 \; x \; n \; x \; p}{\mu}$

$= \frac{(0,7)^2 \; x \; 0,75 \; rps \; x \; 996,3 \; kg/m}{0,0008363 \; N.s/m2}$

= 437.809,6 (memenuhi, range >10.000)

d. Resume

1)Volume bak (V) = 3,9 m^3

2)Diameter bak (D) = 1,5 m

3)Kedalaman Bak = 1,87 m

4)Kedalaman Bak Total (Htot) = 2,2 m

5)Freeboard (Fb) = 0,374 m

6)Tebal tangki = 0,1 m

7)Daya pengaduk (P) = 1,598 kW

8)Diameter Impeller (Di) = 0,7 m

9)Jarak Impeller dari dasar bak (Hi) = 0,35 m

10) Kecepatan putaran = 45 rpm →0,75 rps

Pipa Outlet

a. Kriteria Perencanaan

1)Koefisien kekasaran pipa HDPE = 140

2)Viskositas absolut (T 28ºC) (μ) = 0,0008363 N.s/m2

3)Massa jenis air (T 28ºC) (ρ) = 996,3 kg/m3

4)Gravitasi bumi (g) = 9,81 m/s^2

b. Data Perencanaan

1)Debit (Q) = 5612,6 m^3/hari

= 0,065 m^3/s

2)Kecepatan (v) = 1 m/s

3)Gradien Kecepatan (G) = 700 /s

4)Panjang pipa = 2,53 m

5)Waktu detensi (Td) = 1 menit = 60 s

c. Perhitungan

1)Luas Penampang (A) $= \frac{Q}{v}$

$= \frac{0,065\ m3/s}{1\ m/s}$

$= 0,065\ m^2$

2)Diameter Pipa Outlet (D) $= \sqrt{\frac{4\ x\ A}{\pi}}$

$= \sqrt{\frac{4\ x\ 0,065\ m2}{3,14}}$

= 0,28 m → 0,3 m

(Menggunakan diameter 300 mm atau 12 Inch Merk Rucika)

3)Cek kecepatan (V cek) $= \frac{Q}{A}$

$= \frac{Q\ air\ baku + Q\ koagulan}{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ 0,3^2}$

$= \frac{0,065\ m3/s}{\frac{1}{4}\ x\ 3,14\ x\ 0,3^2}$

= 0,92 m/s (memenuhi 0,6 – 1,5 m/s

4)Ketinggian jatuhan $= \frac{G^2\ x\ \mu\ x\ td}{p\ x\ g}$

$= \frac{700^2\ x\ 0,0008363\ x\ 60}{996,3\ x\ 9,81}$

= 2,51 m

5)Waktu terjunan ke bak koagulasi $= \sqrt{\frac{2\ x\ Hterjunan}{g}}$

$= \sqrt{\frac{2\ x\ 2,51}{9,81}}$

= 0,71 s

6)Kecepatan terjunan ke bak koagulasi $= \frac{Hterjunan}{Tterjunan}$

$= \frac{2,51\ m}{0,71\ s}$

= 3,5 m/s

7)Headloss $= (\frac{Q}{0,2785\ x\ C\ x\ d^{2,63}})^{1,85}\ x\ L$

$= (\frac{0,065\ m3/s}{0,2785\ x\ 140\ x\ 0,3^{2,63}})^{1,85}$ x 2,53m

= 0,0068 m

d. Resume

1) Diameter pipa = 0,3 m = 12 inch

2) Kecepatana ir yang melalui pipa = 0,92 m/s

3) L pipa = 2,53 m

4) Headloss = 0,0068 m

5.7 FLOKULASI

Bak Flokulasi

a. Kriteria Perencanaan

1) Waktu detensi (Td) = 10-90 menit

(Sumber : Al-Layla. 1980. Water Supply Engineering Design)

2) Kecepatan aliran pipa (v) = 0,1-1 m/s

(Sumber : Reynolds. 1982. Unit Operation and Processes in Environmental Engineering)

3) Gradien kecepatan (G) = 10-75 /s

4) Jarak antar baffle > 45 cm

5) Jarak baffle dengan dinding > 60 cm

6) Kedalaman air > 1 m

7) Koef kekasaran dinding (f) = 0,3

(Sumber : Wahyono Hadi. Hal. 70)

8) Luas paddle = 5 - 20% area bak

(Sumber : Kawamura. 1991. Integrated Design Of Water Treatment Facilities)

9) Nre laminer < 2000

(Sumber : Reynolds. 1982. Unit Operation and Processes in Environmental Engineering. Hal. 224)

10) NFr > 10^{-5}

(Sumber : Reynolds. 1982. Unit Operation and Processes in Environmental Engineering. Hal. 224)

11) Massa jenis air (T 28ºC) (ρ) = 996,3 kg/m^3

12) Viskositas absolut (T 28ºC) (μ) = 0,0008363 N.s/m^2

b. Data Perencanaan

1) Debit (Q) = 5612,6 m^3/hari= 0,065 m^3/s

2) Bak flokulasi berbenuk baffle channel dengan aliran horizontal

3) Jumlah kompartemen = 3 kompartemen

4) Tinggi bak (H) = 2 m

5) Panjang bak (L) = 2W

6) Jumlah unit = 1 unit

7) Kecepatan aliran (v) = 0,6 m/s

8) Konstanta empiris (k) = 3

9) Waktu tinggal (Td) = 10 menit = 600 detik

10) Koefisien manning (n) = 0,015

11) Gradien kecepatan (G) tiap kompartemen

- G kompartemen 1 = 50 /s
- G kompartemen 2 = 40 /s
- G kompartemen 3 = 30 /s

c. Perhitungan

1) Waktu detensi total (Td) = Σ Td kompartemen

= 3 x 600 detik

= 1800 detik atau 3 menit

2) Volume bak total (Vtot) = Q x Td total

= 0,065 m^3/s x 1800 detik

= 117 m^3

3) Dimensi

L : B	= 2 : 1
L	= 2B
V	= L x B x H
117 m^3	= 2B x B x 2
117 m^3	= $4B^2$
B	= 5,4 m
L	= 10,8
H	= 2 m

H total = H bak + H Fb

= 2 m + (20% x 2m)

= 2,4 m

4)Lebar tiap kompartemen (W) = $\frac{B\ total}{n}$

= $\frac{5,4\ m}{3}$

= 1,8 m

5)Tebal dinding Baffle = 12 cm = 0,12 m (***SNI*** 03-1972-1990)

<u>Kompartemen I</u>

1) Headloss (Hf1)

Hf1 = $\frac{(\mu\ x\ td)}{(p\ x\ g)}$ x G^2

= $\frac{(0{,}0008363\ N.s/m2\ x\ 600)}{(996{,}3\ kg/m3\ x\ 9{,}81\ m/s2)}\ x\ (50/s)^2$

= 0,128 m

2) Jumlah baffle (n1)

n1 = $[\left(\frac{2\ x\ \mu\ x\ td}{p\ x\ (1{,}44+f)}\right)\left(\frac{h\ x\ L\ x\ G}{Q}\right)]^{1/3}$

= $[\left(\frac{2\ x\ 0{,}0008363 N.s/m2\ x\ 600}{996{,}3\ kg/m3\ x\ (1{,}44+0{,}3)}\right)\left(\frac{2\ m\ x\ 10{,}8 x\ 50\ s}{0{,}065\ m3/s}\right)^2]^{1/3}$

= 54,2 = 54 buah

3) Jarak antar buffle = $\frac{L}{(n+1)}$

= $\frac{10{,}8}{(54+1)}$

= 0,19 m

4) Jari-jari hidrolis (R1)

R1 = $\frac{(b\ x\ h)}{(b+2h)}$

= $\frac{(5{,}4\ x\ 2)}{(5{,}4 + 2(2m))}$

= 1,14 m

<u>Kompartemen II</u>

1) Headloss (Hf2)

Hf2 = $\frac{(\mu\ x\ td)}{(p\ x\ g)}$ x G^2

$= \frac{(0{,}0008363\ N.s/m2\ x\ 600)}{(996{,}3\ kg/m3\ x\ 9{,}81\ m/s2)}\ x\ (40/s)^2$

= 0,082 m

2) Jumlah baffle (n2)

n2 $= [\left(\frac{2\ x\ \mu\ x\ td}{p\ x\ (1{,}44+f)}\right)\left(\frac{h\ x\ L\ x\ G}{Q}\right)]^{1/3}$

$= [\left(\frac{2\ x\ 0{,}0008363 N.s/m2\ x\ 600}{996{,}3\ kg/m3\ x\ (1{,}44+0{,}3)}\right)\left(\frac{2\ m\ x\ 10{,}8\ x\ 40\ s}{0{,}065\ m3/s}\right)^2]^{1/3}$

= 46,7 = 47 buah

3) Jarak antar buffle $= \frac{L}{(n+1)}$

$= \frac{10{,}8}{(47+1)}$

= 0,225 m

4) Jari-jari hidrolis (R2)

R2 $= \frac{(b\ x\ h)}{(b+2h)}$

$= \frac{(5{,}4\ x\ 2)}{(5{,}4 + 2(2m))}$

= 1,14 m

<u>Kompartemen III</u>

1) Headloss (Hf3)

Hf3 $= \frac{(\mu\ x\ td)}{(p\ x\ g)}$ x G^2

$= \frac{(0{,}0008363\ N.s/m2\ x\ 600)}{(996{,}3\ kg/m3\ x\ 9{,}81\ m/s2)}\ x\ (30/s)^2$

= 0,046 m

2) Jumlah baffle (n3)

n3 $= [\left(\frac{2\ x\ \mu\ x\ td}{p\ x\ (1{,}44+f)}\right)\left(\frac{h\ x\ L\ x\ G}{Q}\right)]^{1/3}$

$= [\left(\frac{2\ x\ 0{,}0008363 N.s/m2\ x\ 600}{996{,}3\ kg/m3\ x\ (1{,}44+0{,}3)}\right)\left(\frac{2\ m\ x\ 10{,}8\ x\ 30\ s}{0{,}065\ m3/s}\right)^2]^{1/3}$

= 38,6 = 39 buah

3) Jarak antar buffle $= \frac{L}{(n+1)}$

$= \frac{10{,}8}{(39+1)}$

= 0,27 m

4) Jari-jari hidrolis (R3)

R3 $= \frac{(b \times h)}{(b+2h)}$

$= \frac{(5{,}4 \times 2)}{(5{,}4 + 2(2m))}$

= 1,14 m

Dari ketiga kompartemen didapatkan :

5) Headloss total (Hf tot) = Hf1 + Hf2 + Hf3

= 0,128 m + 0,082 m + 0,046 m

= 0,256 m

6) Nilai GT Flokulasi = $G_{AVERAGE}$ x Td x 60 detik/menit

= (50+40+30)/s x 30 menit x 60 detik/menit

= 72000

7) Cek bilangan Reynold (NRe)

NRe $= \frac{(V \times R)}{v}$

$= \frac{(0{,}6 \times 1{,}14)}{0{,}0008363\ N.s/m2}$

= 817,888 (memenuhi, NRe <2000 laminer)

8) Cek bilangan Fround (NFr)

NFr $= \frac{V^2}{(g \times R)}$

$= \frac{(0{,}6\ m/s)^2}{(9{,}81\ m/s2 \times 1{,}14\ m)}$

= 0,053 (memenuhi, NFr > 10^{-5})

9) Slope dasar bak (S)

S $= \frac{Hf\ tot}{L}$

$= \frac{0{,}256}{10{,}8}$

= 0,023 m/m

d. Resume

1)Jumlah unit = 1

2)Jumlah kompartemen = 3 kompartemen

3)Diameter pipa inlet dari bak koagulasi = 0,3 m atau 12 inch

4)Dimensi bak flokulasi

a. Panjang = 10,8 m
b. Lebar = 5,4 m
c. Kedalaman = 2 m
d. Freeboard (Fb) = 0,4 m
e. Kedalaman total = 2,4 m

5)Dimensi kompartemen I

a. Jumlah baffle = 54 buah
b. Jarak antar sekat = 0,19 m
c. Headloss = 0,128 m

6)Dimensi kompartemen II

a. Jumlah baffle = 47 buah
b. Jarak antar sekat = 0,225 m
c. Headloss = 0,082 m

7)Dimensi kompartemen III

a. Jumlah baffle = 39 buah
b. Jarak antar sekat = 0,27 m
c. Headloss = 0,046 m

8)Headloss total bak = 0,256 m

9)Slope bak = 0,023 m/m

<u>Pipa Outlet Flokulasi</u>

a. Kriteria Perencanaan

1)Kecepatan aliran pipa (v) = 0,6-1,5 m/s

(Sumber : Kawamura, Susumu. 2000. Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities Second Edition)

2)Koefisien manning beton = 0,013

(Sumber : Bambang Triadmodjo. 2008. Hidraulika II. Tabel 4.2 Harga Koefisien Manning)

b. Perhitungan

1)Diameter pipa outlet (D)

V	$= (\frac{Q}{\frac{1}{4} x\ 3,14\ x\ D^2})$
1 m^3/s	$= (\frac{0,065\ m3/s}{\frac{1}{4} x\ 3,14\ x\ D^2})$
0,785 D^2	$= (\frac{0,065\ m3/s}{1})$
0,785 D^2	= 0,065
D^2	= 0,082
D	= 0,28 m → 0,3 m

5.8 SEDIMENTASI

Sedimentasi adalah pengendapan partikel flokulen yang mana selama pengendapan terjadi saling interaksi antar partikel. Selama operasi pengendapan, ukuran partikel flokulen bertambah besar sehingga kecepatannya juga meningkat. Berikut perencanaan pada bangunan sedimentasi.

