BAB 5

DETAIL ENGINEERING DESIGN UNIT PENGOLAHAN

5.1. Unit Intake

Pada perancangan unit pengolahan instalasi air minum ini menggunakan River Intake.

1. Perhitungan Pipa Inlet

Pengambilan air baku dari sungai diperlukan pipa inlrt untuk mengalirkan air ke sumur pengumpul.

a. Kriteria Perencanaan

- Kecepatan (v) air masuk ke pipa inlet = 0.6 m/detik – 3 m/detik. (RI-SPAM, 2010) Penyusunan Rencana Induk Sistem Pelayanan Air Minum hal 9
- Kemiringan dasar sumur= (1-2)% (Sumber: Kawamura, 1991)

b. Data Perencanaan

- Debit (Q) = 100 liter/detik=0,1m^3/detik
- Dipasang 2 pipa inlet untuk kondisi HWL (High Water Level) 1 buah pipa dan LWL (Low Water Level) 1 buah pipa
- Panjang Pipa (L) asumsi:
  - L HWL = 1 m
  - L LWL = 2 m
- Ketinggian pipa (H):
  - Pipa HWL = 5m
  - Pipa LWL = 2m
- Kecepatan aliran dalam pipa :
  - HWL= 1 m3/detik
  - LWL = 0,9 m3/detik
- Menggunakan Pipa Cast Iron dengan niai C = 130
- Nilai k gate valve = 0,19 (Sumber : Qasim,2000)

- Free board = 0,2 m (semua hasil perhitungan ditambahkan freeboard)
- Lebar pintu air = lebar sumur pengumpul
- Tinggi pintu air = kedalaman LWL
- Tinggi jagaan pintu air = 0,5 m
- Total tinggi pintu air = 6m + 0,5m = 6,5 m

c. Perhitungan

- Debit tiap pipa

  Q = $\frac{Q\ kapasitas\ produksi}{\Sigma\ pipa}$= $\frac{0{,}1\ m3/detik}{2}$= 0,05 m^3/detik

- Luas penampang pipa inlet

  a. Kondisi HWL

  A= $\frac{Q}{V}$=$\frac{0{,}05\ m3/detik}{1\ m/s}$=0,05 m^2

  b. Kondisi LWL

  A= $\frac{Q}{V}$=$\frac{0{,}05\ m3/detik}{0{,}7m/s}$=0,07 m^2

- Diameter pipa inlet

  a. Kondisi HWL

  D=$\left(\frac{4\ X\ A}{\pi}\right)^{0,5}$=$\left(\frac{4\ X\ 0{,}05m2}{3{,}14}\right)^{0,5}$=0,25m= 9,84 inchi

  D total = D + 10% D(fb)

  = 0,25 + 0,025

  = 0,275 m = 10,82 inchi

  b. Kondisi LWL

  D=$\left(\frac{4\ X\ A}{\pi}\right)^{0,5}$=$\left(\frac{4\ X\ 0{,}07\ m2}{3{,}14}\right)^{0,5}$=0,3m = 11,81 inchi

  D total = D + 10% D(fb)

  = 0,3 + 0,03

  = 0,33m = 13 inchi

- Cek kecepatan

  a. Kondisi HWL

  V =$\frac{Q}{A}$=$\frac{4\ x\ 0{,}05m3/detik}{3{,}14\ x\ (0{,}27\ m)^{\ 2}}$= 0,87 m/detik (memenuhi)

b. Kondisi LWL

$V = \frac{Q}{A} = \frac{4\ x\ 0{,}05 m3/detik}{3{,}14\ x\ (0{,}33\ m\ )^2}$ =0,6m/detik (memenuhi)

- Headloss pipa

a. Kondisi HWL

$Hf = \left(\frac{Q}{0{,}2785 X\ C\ X\ D^{2,62}}\right)^{1,85} X\ L = \left(\frac{0{,}05 m3/detik}{0{,}2785 X\ 130\ X\ 0{,}27^{2,62}}\right)^{1,85} X\ 6$

=0,003 X 6 m

= 0,02 m

b. Kondisi LWL

$Hf = \left(\frac{Q}{0{,}2785 X\ C\ X\ D^{2,62}}\right)^{1,85} X\ L = \left(\frac{0{,}05 m3/detik}{0{,}2785 X\ 130\ X\ 0{,}33^{2,62}}\right)^{1,85} X\ 8$

=0,001 X 8 m

= 0,008m

- Slope pipa inlet

a. Kondisi HWL

$S = \frac{Hf}{L} = \frac{0{,}02m}{6\ m}$ =0,003m/m

b. Kondisi LWL

$S = \frac{Hf}{L} = \frac{0{,}008m}{8m}$ =0,001m/m

- Headloss saat air keluar dari pintu air

a. Kondisi HWL

$Hf = K\ x\ \frac{V^2}{2g} = 0{,}2\ x\ \frac{0{,}87^2}{2x\ 9{,}81}$ =0,008m

b. Kondisi LWL ;;

$Hf = K\ x\ \frac{V^2}{2g} = 0{,}2\ x\ \frac{0{,}6^2}{2x\ 9{,}81}$ =0,004m

Resume:

- Debit tiap pipa inlet = 0,05 m^3/detik
- Luas penampang pipa
  a. Kondisi HWL =0,05 m^2
  b. Kondisi LWL =0,07 m^2
- Dimater pipa inlet

a. Kondisi HWL = 0,275 m = 10,82 inchi
b. Kondisi LWL = 0,33m = 13 inchi

- Cek kecepatan
  a. Kondisi HWL= 0,87m/detik (memenuhi)
  b. Kondisi LWL=0,6 m/detik (memenuhi)
- Slope
  a. Kondisi HWL =0,003m/m
  b. Kondisi LWL =0,001m/m
- Headloss sepanjang pipa
  a. Kondisi HWL = 0,02 m
  b. Kondisi LWL = 0,008m
- Headloss pintu air
  a. Kondisi HWL =0,008m
  b. Kondisi LWL =0,004m

2. Perhitungan Bar Screen

Bar screen akan diletakkan di masing- masing pipa inlet yang berfungsi untuk menyisihkan benda-benda kasar yang melayang, sehingga tidak menganggu pompa jika intake tersebut menggunakan pompa dan pengoperasian unit pengolahan selanjutnya.

a. Kriteria Perencanaan
  - Kecepatan aliran melalui screen = 0,3-0,6(m/det)
  - Ukuran batang :
    - Lebar = 4-8 mm
    - Tebal = 25-50 mm
  - Jarak antar batang = 25-75 mm
  - Slope = 45-60 derajat
  - Headloss yang diperbolehkan 150-800 mm
  - Jarak antar kisi (r) = 25 - 75 mm = 0,025 - 0,075 m

    (Said, 2007) Pengantar Umum Perencanaan Fasilitas Pengolahan Air Minum hal 148

- Kemiringan kisi (ɵ)= 30 – 45º
- Faktor bentuk kisi berbentuk bulat (β)= 1,79
- Head Loss (Hf) = < 150 mm

  (Sumber : Syed. R. Qosim., "Wastewater Treatment Plants, Planning, Design, and Operation", 158) table 7.14.1

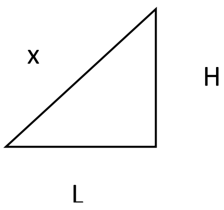
b. Data Perencanaan

- Debit (Q) = 100 liter/detik=0,1m^3/detik
- Jumlah bar screen 2 buah di setiap pipa inlet
- Debit tiap bar screen
  - Q HWL= 0,05 m3/detik
  - Q LWL = 0,05 m3/detik
- Screen yang digunakan adalah coarse screen
- Lebar bukaan (D) mengikuti diameter pipa inlet terbesar