Zona Inlet

Zona Inlet merupakan outlet dari unit flokulasi dengan diameter pipa sebesar 0,3 m.

Zona Transisi

Zona transisi merupakan zona untuk membuat aliran air menjadi laminar yang bersumber dari zona inlet sebelum masuk ke zona settling

a) Kriteria Perencanaan

1) Kecepatan (v) = 0,3 – 0,6 m/s

   (**Sumber : Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment & Reuse 4th edition hal 316)**

2) Slope = 1 – 2 %
3) Freeboard = 5% - 30%

   (Sumber : Chow, Ven Te. 1959. Open Channel Hydraulics, hal 159. New York, USA: Mc. Graw-Hill Book company, Inc)

4) Koefisien manning beton = 0,013
5) Percepatan gravitasi = 9,81 m/s^2
6) Viskositas kinematik = 8,746 x 10^{-6} m/s

b) Data perencanaan

1) Debit (Q) = 0,065 m^3/s
2) Kecepatan aliran (v) = 0,6 m/s
3) Panjang zona (L) = Jarak antara Perforated baffle dengan inlet
   = 0,5 m
4) Lebar zona (W) = lebar bak prasedimentasi
   = 5,59 m
5) Tinggi zona (H) = Tinggi bak prasedimentasi
   = 2 m
6) Freeboard = 20% H
7) Waktu detensi (td) = 30 s

c) Perhitungan

1) Luas penampang zona (A) $= (\frac{Q}{v})$

   $= (\frac{0{,}065\ m3/s}{0{,}6\ m/s})$

   = 0,108 m^2
2) Freeboard = 20% x H
   = 20% x 2 m
   = 0,4 m
3) H total = H bak + freeboard
   = 2 m + 0,4 m
   = 2,4 m
4) Jari-jari hidrolis (R) $= \frac{w\ x\ H}{w\ +2H}$

   $= \frac{5{,}59\ m\ x\ 2\ m}{5{,}59\ m + 2(2m)}$

   = 1,165 m
5) Slope (S) $= (\frac{n\ x\ Q}{A\ x\ R^{2/3}})$

   $= (\frac{0{,}013\ x\ 0{,}065\ m^3/s}{0{,}108\ x\ 1{,}165\ ^{2/3}})$

   = 0,007 m/m
6) Vh $= \frac{L}{td}$

$= \frac{0,5\ m}{30\ detik}$

= 0,016 m/s

7) Cek bilangan Reynold (Nre) $= \frac{Vh\ x\ R}{vixkositas\ konematik}$

$= \frac{0,016\ m/s\ x\ 1,165\ m}{8,746\ x\ 10^{-6} m/s}$

= 2131,26 (Tidak memenuhi Nre < 2000)

d) Resume

1) Debit (Q) = 0,065 m/s
2) H total = 2,4 m
3) Jari-Jari hidrolis = 1,165 m
4) Slope = 0,007 m/m
5) Nre = 2131,26 (Tidak memenuhi Nre < 2000)

Zona Pengendapan (Settling Zone)

Zona *settling* atau zona pengendapan merupakan area yang berfungsi sebagai area pengendapan dari unit sedimentasi. Zona pengendapan ini berfungsi untuk mengendapkan flok-flok hasil pengolahan dari unit koagulasi dan flokulasi.

a. Kriteria Perencanaan

1) Waktu detensi (Td) = 1,5 – 2,5 jam
2) Weir loading rate = 0,8 – 2,5 m^3/m. jam
3) Nre (Laminer) = <2000
4) Nfr = > 10^{-5}

(Sumber : SNI 6774-2008 Tentang Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air)

5) Kemiringan dasar bak = 1 – 2 %
6) Kedalaman ruang pengendapan = 1 – 3 m
7) Koefisien manning beton terbuka = 0,013
8) Kinematic viskositas 28°C = 8,394 x 10^{-7} m/s
9) Viskositas absolut 28°C = 8,363 x 10^{-4} N.s/m^2
10) Specific Gravity Sludge (Sg) = 2,650
11) Massa jenis air 28°C = 996 Kg/m^3

(Sumber : Reynolds, Tom D. & Paul A. Richads (1996). Unit Operation and Process in Environmental Engineering Second Edition. Hal 762)

12) Specific (Ss) = 1,4

13) Kontrol pengerusan (Scouring)

β = 0,02 – 0,12

α = 0,03

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

14) Kecepatan Horizontal (vh) = > kecepatan penggerusan (vs)

b. Data Perencanaan

1) Debit = 0,065 m^3/s
2) Waktu detensi (td) = 2 jam → 7200 detik
3) Jumlah unit sedimentasi = 1
4) Good performance (n) = 1/3
5) Persentase removal = 80%
6) Kemiringan dasar bak (Slope) = 2 %
7) Tinggi bak (H) = 2 m
8) Rasio Panjang : Lebar = 2 : 1
9) β = 0,11
10) α = 0,03
11) $\frac{t}{td}$ = Vo / (Q/A)
12) Kemiringan *plate settler* = 60°
13) Kemiringan dasar bak = 2%
14) Panjang *plate settler* = ⅔ panjang zona pengendapan
15) Lebar *plate settler* = lebar bak sedimentasi
16) Tebal *plate settler* = 0,05 m
17) Tinggi *plate settler* = 1 m
18) Jarak antar *plate settler* = 0,15 m

c. **Perhitungan**

1) Volume bak pengendap (V) = Q x td

= 0,065 m^3/s x 7200 s

= 468 m^3

2) Dimensi zona settling

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

= $\frac{468\ m3}{2m}$

= 234 m^3

A = L x W

= 2W x W

= $2W^2$

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

= $\sqrt{\frac{234\ m2}{2}}$

= 10,8 m

L = 2 x W

= 2 x 10,8

= 21,6 m

H = 2 m

Htot = H + (20% x H)

= 2 m x (20% x 2)

= 2,4 m

3) Cek volume maksimal (V_{max}) = L x W x Htot

= 21,6 m x 10,8 m x 2,4 m

= 559,8 m^3

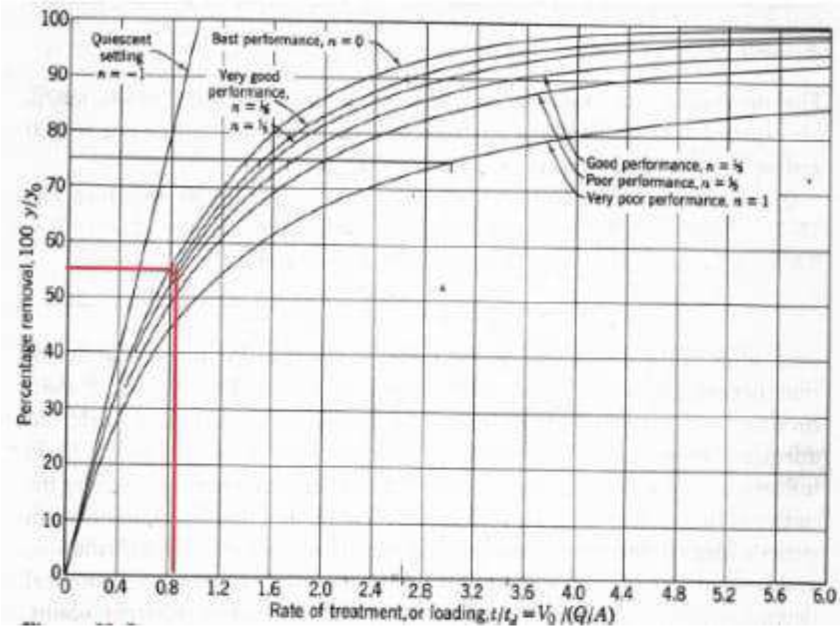
4) Cek waktu detensi (td) = $\frac{V\ max}{Q}$

= $\frac{559{,}8\ m3}{0{,}065\ m3/s}$

= 8612 detik = 2,39 jam

5) Kecepatan pengendapan partikel (Vs)

%removal perencanaan = 55%



6) t/td = Vo/(Q/A)

Didapatkan dari grafik berikut, dengan melihat hubungan persen removal (55%) dengan good performance (n = ⅓). Maka didapatkan nilai sebesar 0,82

$$\frac{Vs}{(\frac{Q}{A})} = 0{,}82$$

$$\frac{Vs}{(\frac{0{,}065}{234})} = 0{,}82$$

$$Vs = 0{,}000227 \text{ m/s}$$

7) Diameter partikel (Dp) $= \sqrt{\frac{Vz \ x \ 18 \ x \ viskositas \ kinematik}{g \ (Ss-1)}}$

$$= \sqrt{\frac{Vz \ x \ 18 \ x \ 0{,}836 \ x \ 10-5}{9{,}81 \ (1{,}4-1)}}$$

$$= 0{,}000029615 \text{ m}$$

8) Jari-jari hidrolis (R) $= \frac{W \ x \ H}{W+2H}$

$$= \frac{10{,}8 \ x \ 2}{10{,}8+2(2)}$$

$$= 1{,}45 \text{ m}$$

9) Massa jenis solid (ps)

Sg $= \frac{ps}{p}$

2,65 $= \frac{ps}{996\ kg/m3}$

Ps = 2639,4 kg/m^3

10) Keccepatan horizontal (Vh) $= \frac{Q}{L\ x\ H}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{21{,}6\ m\ x\ 2m}$

= 0,001504 m/s

11) Cek bilangan NRe $= \frac{Vh\ x\ R}{viskositas\ kinematik}$

$= \frac{0{,}001504\ m/s\ x\ 1{,}45\ m}{8{,}394\ x\ 10{-}7\ m2/s}$

= 2598,04 (Tidak memenuhi syarat Nre < 2000)

12) Cek bilangan Froud (Nfr)$= \frac{Vh}{\sqrt{g\ x\ h}}$

$= \frac{0{,}001504}{\sqrt{9{,}81\ x\ 2}}$

= 0,000339 = 3,3 x 10^{-4} (Memenuhi Nfr > 10-5)

13) Kecepatan penggerusan (Vsc) $= \sqrt{\frac{8\ x\ \beta\ x\ g\ x\ (ps - pw) x\ Nfr}{a\ x\ pw}}$

$= \sqrt{\frac{8\ x\ 0{,}05\ x\ 9{,}81\ x\ (2639 - 996) x\ 0{,}000339}{0{,}03\ x\ 996}}$

= 0,2704 m/s (Memenuhi Vsc > Vh)

Sehingga tidak terjadi penggerusan

14) Kemiringan dasar bak (S) = 2% x P

= 2% x 21,6

= 0,432 m/m

15) Panjang miring *plate settler* $= \frac{tinggi\ plate\ settler\ (Hps)}{\sin 60^o}$

$= \frac{1\ m}{\sin 60^o}$

= 1,155 m

16) Panjang area *plate settler* $= \frac{2}{3}\ x\ L$

$= \frac{2}{3}\ x\ 21{,}6$

= 14,4 m

17) Jumlah *plate settler* (np) $= \frac{L\ x \sin 60}{jarak\ antar\ plate\ settler} + 1$

$= \frac{21,6 \ x \ 0,886}{0,15 \ m} + 1$

= 128,5 → 129 buah

18) Luas *plate settler* (Aps) $= \frac{jarak \ antar \ plate \ settler}{\sin 60^{o}} \ x \ W$

$= \frac{0,15}{0,886} \ x \ 10,8$

= 1,8 m^2

19) Debit tiap *plate settler* (Qps) $= \frac{Q \ sedimentasi}{n \ plate \ settler - 1}$

$= \frac{0,065 \ m3/s}{129-1}$

= 0,0005078 m/s

20) Kecepatan aliran dalam *plate settler* (vhps) $= \frac{Q \ plate \ settler}{A \ x \sin 60}$

$= \frac{0,0005078}{1,8 \ \ x \ 0,866}$

= 0,000325 m/s

21) Jari-jari (R) $= \frac{Wps \ x \ Hps}{Wps + (2 \ x \ Hps)}$

$= \frac{0,15 \ x \ 1}{0,15 + (2 \ x \ 1)}$

= 0,0697 m

22) Bilangan Reynold (Nre) $= \frac{vhps^2 \ x \ R}{viskositas \ konematik}$

$= \frac{0,000325 \ x \ 0,0697}{8,398 \ x \ 10^{-7}}$

= 2,697 (Memenuhi Syarat Nre < 2000)