  = 0,33m = 13 inchi
- Lebar Kisi (d)= 6 mm =0,006 m
- Kemiringan kisi (ɵ)= 45º
- Jarak antar kisi (r) = 50mm = 0,05 m
- Tinggi tiap screen = 0,34 m
- Faktor bentuk kisi berbentuk bulat (β)= 1,79

c. Perhitungan

- Dimensi bar screen



$L = \frac{H}{Tg\alpha} = \frac{0,33}{Tg\ 45} = 0,33m$

$X = \frac{H}{Sin\alpha} = \frac{0,33}{Sin\ 45} = 0,46m$

- Jumlah kisi

D	= (n x d) + (n+1) x r
0,33m	= n x 0,006m + (n+1) x 0,050m
0,33m	= 0,006n + 0,05n + 0,05m
0,33-0,05m	= 0,056n

0,28 = 0,056n

n = $\frac{0,29}{0,056}$

n = 5buah

- Check r

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

  0,33 = 5 x 0,006 + (5 + 1) x r

  0,33 = 0,03 + (6r)

  r = $\frac{0,28}{6}$

  r = 0,05m (memenuhi range r = 0,025-0,075 m)

- Kecepatan melalui bar screen

  Vc = $\frac{Q}{A}$=$\frac{4\ x\ 0,05 m3/detik}{3,14\ x\ (0,33\ m)^{\ 2}}$=0,6 m/detik

  (memenuhi range=0.3-0.6 m/s)

- Area terbuka dari bar screen

  Total Lebar kisi (w) = n x d

  = 5 buah x 0,006 m = 0,03m

  Total penampang area terbuka (b) = (n+1) x r

  = (5 + 1) x 0,052 m

  = 6 buah x 0,052 m= 0,31 m

  Wc = Ws – (n x d)

  = 0,34 m – (5 x 0,006 m)

  = 0,34 m – 0,003m

  = 0,31 m

- Velocity Head

  Hv = $\frac{Vc}{2\ x\ g}$

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

  = 0,03 m/s

- Head Loss

  Hf = β x $\frac{Lebar\ kisi\ total^{\frac{4}{3}}}{WC}$x $Hvx \sin \alpha$

(Said, 2007) hal 149

Hf = 1,79 x $\left(\frac{0,003}{0,31}\right)^{\frac{4}{3}}$x $0,03x\ sin\ 45$

Hf = 0,00007m =0,078 mm (memenuhi Hf < 150 mm)

Resume:

- Panjang screen miring (p) : 0,46 m
- Lebar screen : 0,33 m
- Tinggi screen : 0,33 m
- Jarak antar kisi (r) = 0,05m
- Diameter kisi (d) = 0,006 m
- Jumlah bar = 5 buah
- Jumlah bukaan = 6 buah
- Kemiringan = 45 derajat

3. Perhitungan Sumur Pengumpul

Sumur pengumpul berfungsi untuk mengumpulkan air baku dari air sungai untuk mengantisipasi terjadinya fluktuasi air sungai.

a. Kriteria Perencanaan

- Waktu detensi 1-5 menit
  Sumber: (Pekerjaan Umum (Public Works), 2007) hal 66
- Kontruksi kedap air dan tebal dinding 20 cm atau lebih tebal
- Tinggi foot valve dari dasar sumur > 0,6 m

b. Data Perencanaan

- Debit (Q) = 100 liter/detik=0,1m3/detik
- Menggunakan 1 sumur pengumpul
- Waktu detensi = 1 menit = 60 detik
- Kedalaman lumpur = 1 m
- Kedalaman sungai= 8 m
- Freeboard = 0,5m diatas H HWL
- Tebal dinding = 0,2 m

- Ketinggian air sungai

  - H pipa HWL = 5 m

  - H pipa LWL = 2 m

c. Perhitungan

- Debit sumur

  Q = $\frac{Q\ kapasitas\ produksi}{\Sigma\ bak}$= $\frac{0{,}1\ m3/detik}{1}$= 0,1 m^3/detik

- Volume sumur pengumpul

  V = Q x td = 0,1 m3/detik x 60 s

  = 6 m^3

- Tinggi Efektif sumur pengumpul

  H Efektif = H HWL + Freeboard + H lumpur

  = 5 m + 0,5 m + 1 m

  = 6,5 m

- Luas sumur pengumpul

  A = $\frac{Volume}{H\ efektif}$=$\frac{6\ m3}{6{,}5\ m}$= 0,92 m^2

- Dimensi sumur pengumpul

  Sumur berbentuk persegi sehingga p = 2L

  Luas = panjang x lebar

  0,92 m^2 = 2l x l

  0,92 m^2 = $2l^2$

  0,46 m^2 = l^2

  L = 0,7 m

  P = 2 x l

  = 2 x 0,7

  = 1,4 m

  Panjang + tebal dinding = 1,4 + (2 x 0,2) = 1,8m

  Lebar + tebal dinding = 0,7+ (2 x 0,2) = 1 m

- Check volume

  V = p x l x h

  = 1,4 x 0,7 x 6,5

= 6,4 m^3

- Check td

  Td = $\frac{V}{Q}$ = $\frac{6,4}{0,1}$= 64 detik

Resume:

- Debit sumur penampung = 0,1 m3 /s
- Volume sumur pengumpul = 6,4m3
- Luas permukaan sumur (A) = 0,92 m2
- Panjang sumur = 1,4 m
- Lebar sumur = 0,7 m
- Tinggi sumur = 6,5 m
- td = 64 detik

4. Perhitungan Pipa Penguras

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. Kriteria Perencanaan

- Kecepatan aliran 0,6 – 1,5 m/s

b. Data Perencanaan

- Kedalaman Lumpur = 1m
- Kecepatan aliran = 1 m/s
- Waktu detensi = 5 menit = 300 detik

c. Perhitungan

- Debit lumpur

  Q = 1/3 x Q sumur

  = 1/3 x 0,1 m^3/s

  =0,03 m^3/s

- Luas permukaan

  A = $\frac{Q}{V}$=$\frac{0,03\ m3/s}{1\ m/s}$= 0,03 m^2

- Diameter pipa

  D=$\left(\frac{4\ X\ A}{\pi}\right)^{0,5}$=$\left(\frac{4\ X\ 0,03\ m2}{3,14}\right)^{0,5}$=0,19m= 7,45 inchi

- Check kecepatan

  V =$\frac{Q}{A}$=$\frac{4x\ 0,03\ m3/s}{3,14\ x\ (0,19\ m)\ ^2}$= 1,05m/detik

Resume:

- Debit Lumpur =0,03 m^3/s
- Luas permukaan (A) = 0,03 m^2
- Diameter pipa (D =0,19m= 7,45 inchi
- Cek kecepatan (v) = 1,05m/detik

5. **Perhitungan Pompa**

Pompa mempunyai fungsi yang sangat penting dalam kelancaran proses pengolahan antara lain dapat menaikkan level muka air ke daerah yang lebih tinggi.

Pompa = (Suction = Discharge)

a. Kriteria Perencanaan
   - V = 0,3 – 2,5 m/s

b. Perhitungan
   - Luas permukaan pipa

     A = $\frac{Q}{V}$=$\frac{0,1\ m3/s}{1\ m/s}$= 0,1 m^2

   - Diameter pipa

     D=$\left(\frac{4\ X\ A}{\pi}\right)^{0,5}$=$\left(\frac{4\ X\ 0,1m2}{3,14}\right)^{0,5}$=0,36 m= 14,17 inchi

   - Check kecepatan

     V =$\frac{Q}{A}$=$\frac{4x\ 0,1\ m3/s}{3,14\ x\ (0,36\ m)\ ^2}$= 0,98m/detik

     (memenuhi range = 0,3 – 2,5 m/s)

   - Headloss pipa
     a. Head statis = 1,7 m
     b. L pipa Discharge = 5 m
     c. H suction = 4 m