Nfr $= \frac{vhps^2}{\sqrt{g \ x \ R}}$

$= \frac{0,000325^2}{\sqrt{9,81 \ x \ 0,0697}}$

= 1,27 x 10^{-7} (Tidak memenuhi syarat 10-5)

d. Resume

1) Jumlah bak = 1 bak
2) Panjang bak (L) = 21,6 m
3) Lebar bak (W) = 10,8 m
4) Tinggi bak (H) = 2 m
5) Freeboard = 20%

6) Tinggi total (Htot) = 2,4 m
7) Kemiringan *plate settler* = 60^o
8) Tebal *plate settler* = 0,05 m
9) Lebar *plate settler* = 5,59 m
10) Tinggi *plate settler* = 1 m
11) Jarak antar *plate settler* = 1 m
12) Panjang miring *plate settler* = 1,155 m
13) Panjang area *plate settler* = 14,4 m
14) Jumlah *plate settler* = 129 buah
15) Kemiringan dasar bak = 2% → 0,432 m/m

Perforated Baffle

a. Data Perencanaan

1) *Perforated Baffle* diletakkan 0,5 m di depan zona inlet
2) Lebar *baffle* = Lebar zona pengendapan
   = 5,59 m
3) Tinggi *baffle* = Tinggi zona pengendapan
   = 2,4 m
4) Diameter lubang = 0,2 m →20 cm

b. Perhitungan

1) Luas *Perforated Baffle* (Apb) = lebar baffle x tinggi baffle
   = 5,59 m x 2,4 m
   = 13,416 m^2
2) Luas tiap lubang (AI) = ¼ x π x D^2
   = ¼ x 3,14 x $0,2^2$
   = 0,0314 m^2
3) Luas bersih baffle (Abb) = 50% x Apb
   = 50% x 13,416
   = 6,708 m^2
4) Jumlah lubang (ntotal) $= \frac{luas\ bersih\ baffle}{luas\ per\ lubang\ (AI)}$
   $= \frac{6,708}{2\ x\ (0,0314)}$

= 106,8 → 107 lubang

5) Jumlah lubang horizontal (nh) = 11 baris

6) Jumlah lubang vertikal (nv) = 10 baris

7) Cek jumlah lubang (ncek) = nh x nv

= 11 x 10

= 110

8) Jarak antar lubang horizontal $= \frac{lebar\ baffle-(nh\ x\ D)}{nh+1}$

$= \frac{5{,}59-(11\ x\ 0{,}2)}{11+1}$

= 0,282 m

9) Jarak antar lubang vertikal $= \frac{lebar\ baffle-(nv\ x\ D)}{nv+1}$

$= \frac{5{,}59-(10\ x\ 0{,}2)}{10+1}$

= 0,326 m

10) Debit per lubang(Q1) $= \frac{Q\ bak}{jumlah\ lubang\ (n)}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{110}$

= 0,00059 m^3/s

11) Kecepatan aliran lewat lubang (vl) $= \frac{debit\ lubang}{\frac{1}{4} x\ \pi\ x\ D^2}$

$= \frac{0{,}00059}{\frac{1}{4} x\ 3{,}14\ x\ (0{,}2)^2}$

= 0,00187 m/s

12) Jari-jari lubang(R) $= \frac{D}{2}$

$= \frac{0{,}2\ m}{2}$

= 0,1 m

13) Cek bilangan Reynold (NRe) $= \frac{p\ air\ x\ v\ lubang\ x\ R}{\mu\ air}$

$= \frac{996\ x\ 0{,}00187\ x\ 0{,}1}{8{,}363\ x\ 10^{-4}}$

= 334 (memenuhi Nre < 2000)

14) Cek bilangan Froud (Nfr) $= \sqrt{\frac{v}{(g\ x\ R)}}$

$$= \sqrt{\frac{0,0187}{(9,81\ x\ 0,1)}}$$

= 0,138 (Memenuhi Nfr > 10^{-5})

c. Resume

1) Lebar *baffle* = 5,59 m
2) Tinggi *baffle* = 2,4 m
3) Jarak *baffle* dengan zona inlet = 0,5
4) Jumlah lubang total = 110 lubang
5) Jumlah lubang horizontal = 11 lubang
6) Jumlah lubang vertical = 10 lubang
7) Jarak antar lubang horizontal = 0,282 m
8) Jarak antar lubang vertical = 0,326 m

<u>Zona Lumpur (Zona Slugde)</u>

Zona *sludge* atau zona lumpur merupakan area yang digunakan untuk menyimpan lumpur hasil dari pengendapan. Desain dari zona lumpur didasarkan dari besaran lumpur yang dihasilkan dan periode pengurasannya. Berikut data – data yang direncanakan pada zona lumpur.

a. Kriteria Perencanaan

1) Massa jenis air 28^{o} C = 996 Kg/m^3
2) Massa Jenis Sludge = 2650 Kg/ m^3
   (Sumber : Reynold. 1996. Unit Operations and process 2nd Hal. 762)
3) Dimensi Zona Sludge = Limas Terpancung
   (Sumber : Chow, Ven Te. 1959. Open Channel Hydraulics, hal 159. New York, USA: Mc. Graw-Hill Book company, Inc)
4) *Specific Solid (Ss)* = 1,4
   (Sumber : Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment & Reuse 4 th edition, Hal 1456)

b. Data Perencanaan

1) Debit air baku (Q) = 0,065 m^3/s
2) Persen removal TSS = 55%
3) Persen removal BOD = 70%

4) Persen removal COD = 90%

5) Persen removal Pb = 99%

6) Kadar BOD dalam air = 16 mg/L

7) Kadar COD dalam air = 26 mg/L

8) Efisiensi pengendapan = 90%

9) Kadar air dalam lumpur = 95%

10) Periode pengurasan = 30 hari → 2.592.000 detik

11) Waktu pengurasan = 5 menit → 300 detik

12) Kecepatan aliran pipa penguras = 1 m/s

c. Perhitungan

<u>Sludge</u>

1) TSS yang teremoval = %removal x kadar TSS
= 55% x 49,8 mg/L
= 27,39 mg/L

2) BOD yang teremoval = %removal x kadar BOD
= 70% x 16 mg/L
= 11,2 mg/L

3) COD yang teremoval = %removal x kadar BOD
= 90% x 26 mg/L
= 23,4 mg/L

1) Pb yang teremoval = %removal x kadar BOD
= 99% x 0,1 mg/L
= 0,099 mg/L

2) Berat lumpur yang terendapkan (Ws)

Ws = Q x TSS teremoval x BOD teremoval x COD teremoval x Pb teremoval
= 0,065 m^3/s x 27,39 mg/L x 11,2 mg/L x 23,4 mg/L x 0,099 mg/L
= 0,065 m^3/s x 0,02739 Kg/m^3 x 0,0112 Kg/m^3 x 0,0234 Kg/m^3 x 0,000099 Kg/m^3
= 4,6 x 10^{-11} Kg/hari

3) Berat air (Ww) = $\left(\frac{kadar\ air\ dalam\ lumpur}{kadar\ padatan\ dalam\ lumpur}\right) x\ Ws$

$= \left(\frac{95\%}{5\%}\right) x\ 0{,}000000000046\ Kg/hari$

= 8,74 x 10^{-10} Kg/hari

Berat jenis lumpur (ps) = (Ss x 5%) + (Ww x 95%)

= (1,4 x 5%) + (0,000000000874 Kg/hari x 95%)

= 0,07 Kg/m^3

Ruang lumpur

1) Volume lumpur

(Vsludge) = $\left(\frac{berat\ lumpur + berat\ air}{berat\ jenis\ lumpur}\right) x\ 1\ pengurasan$

$= \left(\frac{0{,}000000000046 + 0{,}000000000874}{0{,}07}\right) x\ 30\ hari$

= 0,07 m^3

2) Dimensi zona lumpur = Direncanakan ruang lumpur berbentuk limas terpotong dengan alas dan atap berbentuk persegi sehingga, P1 = L1 dan P2 = L2. Direncanakan P1 : P2 = 2 : 1

Panjang permukaan atas zona lumpur (P1) = lebak bak zona settling

= 10,8 m

Lebar permukaan atas zona lumpur (L1) = P1

= 10,8 m

Panjang dasar zona lumpur (P2) = ½ x P1

= ½ x 10,8 m

= 5.6 m

Lebar dasar zona liumpur (L2) = P2

= 5,6 m

Luas permukaan atas zona lumpur (A1) = P1 x L1

= 10,8 m x 10,8 m

= 116,64 m^2

Luas permukaan dasar zona lumpur (A2) = P2 x L2

= 5,6 m x 5,6 m

= 31,36 m^2

3) Tinggi zona lumpur (h) (V limas terpancung) = $\frac{(A1+A2)}{2}\ x\ h$

0,07 m^3 = $\frac{(116{,}64\ m2 + 31{,}36\ m2)}{2}\ x\ h$

0,07 m^3 = 19,525 h

H = 0,000945 m

Pipa Penguras

1) Debit lumpur di pipa (Qs) = $\frac{volume\ lumpur}{periode\ (detik)}$

= $\frac{0{,}07\ m3}{25920000}$

= 2,7 x 10^{-9} m^3/s

2) Debit tiap pengurasan (Qp) = $\frac{volume\ lumpur}{periode\ (detik)}$

= $\frac{0{,}07\ m3}{300\ s}$

= 0,000233 m^3/s

3) Luas permukaan pipa (A) = $\frac{Q\ pengurasan}{kecepatan\ pipa\ pengurasan}$

= $\frac{0{,}000233\ m3/s}{1\ m/s}$

= 0,000233 m^2

4) Diameter pipa penguras (Dp) = $\sqrt{\frac{4\ x\ A}{\pi}}$

= $\sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}000233}{3{,}14}}$

= 0,017 m

= 0,02 m→ ¾ inch sesuai diameter pasar

5) Cek kecepatan (v) = $\frac{Q\ pengurasan}{\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ D^2}$

= $\frac{0{,}000233}{\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ 0{,}02^2}$

= 0,74 m/s (memenuhi)

Resume

1) Panjang permukaan (P1) = 10,8 m

2) Lebar permukaan (L1) = 10,8 m

3) Panjang dasar (P2) = 5,6 m

4) Lebar dasar (L2) = 55,6 m

5) Tinggi grit storage = 0,000945 m

6) Diameter pipa penguras (Dp) = 0,02 m

Zona Outlet

Zona outlet bak prasedimentasi berupa weir bergerigi berbentuk v – notch dengan gutter berbentuk persegi panjang untuk menjaga aliran tetap laminer.

d. Kriteria Perencanaan

1) Cd = 0,6

(Sumber: Qasim, dkk. 2000. Water Workd Engineering Planning, Design, and Operation)

2) Weir loading rate (m^3/m.hari) = 150 - 500 m^3/m.hari

(Sumber: Metcalf & Eddy. 2003. hal. 398)

a. Data Perencanaan

1) Debit (Q) = 0,065 m^3/s
2) Jumlah unit outlet tiap bak = 1 buah
3) Waktu detensi (td) saluran pengumpul = 5 menit = 300 detik
4) Kecepatan aliran (v) saluran pelimpah = 0,6 m/s
5) Kecepatan aliran (v) pipa outlet = 1 m/s
6) Weir loading rate (WLR) (m3/m.hari) = 150 m^3/m.hari
7) Freeboard = 20%
8) Koefisien manning (n) = 0,013
9) Jumlah gutter = 2 buah
10) Jumlah weir = 4 buah
11) Jumlah pelimpah = 4 sisi
12) θ (Sudut v notch) = 90^o
13) Koefisien manning beton = 0,013
14) Lebar v notch = 0,1 m
15) Jarak antar v notch = 0,3 m

b. Perhitungan

Gutter dan Weir

1) Q unit outlet

Q $= \frac{Q}{jumlah\ bak}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{1}$

$= 0{,}065\ m^3/s$

2) Panjang total weir (Pw)

Pw $= \frac{Q}{weir\ loading}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{4\ x\ 10{-}3\ m3/m.dtk}$

= 16,25 m

3) Panjang weir (P)

P $= \frac{Pw}{jumlah\ weir}$

$= \frac{16{,}25}{4}$

= 4,06 m

4) Debit tiap weir (Q weir)

$= \frac{Q}{jumlah\ weir}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{4}$

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

5) Luas saluran weir (A weir)

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

$= \frac{0{,}016\ m3/s}{0{,}6\ m/s}$

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

6) Dimensi saluran pelimpah

H : B = 1 : 2

A = H x B

B = 2H

A $= 2H^2$

0,026 $= 2H^2$

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

H = 0,114 m

B = 2 x 0,114 m

B = 0,228 m

7) Ketinggian air pada gutter (H air)