- Headloss mayor
  a. Hf Discharge

  Hf =$\left(\frac{Q}{0{,}2785X\ C\ X\ D^{2{,}62}}\right)^{1{,}85} XL$=$\left(\frac{0{,}1m3/detik}{0{,}2785X\ 130\ X\ 0{,}36\ ^{2{,}62}}\right)^{1{,}85} X5$

  = 0,00261 x 5

  = 0,013 m

  b. Hf Suction

  Hf =$\left(\frac{Q}{0{,}2785X\ C\ X\ D^{2{,}62}}\right)^{1{,}85} XL$=$\left(\frac{0{,}1m3/detik}{0{,}2785X\ 130\ X\ 0{,}36\ ^{2{,}62}}\right)^{1{,}85} X4$

  = 0,00261 x 10,7

  = 0,027m

  c. Hf Statis

  Hf =$\left(\frac{Q}{0{,}2785X\ C\ X\ D^{2{,}62}}\right)^{1{,}85} XL$=$\left(\frac{0{,}1m3/detik}{0{,}2785X\ 130\ X\ 0{,}36\ ^{2{,}62}}\right)^{1{,}85} X6$

  = 0,00261 x 6

  = 0,0156m

  d. Hf Mayor Total

  = HF Discharge + H suction+HF Statis

  = 0,013 m +=0,027m + 0,0156m

  = 0,057m

- Headloss minor
  a. Head kecepatan suction dan discharge

  = $\frac{Vc}{2\ x\ g}$

  = $\frac{0{,}98m/detik}{2\ x\ 9{,}81}$

  = 0,05 m

  b. Hf Foot Valve

  = 1 buah = k = 2,3

  Hf =$K\ x\ \frac{V^2}{2g}$ = $1x\ 2{,}3\ x\ \frac{0{,}98m/detik}{2\ x\ 9{,}81}$

  = 0,114 m

  c. Hf minor belokan

  = 1 buah , k= 0,9

$$Hf = K\ x\ \frac{V^2}{2g} = 1x\ 0{,}9\ x\ \frac{0{,}98 m/detik}{2\ x\ 9{,}81}$$