H air = $\left(\frac{Q}{1,38\ x\ lebar\ weir}\right)^{\frac{2}{3}}$

= $\left(\frac{0,065\ m3/s}{1,38\ x\ 0,228}\right)^{\frac{2}{3}}$

= 0,34 m

8) Tinggi gutter (H gutter)

H gutter = H air + H Fb

= 0,34 + (0,34 x 20%)

= 0,408 m

9) Lebar saluran gutter

L gutter = 2 x H gutter

= 2 x 0,408

= 0,816

10) Jari-jari hidrolis gutter (R gutter)

R gutter = $\left(\frac{(H\ air\ x\ lebar\ gutter)}{(2\ x\ H\ air)+lebar\ gutter}\right)$

= $\left(\frac{(0,34\ x\ 0,816)}{(2\ x\ 0,34)+0,816}\right)$

= 0,185 m

11) Luas basah (A gutter)

A gutter = lebar gutter x H air

= 0,816 x 0,34

= 0,277 m^2

12) Slope gutter (S gutter)

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

= $\left(\frac{0,016\ x\ 0,013}{0,277\ x\ (0,185)^{2/3}}\right)^2$

= 5,34 x 10^{-6} m/m

13) Headloss gutter (Hf gutter)

Hf gutter = P weir x S gutter

= 4,06 m x 5,34 x 10^{-6} m/m

= 2,1 x 10^{-5} m/m

V-notch

1) Jumlah v notch

Panjang weir = 4,06 m

Jumlah v notch = $\left(\frac{panjang\ weir}{jarak\ antar\ v\ notch + lebar\ v\ notch}\right)$

= $\left(\frac{4,06}{0,3 + 0,1}\right)$

= 10 buah

2) Debit mengalir tiap v notch = $\frac{Q}{jumlah\ v\ notch}$

= $\frac{0,065\ m3/s}{10}$

= 0,0065 m^3/s

3) Tinggi peluapan v notch

Q = $\frac{8}{15}$ x Cd x $\sqrt{2\ x\ g\ x\ tan\ \frac{\theta}{2}\ x\ H^{\frac{5}{2}}}$

= $\frac{8}{15}$ x 0,6 x $\sqrt{2\ x\ 9,81\ x\ tan\ \frac{\theta}{2}\ x\ H^{\frac{5}{2}}}$

H = 0,2132 m

Bak Pengumpul Sedimentasi

a. Data Perencanaan

1. Q saluran = 0,065 m^3/s
2. Kecepatan (v) = 1 m/s
3. Lebar bak = lebar zona settling
   = 5,59 m
4. Waktu detensi = 300 s

b. Perhitungan

1) Volume bak

V = Q x td

$= 0,065\ m^3/s \times 300\ s$

$= 19,5\ m^3/s$

2)Dimensi bak = direncanakan lebar : tinggi = 4 : 1

H $= \frac{lebar\ bak}{4}$

$= \frac{5,59\ m}{4}$

$= 1,3975\ m$

H total = H + freeboard

$= 1,3975 + (20\% \times 1,3975)$

$= 1,677\ m$

P $= \frac{luas\ bak\ (A)}{lebar\ bak\ (W)}$

$= \frac{13,95\ m2}{5,59\ m}$

$= 2,49\ m$

3)Luas bak

A $= \frac{volume\ bak\ (V)}{H}$

$= \frac{19,5\ m3}{1,3975}$

$= 13,95\ m$

4)Jari-jari hidrolis (R)

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

$= \frac{(5,59\ x\ 1,3975)}{(5,59+(2x1,3975))}$

$= 0,931\ m$

5)Slope bak pengumpul (s)

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

$= \left(\frac{0,065\ m3/s\ x\ 0,013}{0,931^{\frac{2}{3}}}\right)^2$

$= 7,85 \times 10^{-7}\ m/m$

6)Headloss bak (Hf)

Hf = S x lebak bak (W)

= 7,85 x 10^{-7} m/m x 5,59 m

= 4,3 x 10^{-6} m

Pipa Outlet

a. Kriteria Perencanaan

1)Kecepatan aliran = 0,6 – 1,5 m/s

b. Data Perencanaan

2)Debit aliran = 0,065 m^3/s

3)Kecepatan pipa = 1 m/s

c. Perhitungan

1)Luas permukaan (A) = $\frac{Q}{v}$

= $\frac{0,065}{1}$

= 0,065 m^2

2)Diameter pipa (D)

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

= $\sqrt{\frac{4 \times 0,065}{3,14}}$

= 0,28 → 300 mm atau 12 inch

3)Cek kecepatan (v)

v = $\frac{Q}{(\frac{1}{4} x\ 3,14\ x\ D^2)}$

= $\frac{0,065}{(\frac{1}{4} x\ 3,14\ x\ 0,3^2)}$

= 0,92 m/s (Memenuhi range v = 0,6 – 1,5 m/s)

Pompa Menuju Filtrasi

a. Kriteria Perencanaan

8) K Elbow 90° = 0,9

9) K tee = 1,25

(Sumber : Dake, J.M.K., Endang P. Tachyan dan Y.P. Pangaribuan, 1985, "Hidrolika TEknik Edisi II", Erlangga Jakarta)

10) K Check valve = 2

11) K increaser = 0,25

12) K foot valve = 2,3

13) K gate valve = 0,19

(Sumber : Practical Hydrolics For The Public Work Engineer, 1968)

14) Head Pompa > H statis (Ha) + Hf total

b. Data Perencanaan

11) Elbow 90° suction = 2 buah

12) Elbow 90° discharge = 1 buah

13) Q air = 0,065 m^3/s

14) Head statis suction = 1 m

15) Head statis discharge = 2,3 m

16) L suction = 2,35 m

17) L discharge = 3,7 m

18) Kecepatan pipa = 0,6 m/s

19) Diameter pipa Suction = 0,3 m

20) Diameter pipa Discharge = 0,3 m

c. Perhitungan

5) Perhitungan suction

a. Headloss mayor $= \frac{10,7 \ x \ L \ x \ Q^{1,85}}{C^{1,85} \ x \ D^{4,87}}$

$= \frac{10,7 \ x \ 2,35 \ x \ 0,065^{1,85}}{130^{1,85} \ x \ 0,3^{4,87}}$

= 0,01 m

b. Headloss minor (Elbow 90°) = n x k x $\frac{v^2}{2g}$

= 2 x 0,9 x $\frac{0,6^2}{2x9,81}$

= 0,033 m

c. Total headloss suction = Hf mayor + Hf minor

= 0,01 m + 0,033 m

= 0,045 m

6) Pergitungan Discharge

a. Headloss mayor $= \frac{10,7 \ x \ L \ x \ Q^{1,85}}{C^{1,85} \ x \ D^{4,87}}$

$$= \frac{10,7\ x\ 3,7\ x\ 0,065^{1,85}}{130^{1,85}\ x\ 0,125^{4,87}}$$

= 0,01 m

b. Headloss minor (Elbow 90°) = n x k x $\frac{v^2}{2g}$

= 1 x 0,9 x $\frac{0,6^2}{2x9,81}$

= 0,016 m

c. Total headloss Discharge= Hf mayor + Hf minor

= 0,01 m + 0,016 m

= 0,126 m

7) Perhitungan Head Total = Head statis Suction + Head statis Discharge + Hf S tot + Hf D tot

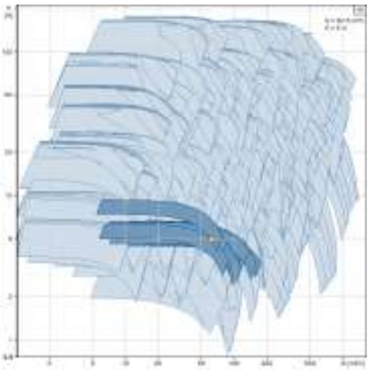
= 1 m + 2,3 m + 0,045 m + 0,126 m

= 3,17 m

Menggunakan head pompa berukuran 5 m

8) Head pompa > Head total

5 m > 3,17 m



Menggunakan pompa merk **Grundfos** dengan tipe **NK 125-280/205 AA1F1S3ESBQQEIWS** beserta spesifikasi yang tertera pada lampiran A

5.9 FILTRASI

Pada perencanaan ini dipilih filter pasir cepat (*rapid sand filtration*) dengan multimedia, yaitu media pasir, antrasit, dan garnet. Bagian - bagian dari filter pasir cepat meliputi :

1. Bak filter

2. Media filter

3. Sistem *underdrain*

Pipa Inlet

Menggunakan diameter pipa outlet dari pompa yang menuju unit filtrasi yang berukuran 0,3 m / 300 mm

Dimensi Unit Filtrasi

a. Kriteria Perencanaan

1) Kecepatan penyaringan (v penyaringan) = 6 - 11 m/jam

(Sumber : Masduqi & Assomadi 2012 hal. 172)

2) Perbandingan bak filtrasi (L : W) = 1 : 1 hingga 2 : 1

(Sumber : Masduqi & Assomadi 2016. Operasi & Proses Pengolahan Air hal. 188)

b. Data Perencanaan

1) Debit air baku (Q) = 0,065 m^3/s

2) Kecepatan penyaringan = 10 m/jam → 0,003 m/s

3) Perbandingan bak filtrasi = 2 : 1

4) Jumlah unit = 1 unit

c. Perhitungan

1) Luas permukaan (A) $= \frac{Q}{v\ penyaringan}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{0{,}003\ m/s}$

$= 21{,}6\ m^2$

2) Diameter bak (L : W = 2 : 1)

A = L x W

= W x 2W

A = $2W^2$

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

$= \sqrt{\frac{21{,}6\ m2}{2}}$

= 3,2 m

L = 2 x W

= 2 x 3,2 m

= 6,4 m

Resume

1) Jumlah unit = 1 unit
2) Debit = 0,065 m^3/s
3) Luas bak = 21,6 m^2
4) Lebar bak (W) = 3,2 m
5) Panjang bak (L) = 6,4 m

Kehilangan Tekanan Media Filtrasi

a. Kriteria dan Data Perencanaan

1) Massa Jenis Air 28°C (ρ) = 996 Kg/m^3
2) Viskositas kinematik = 0,836 x 10-6 m^3/s
3) Viskositas dinamik = 0,836 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, page 762. (Appendix C). Boston: PWS Publishing Company)
4) Diameter media antrasit (d) = 1 mm →0,001 m
5) Diameter media pasir (d) = 0,5 mm →0,0005 m
6) Diameter media garnet (d) = 0,2 mm →0,0002 m
7) Rate Filtrasi = 4,08 $L/s.m^2$
8) Kecepatan filtrasi (va) = 0,00408 m/s
9) Kedalaman media antrasit (D) = 460 mm →0,46 m
10) Kedalaman media pasir (D) = 230 mm → 0,23 m
11) Kedalaman media garnet (D) = 150 mm → 0,15 m

    (Sumber : Richard & Reynolds, 1996. hal 317)
12) *Shape factor* antrasit = 1,57
13) *Shape factor pasir* = 0,82
14) *Shape factor* garnet = 0,6

    (Sumber: Davis. 2010. Hal 11 - 43)
15) Porositas antrasit = 0,6
16) Porositas pasir = 0,4

17) Porositas garnet = 0,38

(Sumber : Masduqi & Assomadi. 2012. hal 179)

b. Perhitungan

Antrasit

1) Nilai bilangan Reynolds (NRe)

Nre $= \frac{shape\ factor\ x\ massa\ jenis\ x\ diameter\ x\ kecepatan\ filtrasi}{viskositas\ dinamik}$

$= \frac{1{,}57\ x\ 996\ Kg/m3\ x\ 0{,}001\ m\ x\ 0{,}00408\ m/s}{0{,}8363\ x\ 10^{-3} Ns/m^2}$

= 7,63

2) Koefisien *drag* (Cd)

Cd $= \frac{24}{Nre} + \frac{3}{\sqrt{Nre}} + 0{,}34$

$= \frac{24}{7{,}63} + \frac{3}{\sqrt{7{,}63}} + 0{,}34$

= 4,57

3) Kehilangan tekanan (H1)

H1 $= \frac{1{,}067}{shape\ factor}\ x\ \frac{d}{g}\ x\ \frac{Va^2}{porositas}\ x\ \frac{Cd}{d}$

$= \frac{1{,}067}{1{,}57}\ x\ \frac{0{,}001\ m}{9{,}81\frac{m}{s^2}}\ x\ \frac{(0{,}00408)^2}{(0{,}6)^4}\ x\ \frac{4{,}57}{0{,}001\ m}$

= 0,00004 m

Pasir

1) Nilai bilangan Reynolds (NRe)

Nre $= \frac{shape\ factor\ x\ massa\ jenis\ x\ diameter\ x\ kecepatan\ filtrasi}{viskositas\ dinamik}$

$= \frac{0{,}82\ x\ 996\ Kg/m3\ x\ 0{,}0005\ m\ x\ 0{,}00408\ m/s}{0{,}8363\ x\ 10^{-3} Ns/m^2}$

= 1,99

2) Koefisien *drag* (Cd)