= 0,045 m

d. Hf minor total

= H kec.Discharge + Hfm Foot valve + Hfm belokan

= 0,05 m + = 0,114 m + 0,045 m

= 0,209 m

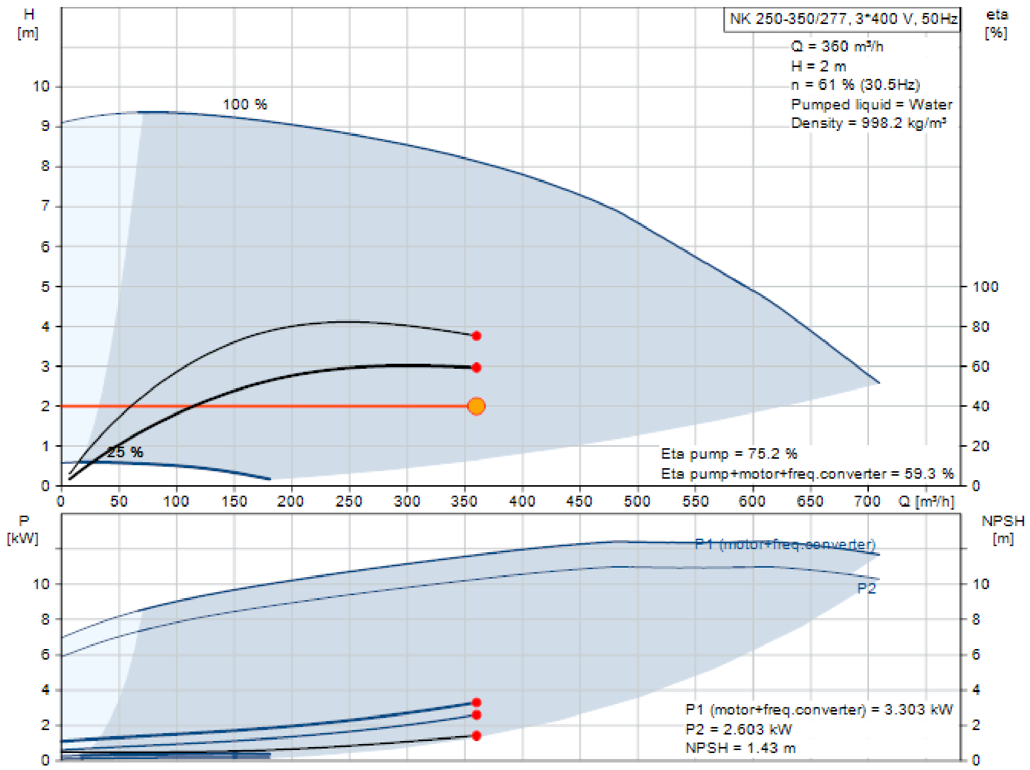
- Headloss total

  = Hs + Hf mayor total + Hf minor total

  = 1,7 m + 0,057m+ 0,209 m = 1,96 m

Didapatkan Q sebesar 0,1 m3/s = 360m3/jam dengan Head sebesar 2 m

- Pompa menggunakan jenis pompa centrifugal, dengan memplotkan data Q = 0,1 m^3/detik = 100 l/s =360 m^3/jam dan head pump = 2 m, maka diperoleh tipe pompa Grunfos NK 150-200/218-208



- Type : NK 250-350/277

- Quantity : 1
- Motor : 11 kW
- Flow : 360 m³/h
- Head : 2 m
- Min.inlet pressure : -0.75 bar (40 °C, against atmosphere)
- Power P1 : 3.303 kW
- Power P2 required in the duty point : 2.603 kW
- Eta pump : 75.2 %
- Eta motor : 84.3 %
- Eta pump+motor : 59.3 % =Eta pump * Eta motor
- Eta total : 59.3 % =Eta relative to the duty point
- Energy consumption : 3677 kWh/Year
- CO2 emission : 2100 kg/Year
- Price : On request
- Life cycle cost : 35793 EUR /5Years

6. Perhitungan Strainer

Strainer berbentuk silinder, dimana tutup silinder sebagai tempat masuknya pipa.

a. Kriteria Perencanaan

- Kecepatan melalui lubang strainer = 0,15 – 0,3 m/s
- Bukaan pada lubang stainer = 6-12 mm
- Diameter strainer (D) = 1,5-2 x Dsuction

Sumber : Prosser,1980

b. Data perencanaan

- Direncanakan bentuk strainer silinder berlubang
- Q = 0,1 m^3/dt
- Diameter lubang = 10 mm = 0,01 m
- Diameter pipa inlet

  a. Kondisi HWL = 0,275 m = 10,82 inchi

  b. Kondisi LWL = 0,341m = 13,43 inchi

- Diameter lubang =0,36 m= 14,17 inchi
- V dari pipa inlet
  - HWL = 1 m/s
  - LWL = 0,6 m/s

c. Perhitungan

- Luas Permuakaan stainer

  A = $\frac{Q}{V}$=$\frac{0{,}1\ m3/s}{0{,}15\ m/s}$= 0,5 m^2

  0,5 = (3,14 x $0{,}27^2$) + (2 x 3,14 x 0,27 x t)

  0,5-0,23= 1,69 t

  T = 0,16 m

- Diameter stainer

  1,5 x D suction = 1,5x 0,36 m = 0,54 m

- Dimensi

  Alas = 3,14 x $0{,}27^2$= 0,23 m2

  Selimut = 2 x 3,14 x 0,27 x 0,16= 0,27 m2

- Luas lubang

  A_L=$\frac{1}{4}$x π x D^2

  =$\frac{1}{4}$x 3,14 x $(0{,}01)^2$

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

- Jumlah lubang

  n alas = $\frac{Luas\ permukaan}{AL}$= $\frac{0{,}23}{7{,}85 \text{ x } 10-5\ m}$= 2930 buah

  n selimut = $\frac{Luas\ permukaan}{AL}$= $\frac{0{,}27}{7{,}85 \text{ x } 10-5\ m}$= 3439buah