Cd $= \frac{24}{Nre} + \frac{3}{\sqrt{Nre}} + 0{,}34$

$= \frac{24}{1{,}99} + \frac{3}{\sqrt{1{,}99}} + 0{,}34$

= 14,51

3) Kehilangan tekanan (H1)

H1 $= \frac{1,067}{shape\ factor} x \frac{d}{g} x \frac{Va^2}{porositas} x \frac{Cd}{d}$

$= \frac{1,067}{0,82} x \frac{0,0005\ m}{9,81 m/s^2} x \frac{(0,00408)^2}{(0,4)^4} x \frac{14,51}{0,0005\ m}$

= 0,0012 m

Garnet

1) Nilai bilangan Reynolds (NRe)

Nre $= \frac{shape\ factor\ x\ massa\ jenis\ x\ diameter\ x\ kecepatan\ filtrasi}{viskositas\ dinamik}$

$= \frac{0,6\ x\ 996\ Kg/m3\ x\ 0,0002\ m\ x\ 0,00408\ m/s}{0,8363\ x\ 10^{-3} Ns/m^2}$

= 0,58

2) Koefisien *drag* (Cd) Karena Nre < 1, maka menggunakan rumus:

Cd $= \frac{24}{Nre}$

$= \frac{24}{0,58}$

= 41,38 (Sumber: Reynolds, Chapter 10 hal 298)

3) Kehilangan tekanan (H1)

H1 $= \frac{1,067}{shape\ factor} x \frac{d}{g} x \frac{Va^2}{porositas} x \frac{Cd}{d}$

$= \frac{1,067}{0,6} x \frac{0,0002\ m}{9,81 m/s^2} x \frac{(0,00408)^2}{(0,38)^4} x \frac{41,38}{0,0002\ m}$

= 0,006 m

c. Resume

1) Kehilangan tekanan antrasit (H1) = 0,00004 m
2) Kehilangan tekanan pasir (H2) = 0,0012 m
3) Kehilangan tekanan garnet (H3) = 0,006 m

Backwash

a. Kriteria dan Data Perencanaan

1) Massa Jenis Air 28°C (ρ) = 996 Kg/m3
2) Viskositas kinematik = 0,836 x 10^{-6} m^3/s
3) Viskositas dinamik = 0,836 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, page 762. (Appendix C). Boston: PWS Publishing Company)

4) Diameter media antrasit (d) = 1 mm →0,001 m
5) Diameter media pasir (d) = 0,5 mm →0,0005 m
6) Diameter media garnet (d) = 0,2 mm →0,0002 m
7) Rate Filtrasi = 4,08 L/s.m^2
8) Kecepatan filtrasi (va) = 0,00408 m/s
9) Kedalaman media antrasit (D) = 460 mm →0,46 m
10) Kedalaman media pasir (D) = 230 mm → 0,23 m
11) Kedalaman media garnet (D) = 150 mm → 0,15 m

(Sumber : Richard & Reynolds, 1996. hal 317)

12) *Shape factor* antrasit = 1,57
13) *Shape factor pasir* = 0,82
14) *Shape factor* garnet = 0,6
15) *Specific gravity antrasit* = 1,60
16) *Specific gravity pasir* = 2,65
17) *Specific gravity garnet* = 3,90

(Sumber : Davis. 2010. Hal 11 - 43)

18) Porositas antrasit = 0,6
19) Porositas pasir = 0,4
20) Porositas garnet = 0,38
21) Massa Jenis antrasit = 1,35 kg/L→1350 kg/m3
22) Massa Jenis pasir = 2,65 kg/L→2650 kg/m3
23) Massa Jenis garnet = 1,95 kg/L→1950 kg/m3

(Sumber : Masduqi & Assomadi. 2012. hal 179)

b. Perhitungan

<u>Media Antrasit</u>

1) Nilai bilangan Reynolds (NRe)

$$\text{Nre} = \frac{shape\ factor\ x\ massa\ jenis\ antrasit\ x\ diameter\ antrasit\ x\ kecepatan\ filtrasi}{viskositas\ dinamik}$$

$$= \frac{0{,}6\ x\ 1350\ Kg/m\ x\ 0{,}0002\ m\ x\ 0{,}00408\ m/s}{0{,}8363\ x\ 10^{-3} Ns/m^2}$$

= 10,34

2) Koefisien *drag* (Cd)

Cd $= \frac{24}{Nre} + \frac{3}{\sqrt{Nre}} + 0,34$

$= \frac{24}{10,34} + \frac{3}{\sqrt{10,34}} + 0,34$

= 3,59

3) Kecepatan pengendapan partikel (vs)

vs $= \left(\frac{4\ x\ g}{3\ x\ cd}\ x\ (Sg - 1) x\ d\right)^{\frac{1}{22}}$

$= \left(\frac{4\ x\ 9,81\ m/s2}{3\ x\ 3,59}\ x\ (1,6 - 1) x\ 0,0001\right)^{\frac{1}{22}}$

= 0,047 m/s

4) Kecepatan backwash (vb)

vb = vs x porositas^{4,5}

= 0,047 m/s x 0,6^{4,5}

= 0,0047 m/s

5) Debit backwash (Qb)

Qb = vb x 1000 L/m^3

= 0,047 m/s x 1000 L/m^3

= 4,69 L/s.m^2

6) Kehilangan tekanan awal backwash (H_L)

H_L = (Sg - 1) x (1 - porositas) x D

= (1,6 - 1) x (1 - 0,6) x 0,46 m

= 0,11 m

7) Tinggi ekspansi media antrasit (Le)

Le = D x $\frac{(1-d)}{\left(1 - \left(\frac{va}{vs}\right) 0,22\right)}$

= 0,46 x $\frac{(1-0,001)}{\left(1 - \left(\frac{0,00408\ m/s}{0,047\ m/s}\right) 0,22\right)}$

= 0,68 m

<u>Media Pasir</u>

1) Nilai bilangan Reynolds (NRe)

Nre = $\frac{shape\ factor\ x\ massa\ jenis\ pasir\ x\ diameter\ pasir\ x\ kecepatan\ filtrasi}{viskositas\ dinamik}$

$= \frac{0,6\ x\ 2650\ Kg/m\ x\ 0,0002\ m\ x\ 0,00408\ m/s}{0,8363\ x\ 10^{-3} Ns/m^2}$

= 5,3

2) Koefisien *drag* (Cd)

Cd = $\frac{24}{Nre} + \frac{3}{\sqrt{Nre}} + 0,34$

= $\frac{24}{5,3} + \frac{3}{\sqrt{5,3}} + 0,34$

= 6,17

3) Kecepatan pengendapan partikel (vs)

vs = $\left(\frac{4\ x\ g}{3\ x\ cd}\ x\ (Sg - 1) x\ d\right)^{\frac{1}{22}}$

= $\left(\frac{4\ x\ 9,81\ m/s2}{3\ x\ 6,17}\ x\ (2,65 - 1) x\ 0,0005\right)^{\frac{1}{22}}$

= 0,042 m/s

4) Kecepatan backwash (vb)

vb = vs x porositas^{4,5}

= 0,042 m/s x 0,4^{4,5}

= 0,0000677 m/s

5) Debit backwash (Qb)

Qb = vb x 1000 L/m^3

= 0,0000677 m/s x 1000 L/m^3

= 0,677 L/s.m^2

6) Kehilangan tekanan awal backwash (H_L)

H_L = (Sg - 1) x (1 - porositas) x D

= (2,65 - 1) x (1 - 0,4) x 0,23 m

= 0,23 m

7) Tinggi ekspansi media antrasit (Le)

Le = D x $\frac{(1-d)}{\left(1 - \left(\frac{va}{vs}\right)0,22\right)}$

= 0,23 x $\frac{(1-0,001)}{\left(1 - \left(\frac{0,00408\ m/s}{0,042\ m/s}\right)0,22\right)}$

= 0,21 m

<u>Media garnet</u>

1) Nilai bilangan Reynolds (NRe)

Nre = $\frac{shape\ factor\ x\ massa\ jenis\ garnet\ x\ diameter\ garnet\ x\ kecepatan\ filtrasi}{viskositas\ dinamik}$

= $\frac{0,6\ x\ 1950\ Kg/m\ x\ 0,0002\ m\ x\ 0,00408\ m/s}{0,8363\ x\ 10^{-3} Ns/m^2}$

= 1,14

2) Koefisien *drag* (Cd)

Cd = $\frac{24}{Nre} + \frac{3}{\sqrt{Nre}} + 0,34$

= $\frac{24}{1,14} + \frac{3}{\sqrt{1,14}} + 0,34$

= 24,02

3) Kecepatan pengendapan partikel (vs)

vs = $\left(\frac{4\ x\ g}{3\ x\ cd}\ x\ (Sg - 1) x\ d\right)^{\frac{1}{22}}$

= $\left(\frac{4\ x\ 9,81\ m/s2}{3\ x\ 24,02}\ x\ (3,9 - 1) x\ 0,0002\right)^{\frac{1}{22}}$

= 0,019 m/s

4) Kecepatan backwash (vb)

vb = vs x porositas^{4,5}

= 0,019 m/s x 0,38^{4,5}

= 0,000244 m/s

5) Debit backwash (Qb)

Qb = vb x 1000 L/m^3

= 0,000244 m/s x 1000 L/m^3

= 0,244 L/s.m^2

6) Kehilangan tekanan awal backwash (H_L)

H_L = (Sg - 1) x (1 - porositas) x D

= (3,9 - 1) x (1 - 0,38) x 0,15 m

= 0,27 m

7) Tinggi ekspansi media antrasit (Le)

Le = D x $\frac{(1-d)}{\left(1 - \left(\frac{va}{vs}\right) 0,22\right)}$

= 0,15 x $\frac{(1-0,001)}{\left(1 - \left(\frac{0,00408\ m/s}{0,019\ m/s}\right) 0,22\right)}$

= 0,15 m

c. Resume

1) Tinggi ekspansi media antrasit = 0,68 m
2) Tinggi ekspansi media pasir = 0,21 m
3) Tinggi ekspansi media garnet = 0,13 m

<u>Sistem Manifold</u>

a. Kriteria Perencanaan

1) Kecepatan aliran pipa (v) = 0,6 - 1,5 m/s

   (Sumber : Susumu Kawamura, "Integrated Design and Operation of Water Treatment Faciities")

2) Jarak antar manifold = 7,5 - 30 cm
3) Jarak antar lateral = 7,5 - 30 cm
4) Jarak antar orifice = 7,5 - 30 cm
5) Diameter orifice = 0,6 - 2 cm

   (Sumber : Masduqi dan Assomadi. 2016. Operasi & Proses Pengolahan Air hal 202)

b. Data Perencanaan

1) Debit bak = 0,065 m^3/s
2) Kecepatan aliran pipa manifold = 1 m/s
3) Kecepatan aliran pipa lateral = 1 m/s
4) Jarak antar manifold dengan dinding = 20 cm→0,2 m
5) Jarak antar lateral = 20 cm →0,2 m
6) Jarak antar orifice = 15 cm →0,15 m
7) Diameter pipa lateral = ⅓ diameter manifold
8) Diameter pipa orifice = 0,2 m
9) Luas unit filtrasi = 21,6 m^2

c. Perhitungan

<u>Pipa Manifold</u>

1) Luas penampung pipa (A)

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

$$= \frac{0{,}065\ m3/s}{1\ m/s}$$

$= 0{,}065\ m^3/s$

2) Diameter pipa manifold (Dm)

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

$$= \sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}065}{3{,}14}}$$

= 0,28 m → 0,3 m (12 inch)

Digunakan pipa berukuran 12 inch (0,3 m) sesuai yang tersedia di pasaran

3) Cek kecepatan aliran pipa (vcek)

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

$$= \frac{0{,}065}{\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ 0{,}3^2}$$

= 0,92 m/s (memenuhi syarat 0,6 - 1,5 m/s)

4) Panjang pipa manifold (Lm)

Lm = Panjang bak filtrasi

= 6,4 m

Pipa Lateral

1) Diameter pipa lateral (D_L)

D_L = 1/3 x D_m

= 1/3 x 0,3 m

= 0,1 m → 4 inch

Menggunakan pipa yang tersedia di pasaran sebesar 4 inch (0,1 m)

2) Luas penampang pipa (A)

A = ¼ x π x D^2

= ¼ x 3,14 x $0{,}1^2$

= 0,00785 m^2

3) Debit pipa lateral (Q_L)

Q_L = v x A

= 1 m/s x 0,00785 m^2

= 0,00785 m^3/s

4) Jumlah pipa lateral (n)

n $= \frac{debit\ bak\ filtrasi}{debit\ pipa\ lateral}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{0{,}00785\ m3/s}$

= 8,2 → 8 buah

5) Jumlah lateral tiap sisi (n)

n $= \frac{jumlah\ pipa\ lateral}{2}$

$= \frac{8}{2}$

= 4 buah

6) Cek debit lateral (Qcek)

Qcek $= \frac{debit\ bak\ filtasi}{jumlah\ pipa\ lateral}$

$= \frac{0{,}065}{8}$

= 0,0081 m^3/s

7) Panjang pipa lateral (L_L)

L_L $= \frac{lebar\ bak - Dm\ x\ (2\ x\ DL)}{2}$

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

= 1,45 m

<u>Orifice</u>

1) Luas lubang *orifice* (A)

A = ¼ x π x D^2

= ¼ x 3,14 x $0{,}02^2$

= 0,000314 m^2

2) Jumlah lubang *orifice*

n $= \frac{0{,}0025\ x\ luas\ penampang\ bak\ filtrasi}{luas\ penampang\ orifice}$

$= \frac{0{,}0025\ x\ 21{,}6\ m2}{0{,}000314\ m2}$

= 171,9 → 172 buah

3) Jumlah *orifice* tiap pipa lateral

n $= \frac{jumlah\ pipa\ orifice}{jumlah\ pipa\ lateral}$

$= \frac{172\ buah}{8\ buah}$

= 21,5 → 21 buah

d. Resume

1) Jarak antar *manifold* dengan dinding = 20 cm → 0,2 m
2) Jarak antar *lateral* = 20 cm → 0,2 m
3) Jarak antar *orifice* = 15 cm → 0,15 m
4) Diameter pipa *manifold* = 0,3 m (12 inch)
5) Diameter pipa *lateral* = 0,1 m (4 inch)
6) Diameter lubang *orifice* = 0,2 m
7) Panjang pipa *manifold* = 6,4 m
8) Panjang pipa *lateral* = 1,45 m
9) Jumlah pipa lateral = 16 buah
10) Jumlah pipa lateral tiap sisi = 8 buah
11) Jumlah total lubang *orifice* = 172 buah
12) Jumlah lubang *orifice* tiap pipa *lateral* = 21 buah

Saluran Outlet

a. Kriteria dan Data Perencanaan

1) Koefisien elbow 90° pipa (K) = 0,29
2) Koefisien *gate valve* (K) = 0,10
3) Koefisien *tee* pipa (K) = 0,62

(Sumber: Ashrae hvac. 2001. Fundamentals Handbook)

4) Koefisien kekasaran pipa PVC = 130
5) Debit bak filtrasi (Q) = 0,065 m^3/s
6) Diameter pipa outlet = Diameter pipa manifold (0,3 m)
7) Panjang pipa outlet = 4 m

b. Perhitungan

1) Luas penampang pipa (A)

A = ¼ x π x D_m^2

= ¼ x 3,14 x $0,3^2$

= 0,07 m^2

2) Kecepatan aliran pipa outlet (v)

v $= \frac{debit\ bak\ filtrasi}{luas\ penampang\ pipa}$

$= \frac{0{,}065\ m3/s}{0{,}07\ m2}$

= 0,92 m/s

3) Headloss mayor pipa outlet (Hf mayor)

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

$= \frac{10{,}7\ x\ (0{,}065)^{1{,}85}}{130^{1{,}85}\ x\ 0{,}3^{4{,}87}}\ x\ 4\ m$

= 0,011 m

4) Head kecepatan pipa outlet (Hv)

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

$= \frac{0{,}92^2}{2\ x\ 9{,}81}$

= 0,043 m

5) Headloss minor pipa outlet (Hf minor)

Hf minor elbow 90^o = K x $\frac{v^2}{2\ x\ g}$

= 0,29 x $\frac{0{,}92^2}{2\ x\ 9{,}81}$

= 0,0125 m

Hf Gate valve = K x $\frac{v^2}{2\ x\ g}$

= 0,109 x $\frac{0{,}92^2}{2\ x\ 9{,}81}$

= 0,0047m

Hf tee = K x $\frac{v^2}{2\ x\ g}$

= 0,62 x $\frac{0{,}92^2}{2\ x\ 9{,}81}$

= 0,0267 m

Hf minor = Hf Elbow 90^o + Hf Gate valve + Hf tee

= 0,0125 m + 0,0047 m + 0,026 m

= 0,0439 m

6) Headloss total pipa outlet (Hf total)

Hf total = Hf mayor + Hf minor

= 0,011 m + 0,0439 m

= 0,0549 m

c. Resume

1) Headloss mayor pipa outlet (Hf mayor) = 0,011 m
2) Head kecepatan pipa outlet (Hv) = 0,043 m
3) Headloss minor pipa outlet (Hf minor) = 0,0439 m
4) Headloss total pipa outlet (Hf total) = 0,0549 m

<u>Volume air untuk pencucian</u>

a. Kriteria Perencanaan

1) Kecepatan pencucian (v) = 45 m/jam → 0,0125 m/s

   (Sumber : Masduqi dan Assomadi. 2016. Operasi & Proses Pengolahan Air hal 172)

2) Durasi backwash (tbw) = 10 menit → 600 s

   (Sumber : Masduqi dan Assomadi. 2016. Operasi & Proses Pengolahan Air hal 202)

b. Data Perencanaan

1) Debit bak filtrasi (Q) = 0,065 m^3/s
2) Jumlah unit (n) = 1 unit
3) Panjang bak filtrasi = 6,4 m
4) Lebar bak filtrasi = 3,2 m
5) Panjang saluran = 1 m

c. Perhitungan

1) Luas bak filtrasi (A)

   A = Panjang bak x lebar bak

   = 6,4 m x 3,2 m

   = 20,48 m^2

2) Volume air untuk pencucian (Vbw)

   Vbw = A x pencucian x tbw

   = 20,48 m^2 x 0,0125 m/s x 600 s

$= 153,6\ m^3$

3) Debit *backwash* (Qbw)

Qbw $= \frac{Vbw}{tbw}$

$= \frac{153,6m3}{600\ s}$

$= 0,256\ m^3/s$

d. Resume

1) Volume pencucian (Vtotal) $= 153,6\ m^3$
2) Debit pencucian (Qtotal) $= 0,256\ m^3/s$

<u>Saluran Pelimpah (Gutter)</u>

a. Data Perencanaan

1) Debit pencucian bak $= 0,256\ m^3/s$
2) Jumlah gutter = 1 buah
3) Panjang gutter = panjang bak filtrasi

   = 6,4 m
4) Lebar bak filtrasi = 3,2 m
5) Freeboard = 20% x H_0

b. Perhitungan

1) Kedalaman air pada gutter (H_0)

H_0 $= 1,73 \times \left(\frac{Q^2}{g \times lebar\ bak\ filtrasi}\right)^{\frac{1}{3}}$

$= 1,73 \times \left(\frac{0,065^2}{9,81 \times 3,2}\right)^{\frac{1}{3}}$

= 0,219 m

2) Lebar gutter

Lg = 1,5 x H_0

= 1.5 x 0,219 m

= 0,32 m

3) Tinggi gutter (Hg)

Hg = H_0 + (H_0 x Fb)

= 0,219 m + (0,219 x 20%)

= 0,2628 m

c. Resume

1) Jumlah Gutter = 1 buah
2) Panjang Gutter (Pg) = Panjang bak fitrasi = 6,4 m
3) Lebar Gutter (Lg) = 0,219 m
4) Tinggi air (H_0) = 0,32 m
5) Tinggi total Gutter (Hg) = 0,2628 m

<u>Tinggi bak filtrasi</u>

a. Data Perencanaan

1) Tinggi ekspansi media antrasit = 0,68 m
2) Tinggi ekspansi media pasir = 0,21 m
3) Tinggi ekspansi media garnet = 0,15 m
4) Tinggi total gutter = 0,2628 m
5) Diameter pipa manifold = 0,3 m → 12 inch
6) Freeboard (Fb) = 10% x H

b. Perhitungan

1) Tinggi bak filtrasi (H)

H = Tinggi media (antrasit + pasir + garnet) + tinggi ekspansi media (antrasit + pasir + garnet) + tinggi total gutter + diameter pipa *manifold*

H = (0,3 m + 0,3 m + 0,3 m) + (0,68 + 0,21 + 0,15) + 0,2628 m + 0,3m

= 2,49 m

2) Tinggi total bak filtrasi (Htot)

Htot = H + (Fb x H)

= 2,49 m + (10% x 2,49 m)

= 2,73 m

c. Resume

1) Tinggi bak filtrasi = 2,49 m
2) Freeboard = 10 %
   = 0,24 m
3) Tinggi total bak filtrasi = 2,73 m

Ruang penampung backwash

a. Data Perencanaan

1) Volume air pencucian (V total) = 153,6 m^3
2) Tinggi bak penampung = 2,55 m
3) Panjang bak Filtrasi = 6,4 m

b. Perhitungan

1) Panjang bak penampung (P_{Bp})

P_{Bp} $= 1/8 \text{ X } \frac{volume\ air\ pencucian\ (Vbw)}{panjang\ bak\ x\ tinggi\ bak}$

$= 1/8 \text{ X } \frac{153{,}6\ m3}{6{,}4\ m\ x\ 2{,}55\ m}$

= 1,1 m

2) Lebar bak penampung (L_{Bp})

L_{BP} $= \frac{volume\ air\ pencucian\ (Vbw)}{panjang\ bak\ penampung\ x\ tinggi\ bak}$

$= \frac{153{,}6\ m3}{1{,}1\ m\ x\ 2{,}55\ m}$

= 3,2 m

Pipa Drain Backwash

a. Kriteria Perencanaan

1) Kecepatan aliran pipa (v) = 0,6 - 1,5 m/s

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

2) Debit pencucian (Q) = 0,256 m^3/s
3) Kecepatan aliran (v) = 1,5 m/s
4) Jumlah pipa drain = 1 buah

b. Perhitungan

1) Luas penampang pipa (A)

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

$= \frac{0{,}256\ m3/s}{1{,}5\ m/s}$

= 0,17 m^2

2) Diameter pipa drain (Dd)

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

= $\sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}17\ m2}{3{,}14}}$

= 0,46 m → 18 inch

Menggunakan pipa yang tersedia di pasaran yaitu 18 inch (0,46 m)

3) Cek kecepatan aliran pipa (Vcek)

Vcek = $\frac{Q}{\frac{1}{4} x\ \pi\ x\ (D)^2}$

= $\frac{0{,}17}{\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ (0{,}46)^2}$

= 1,08 m/s (memenuhi, syarat 0,5 – 1,5 m/s)

c. Resume

1) Diameter pipa drain = 0,46 m
2) Kecepatan aliran pipa drain = 1,08 m/s

5.10 DESINFEKSI

Desinfeksi diartikan sebagai destruksi mikroba yang bersifat patogen. Desinfeksi dimaksudkan untuk melindungi pengguna air dari penularan penyakit yang dapat disebarkan melalui air saat proses distribusi, antara lain: *disentri*, *kolera*, *tipus*, *poliomyelitis*, *hepatitis*, dan sebagainya.

Kebutuhan Klor dan Pelarutan

a. Kriteria Perencanaan

1) Kadar klor pasaran = 60%
2) Massa jenis klor = 1,2 Kg/L
3) Sisa klor = 0,4 mg/L
4) Daya pengikat klor (DPC) = 1,4 mg/L
5) Dosis klor = DPC + sisa klor
   = 1,4 mg/L + 0,4 mg/L
   = 1,8 mg/L

(Sumber : M. Razif Jilid II. 1986. Bangunan Pengolahan Air Minum hal 90)

b. Data Perencanaan

1) Debit ait baku (Q) = 0,065 m^3/s

2) Waktu detensi (td) = 1 hari →86400 detik

3) Bentuk bak = Circular

4) Kecepatan putaran impeller = 120 rpm →2 rps

c. Perhitungan

1) Kebutuhan klor

Keb. Klor = Dosis klor x debit air baku (Q)

= 1,8 mg/L x (0,065 m^3/s x 1000)

= 117 mg/detik → 10,1 kg/hari

2) Kebutuhan klor (kadar pasaran 60%)

Keb. Klor = $\frac{100\%}{60\%}$ x kebutuhan klor

= $\frac{100\%}{60\%}$ x 117 mg/detik

= 195 mg/detik → 16,8 Kg/hari

3) Debit klor

Q klor = $\frac{kebutuhan\ klor}{p\ klor}$

= $\frac{16{,}8\ Kg/hari}{1{,}2\ Kg/L}$

= 14 L/hari → 0,014 m^3/hari

4) Debit air pelarut (Qair)

Q air = $\frac{100\%-5\%}{5\%}$ x Q kaporit

= $\frac{100\%-5\%}{5\%}$ x 14 L/hari

= 266 L/hari

5) Debit larutan (Q larutan total)

Q larutan = Q kaporit + Q air

= 14 L/hari + 266 L/hari

= 280 L/hari

= 0,28 m^3/hari

6) Volume klor (V1)

V1 = Q klor x Td pelarutan klor

= 0,014 m^3/hari x 1 hari

= 0,014 m^3 → 14 L

7) Volume klor + pelarut (V2)