7. Perhitungan Saluran Pembawa

a. Kriteria Perencanaan

- Kecepatan Aliran (v) = 0,3 – 0,6 m/s
- Slope maksimal = < 2% m/m
- Freeboard = 10 – 30 %
- Koefisien manning (beton terbuka) = 0,011 – 0,020

b. Data perencanaan

- Kecepatan (v) = 0,5 m/s
- Debit air limbah (Q) = 0,1 m3/s
- Menggunakan 1 saluran yang terbuat dari bahan beton dengan n = 0,013
- Panjang saluran pembawa ke bangunan prasedimentasi = 4 m

c. Perhitungan

- Luas permukaan

  $A = \frac{Q}{V} = \frac{0{,}1\ m3/s}{0{,}5\ m/s} = 0{,}2\ m^2$

- Dimensi saluran pembawa

  Asumsi perbandingan B : H = 2:1

  A = B x H

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

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

  H = 0,316 m

  = 0,3m

  B = 2H

  = 2 x 0,3 m

  = 0,6 m

  H total = H + Fb

  = 0,3m + 0,06 m = 0,36m

- Check kecepatan

  $V = \frac{Q}{B\ X\ H} = \frac{0{,}1\ m3/s}{0{,}6\ m\ x\ 0{,}36m} = 0{,}46$ m/s

  (memenuhi range v = 0,3 – 0,6 m/s)

- Jari jari hidrolis (R)

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

  $= \frac{L\ X\ H}{L+2H}$

  $= \frac{0{,}6\ x\ 0{,}36}{0{,}6+2(0{,}36)}$

  =0,163 m

- Slope

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

  $= \left(\frac{0{,}013\ x\ 0{,}46}{0{,}163^{\frac{2}{3}}}\right)^2$

  $=4{,}016 \times 10^{-4}$ m/m (memenuhi <2%)

- Headloss saluran pembawa

  Hf = Slope x Panjang saluran(L)

  $= 4{,}016 \times 10^{-4}$ m/m x 4 m

  $= 1{,}606 \times 10^{-3}$ m

5.2. Unit Prasedimentasi

1. Zona Inlet

a. Kriteria Perencanaan

- Kecepatan Aliran (v) = 0,3 – 0,6 m/s

  (Sumber: Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4th Edition, pages 316)

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

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

b. Data Perencanaan

- Q = 0,1 m3/s
- Bentuk bak rectangular berjumlah 1 buah
- Kecepatan aliran (v) = 0,5 m/dtk
- Panjang saluran (L) = 4 m
- Saluran dari beton (n) = 0,013
- Freeboard = 20 % dari tinggi saluran.
- Dimensi saluran B:H = 2:1

- Dimensi pintu air = dimensi saluran pembawa
- Tinggi bukaan pintu air = 100% dari tinggi saluran
- Lebar pintu air = lebar saluran pembawa
- K gate valve = 0,2
- Tinggi jagaan pintu air = 0,5 m

c. Perhitungan

- Luas permukaan

  A = $\frac{Q}{V}$=$\frac{0{,}1\ m3/s}{0{,}5\ m/s}$= 0,2 m^2

- Dimensi saluran pembawa

  Asumsi perbandingan B : H = 2:1

  A = B x H

  0,2 m^2 = 2H x H

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

  H = 0,316 m

  = 0,3m

  B = 2H

  = 2 x 0,3 m

  = 0,6 m

  H total = H + Fb

  = 0,3m + 0,06 m = 0,36m

- Check kecepatan

  V = $\frac{Q}{B\ X\ H}$=$\frac{0{,}1\ m3/s}{0{,}6\ m\ x\ 0{,}36m}$= 0,46 m/s

  (memenuhi range v = 0,3 – 0,6 m/s)

- Jari jari hidrolis (R)