V2 = Q total + Td pelarutan klor

= 280 L/hari + 1 hari

= 280 L → 0,28 m^3

8) M2 = $\frac{p\ x\ \%\ kadar\ pelarutan\ x\ 10}{Mr}$

= $\frac{2\ kg/L\ x\ 60\%\ x\ 10}{129}$

= 0,05 M

9) V1 x M1 = V2 x M2

14 L x M1 = 280 L x 0,05 M

M1 = $\frac{280\ \text{L x 0,05 M}}{14\ L}$

M1 = 1 M (konsentrasi awal klor)

10) Dimensi

V2 = 0,28 m^3/hari

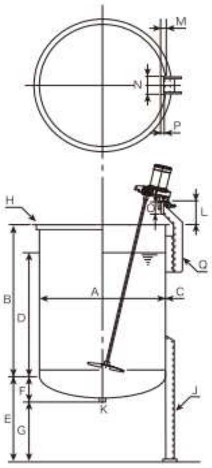
= 280 L/hari

Berdasarkan volume klor yang dibutuhkan, maka pelarutan klor menggunakan tangki dengan kriteria sebagai berikut :

1) Merk = Satake
2) Model = ZTF – 300
3) Diameter = 700 mm → 0,7 m
4) Tinggi = 1.023 mm → 1,023 m

5) Ketebalan = 3 mm → 0,003 m

Specification of optional tanks



Model	Available capacity	Maximum capacity	Tank dimension (mm)										Weight (kg)	
	ℓ	ℓ	A	B	C	D	E	F	G	H(SUS)	J(SS)	K	Tank	Lid*
ZTF-100	100	130	500	600	3	450	450	134	316	L25×25×3	3-L50×50×6	1/2 B Socket	43	3
ZTF-150	150	182	550	700	3	562	450	144	306	L30×30×3	3-L50×50×6	1/2 B Socket	51	4
ZTF-200	200	260	650	700	3	520	450	163	287	L30×30×3	3-L50×50×6	1/2 B Socket	60	5.5
ZTF-300	300	361	700	850	3	692	500	173	327	L40×40×3	4-L50×50×6	1/2 B Socket	77	6.5
ZTF-400	400	478	800	850	3	695	500	192	308	L40×40×3	4-L50×50×6	1/2 B Socket	88	8
ZTF-500	500	600	850	950	3	770	500	202	298	L40×40×3	4-L65×65×6	1/2 B Socket	106	9
ZTF-800	800	963	1000	1100	3	900	550	240	310	L40×40×5	4-[100×50×5	1B Socket	155	12
ZTF-1000	1000	1177	1100	1100	3	910	550	260	290	L40×40×5	4-[100×50×5	1B Socket	170	19
ZTF-1500	1500	1721	1250	1245	4	1065	600	290	310	L40×40×5	4-[100×50×5	1B Socket	260	24
ZTF-2000	2000	2275	1300	1550	4	1345	600	298	302	L50×50×6	4-[125×65×6	1B Socket	335	26
ZTF-2000S	2000	2273	1400	1300	4	1125	600	318	282	L50×50×6	4-[125×65×6	1B Socket	325	30
ZTF-2500	2500	3073	1500	1550	4	1230	700	370	330	L50×50×6	4-[125×65×6	1B JIS 10KF	400	34
ZTF-3000	3000	3603	1500	1850	4	1510	700	370	330	L50×50×6	4-[125×65×6	1B JIS 10KF	448	34
ZTF-3000S	3000	3521	1600	1550	4	1290	750	400	350	L50×50×6	4-[125×65×6	1B JIS 10KF	422	38
ZTF-3500	3500	4125	1600	1850	4	1540	700	400	300	L50×50×6	4-[150×75×9	1B JIS 10KF	524	38
ZTF-3500S	3500	4004	1700	1550	4	1330	800	430	370	L50×50×6	4-[150×75×9	1B JIS 10KF	514	43
ZTF-4000	4000	4685	1700	1850	4	1550	800	430	370	L65×65×6	4-[150×75×9	1 1/2 B JIS 10KF	575	45
ZTF-4000S	4000	4520	1800	1500	4	1345	800	450	350	L65×65×6	4-[150×75×9	1 1/2 B JIS 10KF	550	50
ZTF-4500	4500	5285	1800	1850	5	1542	800	450	350	L65×65×6	4-[200×90×8	1 1/2 B JIS 10KF	750	50
ZTF-5000	5000	5924	1900	1850	5	1530	900	500	400	L65×65×6	4-[200×90×8	2B JIS 10KF	800	56

* When the dimension A is 1000 or less, the lid thickness is 1.5t, and if more than that, the thickness is 2.0t.

* We have the jacketed type tank, too.

<u>Pangadukan</u>

a. Kriteria Perencanaan

1) Periode pelarutan = 1 kali sehari
2) Gradien kecepatan = 700/detik

   (Sumber: Reynold table 8.1 hal 184)
3) Volume bak = 0,28 m^3/hari

b. Data Perencanaan

1) Debit air baku (Q) = 0,065 m^3/s
2) Putaran (n) = 120 rpm →2 rps
3) Densitas cairan = 1000 kg/m^3
4) Kecepatan (v) = 0,3 m/s
5) Viskositas absolut 28°C (μ) = 0,0008363 $N.s/m^2$

c. Perhitungan

1) Power (P)

   P = G^2 x μ x volume bak

   = $(700/s)^2$ x 0,0008363 $N.s/m^2$ x 0,28 m^3/hari

   = 114,7 N.m/s → 114,7 watt

= 0,1147 kW

Menggunakan portable mixer dari merk **Konmixchina** dengan model **KJB – L-100** dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Power = 2,2 kW
2. Diameter paddle = 250 mm →0,25 m
3. Rpm = 65 rpm →0 – 1,08 rps
4. Panjang penyangga impeller = 600 mm →0,6 m
5. Tinggi impeller dari dasar = Tinggi bak total - panjang penyangga impeller
   = 1,2 m - 0,6 m
   = 0,6 m

Model	Capacity (L)	Power (kw)	Speed (rpm)	Mixing Blade (mm)
KJB-L-100	100	2.2	0-65	250
KJB-L-200	200	4	0-65	350
KJB-L-300	300	5.5	0-65	350
KJB-L-500	500	7.5	0-65	350
KJB-L-1000	1000	11	0-45	400
KJB-L-2000	2000	15	0-45	500
KJB-L-3000	3000	22	0-45	600
KJB-L-5000	5000	30	0-45	700
KJB-L-6000	6000	37	0-45	800

1) Debit penetasan (Qp) $= \frac{volume}{waktu}$

$= \frac{0,28\ m3/hari}{86400\ detik}$

$= 3,2 \times 10^{-6}\ m^3/s$

2) Diameter pipa injeksi (Din)

D pipa injeksi $= \sqrt{\frac{4\ x\ Q}{\pi\ x\ v}}$

$= \sqrt{\frac{4\ x\ 0,0000032}{3,14\ x\ 0,3}}$

$= 0,0036$ m

3) Cek kecepatan (v cek)

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

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

$= \frac{0,0000032\ m3/s}{\frac{1}{4} x\ 3,14\ x\ 0,0036^2}$

= 0,31 m/s → Memenuhi

4) Cek Nre

Nre $= \frac{Di^2 x\ n\ x\ p}{viskositas\ kinematik}$

$= \frac{0,25^2 x\ 1,08\ rps\ x\ 1000\ kg/m3}{8,363\ x\ 10^{-4} kg/m.s}$

= 80712,66 → (Memenuhi syarat > 10000)

5) Dosing pump

Debit kaporit $= \frac{debit\ kaporit\ x\ p}{60\ menit}$

$= \frac{\frac{14\ L/hari}{24\ jam} x\ 1000\ kg/m3}{60\ menit}$

= 9,72 mL/menit

= 0,000972 L/menit

Menggunakan dosing pump dari Grundfos katalog, dengan tipe DDA 7.5- 16AR-PP/E/C-F-31U7U7BG

d. Resume

1) Waktu detensi = 1 hari →86400 detik
2) Kecepatan (v) = 0,3 m/s
3) Debit kaporit = 9,72 mL/ menit
   = 0,00972 L/ menit
4) Menggunakan dosing pump dari merk Grundfos katalog, dengan tipe DDA 7.5-16 AR-PP/E/C-F-31U2U2FG

5.11 RESERVOIR

<u>Pipa Inlet dan Outlet</u>

a. Kriteria Perencanaan

1) Kecepatan aliran pipa (v) = 0,6 – 1,5 m/s

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

b. Data Perencanaan

1) Debit masuk (Q) = 0,065 m^3/s
2) Kecepatan aliran pipa (v) = 1 m/s
3) Asumsi waktu dari ground reservoir - PDAM = 00.00 - 24.00
4) Asumsi waktu dari PDAM - Distribusi = 03.00 - 23.00

c. Perhitungan

1) Luas penampang pipa

$$A = \frac{debit\ masuk\ (Q)}{Kecepatan\ aliran\ (v)}$$

$$= \frac{0{,}065\ m3/s}{1\ m/s}$$

$$= 0{,}065\ m^2$$

2) Diameter pipa inlet

Menggunakan diameter pipa dari unit filtrasi yaitu 0,3 m

3) Diameter pipa outlet

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

$$= \sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}065}{3{,}14}}$$

= 0,28 m → 0,3 m (12 inch)

4) Cek kecepatan (v)

$$v = \frac{debit\ yang\ masuk\ (Q)}{luas\ penampang\ (A)}$$

$$= \frac{0{,}065\ m3/s}{0{,}25\ x\ 3{,}14\ x\ (0{,}3)^2}$$

= 0,92 m/s (Memenuhi range 0,6 - 1,5 m/s)

d. Resume

1) Diameter pipa inlet = 0,3 m
2) Diameter pipa outlet = 0,3 m

<u>**Bak Reservoir**</u>

a. Data Perencanaan

1) Waktu detensi (td) = 20 menit →1200 detik
2) Debit air baku (Q) = 0,065 m^3/s
3) Jumlah unit (n) = 1 buah

4) Tinggi bak (H) = 3

5) Rasio Panjang : Lebar (L : W) = 2 : 1

b. Perhitungan

1) Volume bak

V = Q x Td

= 0,065 m^3/s x 1200 detik

= 78 m^3

2) Luas bak penampung

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

= $\frac{78\ m3}{3\ m}$

= 26 m^2

3) Dimensi bak

A = P x L

= 2L x L

= $2L^2$

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

= $\sqrt{\frac{26\ m2}{2}}$

= 3,6 m

L = 2 x W

= 2 x 3,6 m

= 7,2 m

H = 3 m

Htot = H + (Fb x H)

= 3 m + (20% x 3m)

= 3,6 m

c. Resume

1) Panjang bak (P) = 7,2 m

2) Lebar bak (L) = 3,6 m

3) Tinggi bak (H) = 3 m

4) Tinggi total (Htot) = 3,6 m

5.12 SLUDGE DRYING BED

a. Kriteria Perencanaan

1) Ketebalan lapisan lumpur = 20 - 30 cm
2) Kecepatan alir lumpur dalam pipa > 0,75 m/s
3) Ketebalan total kerikil = 30 cm
4) Ketebalan lapisan pasir = 30 cm
5) Rasio lebar : panjang = 1 : 4

(Sumber : SNI 7510 - 2011)

6) Kadar solid = 20% - 40%
7) Kadar air (P) = 60% - 80%
8) Berat air dalam cake (Pi) = 60% - 70%
9) Waktu pengeringan = 10 - 15 hari

(Sumber : Metcalf & Eddy, Fourth Edition, Chapter 14, page 1572)

b. Data Perencanaan

1) Jumlah unit = 1 unit
2) Jumlah bak = 6 bak (5 bak operasional, 1 maintenance)

Setiap bak akan dilakukan pengeringan dengan matahari selama 10 hari. Pada bak pertama akan menampung lumpur dari pengurasan bak prasedimentasi dan bak sedimentasi selama 2 hari kemudian lumpur selanjutnya akan ditampung ke bak kedua selama 2 hari juga, begitupun seterusnya sampai bak ke 6. Pada hari kesepuluh hingga hari kedua belas dapat dilakukan maintenance atau pengerukan lumpur yang sudah kering pada bak pertama, kemudian hari berikutnya bak pertama sudah bisa digunakan kembali.

3) Tebal pasir = 30 cm → 0,3 m
4) Tebal kerikil = 30 cm → 0,3 m
5) Tebal sludge cake = 30 cm → 0,3 m
6) Waktu pengeringan = 10 hari
7) Periode pengambilan lumpur = 2 hari sekali

8) Berat air dalam cake = 60%

9) Kadar solid = 20%

10) Kadar air (P) = 80%

11) Freeboard = 20%

12) Kecepatan alir lumpur dalam pipa = 0,8 m/s

c. Perhitungan

1) Total volume lumpur

V lumpur = Sludge Prasedimentasi + Sludge Sedimentasi

= 10,78 m^3 + 0,07 m^3

= 10,85 m^3

2) Volume lumpur saat pengurasan

= v lumpur x 2 hari

= 10,85 m^3 x 2 hari

= 21,7 m^3

3) Tebal media

Tebal media = Tebal pasir + Tebal kerikil + Tebal cake

= 0,3 m + 0,3 m + 0,3 m

= 0,9 m

4) Debit lumpur unit

Qi $= \frac{Volume\ lumpur\ total}{jumlah\ bak}$

$= \frac{10{,}85\ m3/hari}{6\ bak}$

= 1,8 m^3/hari

5) Volume lumpur total

V tot = Qi x Td

= 1,8 m^3/hari x 10 hari

= 18 m^3

6) Volume sludge cake

Vi $= \frac{Vb\ (1-p)}{(1-Pi)}$

$= \frac{3\ m3\ (1-80\%)}{(1-60\%)}$

= 1,5 m^3

7) Volume air (Va)

Va = $\frac{V\ lumpur\ tiap\ bak - (Vi\ x\ Td)}{jumlah\ bed}$

= $\frac{3\ m3 - (1{,}5\ m3\ x\ 1\ hari)}{3\ bed}$

= 0,5 m^3

8) Dimensi *sludge drying bed*

L : W = 4 : 1

H = 1,5 m

V = W x 4W x H

21,7 m^3 = $4W^2$ x 1,5 m

$4W^2$ = 14,5 m^2

W = $\sqrt{\frac{14{,}5}{4}}$

= 1,9 m

L = 4W

L = 7,6 m

9) Kemiringan bak

Slope = 1% x L

= 1% x 6,8 m

= 0,068 m

10) Debit pipa underdrain (Qu)

Qu = $\frac{Va}{Td}$

= $\frac{0{,}5\ m3}{3600\ s}$

= 0,000138 m^3/s

11) Luas permukaan pipa outlet

Direncanakan v = 0,8 m/s

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

= $\frac{0{,}000138\ m3/s}{0{,}8\ m/s}$

= 0,000172 m^2

12) Diameter pipa underdrain

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

= $\sqrt{\frac{4 \ x \ 0{,}000172}{3{,}14}}$

= 0,014 m → 0,016 m

Berdasarkan pipa yang terjual di pasaran maka digunakan pipa dengan diameter 16 mm

13) Cek V

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

= $\frac{0{,}000138 \ m3/hari}{0{,}000172 \ m2}$

= 0,8 m (Memenuhi v > 0,75 m/s)

14) Kedalaman total

H media = kedalaman media + diameter pipa underdrain

= 0,9 m + 0,6 m

= 1,5 m

H total = H media + (20% x H media)

= 1,5 m + (20% x 1,5 m)

= 1,8 m

d. Resume

1) Panjang bak = 7,6 m
2) Lebar bak = 1,9 m
3) Tinggi cake = 0,3 m
4) Tinggi kerikil = 0.3 m
5) Tinggi pasir = 0,3 m
6) Tinggi freeboard = 20%
7) Slope = 0,068 m
8) Tinggi bak total (Htot) = 1,8 m
9) Jumlah unit = 1 unit
10) Jumlah bed = 3 bed
11) Jumlah bak = 6 bak

<u>Pompa Sludge Drying Bed</u>

1. **<u>Pompa lumpur dari unit Prasedimentasi ke unit *sludge Drying Bed*</u>**

   a. **Kriteria Perencanaan**

      1) K Elbow 90° = 0,9
      2) K tee = 1,25

         (Sumber: Dake, J.M.K., Endang P. Tachyan dan Y.P. Pangaribuan, 1985, "Hidrolika TEknik Edisi II", Erlangga Jakarta)

      3) K Check valve = 2
      4) K increaser = 0,25
      5) K foot valve = 2,3
      6) K gate valve = 0,19

         (Sumber: *Practical Hydrolics For The Public Work Engineer,* 1968)

      Head Pompa > H statis (Ha) + Hf total

   b. **Data Perencanaan**

      1) Elbow 90° suction = 3 buah
      2) Elbow 90° discharge = 1 buah
      3) Gate valve = 1 buah
      4) Pipa Tee = 2 buah
      5) Q Lumpur = 0,000138 m^3
      6) L suction = 15 m
      7) L discharge = 10 m
      8) Diameter pipa suction = 0,04 m
      9) Diameter pipa discharge = 0,025 m
      10) Kecepatan pipa = 1 m/s
      11) Head Statis = 0,5 m

   c. **Perhitungan**

      1) Perhitungan suction

Headloss mayor

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

$= \frac{10,7 \ x \ 10 \ m \ x \ 0,000138^{1,85}}{130^{1,85} \ x \ 0,04^{4,87}}$

= 0,00096 m

Headloss minor (Elbow 90^{o})

Hf Elbow = n x k x $\frac{v^2}{2 \ x \ g}$

= 3 x 0,9 x $\frac{(1 \ m/s)^2}{2 \ x \ 9,81}$

= 0,137 m

Hf suction

Hf S = Hf mayor + Hf Elbow 90^{o}

= 0,00096 m + 0,137 m

= 0,13796 m

2) Perhitungan Discharge

Headloss mayor

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

$= \frac{10,7 \ x \ 10 \ x \ 0,000138^{1,85}}{130^{1,85} \ x \ 0,025^{4,87}}$

= 0,00095 m

Headloss minor (Elbow 90^{o})

Hf Elbow = n x k x $\frac{v^2}{2 \ x \ g}$

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

= 0,045 m

Headloss minor (Gate valve)

Hf gate valve = n x k x $\frac{v^2}{2 \ x \ g}$

= 21 x 0,19 x $\frac{(1 \ m/s)^2}{2 \ x \ 9,81}$

= 0,02 m

Headloss minor (pipa Tee)

Hf pipa Tee = n x k x $\frac{v^2}{2\,x\,g}$

= 2 x 1,25 x $\frac{(1\,m/s)^2}{2\,x\,9{,}81}$

= 0,127 m

Hf Discharge

Hf D = Hf Mayor + Hf Elbow 90° + Hf Gate valve + Hf pipa Tee

= 0,00095 m + 0,045 m + 0,02 m + 0,127 m

= 0,192 m

Headloss total

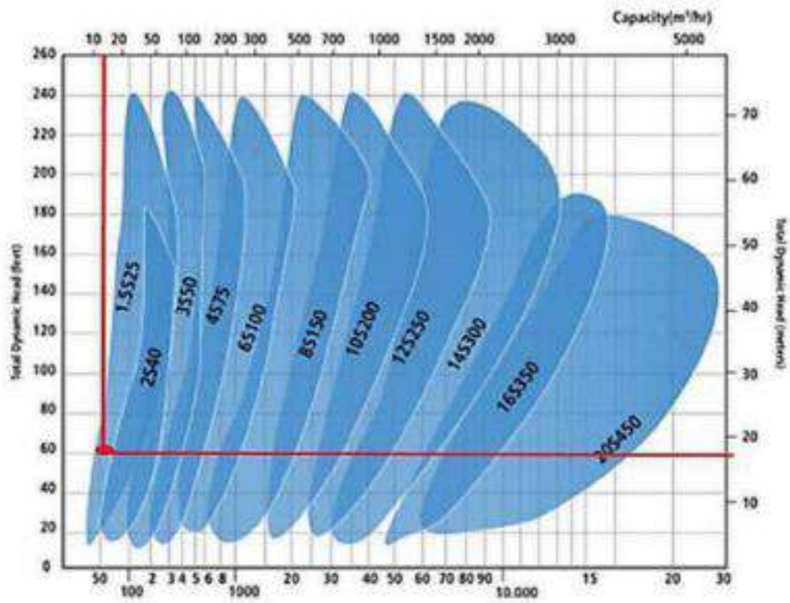
Hf total = Hf S + Hf D + Head statis

= 0,13796 m + 0,192 m + 0,5 m

= 0,83 m

Head Pompa > Head total

18 m > 0.83 m (Memenuhi persyaratan)



Berdasarkan perhitungan tersebut, digunakan slurry pump dengan merk **Schurco** model **S series 1.5 S 25.** Spesifikasi lengkap tertera pada lampiran A.

2. **Pompa lumpur dari unit Sedimentasi ke unit *sludge Drying Bed***

   a. **Kriteria Perencanaan**

1) K Elbow 90° = 0,9
2) K tee = 1,25

(Sumber: Dake, J.M.K., Endang P. Tachyan dan Y.P. Pangaribuan, 1985, "Hidrolika TEknik Edisi II", Erlangga Jakarta)

3) K Check valve = 2
4) K increaser = 0,25
5) K foot valve = 2,3
6) K gate valve = 0,19
7) **(Sumber: *Practical Hydrolics For The Public Work Engineer,* 1968)**
8) Head Pompa > H statis (Ha) + Hf total

b. Data Perencanaan

1) Elbow 90° suction = 3 buah
2) Elbow 90° discharge = 1 buah
3) Gate valve = 1 buah
4) Pipa Tee = 2 buah
5) Q Lumpur = 0,000138 m^3
6) L suction = 8 m
7) L discharge = 10 m
8) Diameter pipa suction = 0,04 m
9) Diameter pipa discharge = 0,025 m
10) Kecepatan pipa = 1 m/s
11) Head Statis = 3,3 m

c. Perhitungan

1) Perhitungan suction

Headloss mayor

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

$$= \frac{10,7 \ x \ 8 \ m \ x \ 0,000138^{1,85}}{130^{1,85} \ x \ 0,04^{4,87}}$$

= 0,004 m

Headloss minor (Elbow 90^o)

Hf Elbow $= n \times k \times \frac{v^2}{2 \times g}$

$= 3 \times 0,9 \times \frac{(1\ m/s)^2}{2 \times 9,81}$

$= 0,137$ m

Hf suction

Hf S = Hf mayor + Hf Elbow 90^o

= 0,004 m + 0,137 m

= 0,141 m

2) Perhitungan Discharge

Headloss mayor

Hf $= \frac{10,7 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$

$= \frac{10,7 \times 10 \times 0,000138^{1,85}}{130^{1,85} \times 0,025^{4,87}}$

$= 0,06$ m

Headloss minor (Elbow 90^o)

Hf Elbow $= n \times k \times \frac{v^2}{2 \times g}$

$= 1 \times 0,9 \times \frac{(1\ m/s)^2}{2 \times 9,81}$

$= 0,045$ m

Headloss minor (Gate valve)

Hf gate valve $= n \times k \times \frac{v^2}{2 \times g}$

$= 21 \times 0,19 \times \frac{(1\ m/s)^2}{2 \times 9,81}$

$= 0,02$ m

Headloss minor (pipa Tee)

Hf pipa Tee $= n \times k \times \frac{v^2}{2 \times g}$

$= 2 \times 1,25 \times \frac{(1\ m/s)^2}{2 \times 9,81}$

$= 0,127$ m

Hf Discharge

Hf D = Hf Mayor + Hf Elbow 90° + Hf Gate valve + Hf pipa Tee

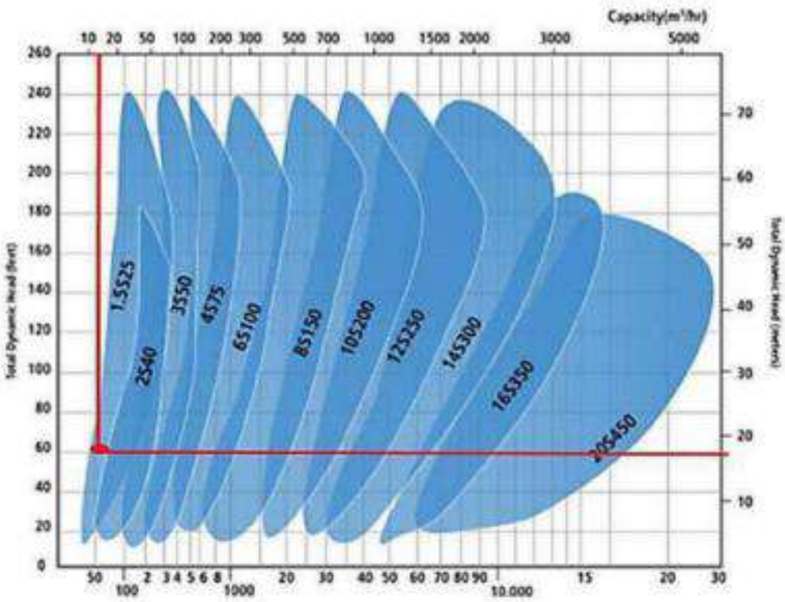
= 0,06 m + 0,045 m + 0,02 m + 0,127 m

= 0,252 m

Headloss total

Hf total	= Hf S + Hf D + Head statis
	= 0,141 m + 0,252 m + 3,3 m
	= 4,58 m

Head Pompa	>	Head total
18 m	>	3,6 m (Memenuhi persyaratan)



Berdasarkan perhitungan tersebut, digunakan slurry pump dengan merk **Schurco** model **S series 1.5 S 25.** Spesifikasi lengkap tertera pada lampiran A.