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

  = $\frac{L\ X\ H}{L+2H}$

  = $\frac{0{,}6\ x\ 0{,}36}{0{,}6+2(0{,}36)}$

  =0,163 m

- Slope

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

$= \left(\frac{0{,}013\ x\ 0{,}46}{0{,}163^{\frac{2}{3}}}\right)^2$

$=4{,}016 \times 10^{-4}$ m/m (memenuhi <2%)

- Headloss saluran pembawa

  Hf = Slope x Panjang saluran(L)

  = $4{,}016 \times 10^{-4}$ m/m x 4 m

  = $1{,}606 \times 10^{-3}$ m

- Headloss saat keluar pintu air

  Hf $= K\ x\ \frac{V^2}{2g} = 0{,}2\ x\ \frac{0{,}46 m/detik}{2\ x\ 9{,}81}$

  = 0,00468 m

Resume:

- Debit (Q) = 0,1 m3/s
- Luas Permukaan (A) = 0,2 m^2
- H air = 0,3 m
- H total = 0,36 m
- Lebar saluran (B) = 0,6 m
- Panjang saluran (L) = 4 m
- Jari-jari hidrolis= 0,163 m
- Check kecepatan (v) = 0,46 m/s
- Slope =$4{,}016 \times 10^{-4}$ m/m
- Headloss saluran pembawa (Hf) = $1{,}606 \times 10^{-3}$ m
- Headloss pintu air (Hf) = 0,00468 m

2. Zona Sludge

a. Kriteria Perencanaan

- Berat jenis (ρS) lumpur = 2650 kg/m^3
- Berat jenis (ρa) air = 1000kg/m m^3
- Dimensi sludge zona dalam bentuk limas terpancung

(Water Treatment PlantDesign, Mc Graw Hill, 2nd Edition)

Rasio SS = 0,7-2,2 % (cornwell et al, 1987)

Kekeruhan = 9 NTU

b. Data Perencanaan

- Debit = 0,1 m^3/detik
- Ruang lumpur berbentuk limas terpancung dengan periode pengurasan 3 hari sekali (3 hari = 259.200 detik)
- Efisiensi pengendapan = 70%
- Kadar air dalam lumpur = 95%
- Kadar SS kering dalam lumpur = 5%
- Konsentrasi Diskrit dan grit = 90% x Konsentrasi SS
- Waktu pengurasan= 300 detik
- Konsentrasi polutan = 78 mg/l

c. Perhitungan

1. Sludge
   - Konsentrasi diskrit dan grit
     = 90% x konsentrasi polutan
     = 0,9 x 78 mg/L
     = 70,2 mg/L
   - Solid teremoval/terendapkan
     = 70% x konsentrasi diskrit & grit
     = 0,7 x 70,2 mg/L
     = 49,14 mg/L
   - Solid yang lolos
     =konsentrasi diskrit & grit – sludge teremoval/terendapkan
     = 70,2 mg/L – 49,14 mg/L
     = 21,06 mg/L
   - Berat solid yang terendapkan (ms)
     = Q x solid yang teremoval
     = 0,1 m^3/detik x 49,14 mg/L x (86400/1000)
     =424,57 kg/hari

- Berat air (ma)

  mS: ma = 5:95

  ma=19 mS

  ma= 19 x424,57 kg/hari

  ma= 8066,82 kg/hari

- Berat jenis lumpur

  = (berat jenis SS x 5%) + (berat jenis air x 95%)

  = (2650 x 5%) + (1000x 95%)

  = 1082,5kg/m3

2. Ruang lumpur

- Volume ruang lumpur

  mS: ma = 5:95

  ma=19 mS

  $= \frac{ms}{\rho s} + \frac{ma}{\rho s}$

  $= \frac{ms}{2650} + \frac{19mS}{1000}$

  $= \frac{mS}{1000}\left(\frac{1}{2,65} + 19\right)$

  $= \frac{424,57 \text{ kg/hari}}{1000}\left(\frac{1}{2,65} + 19\right)$

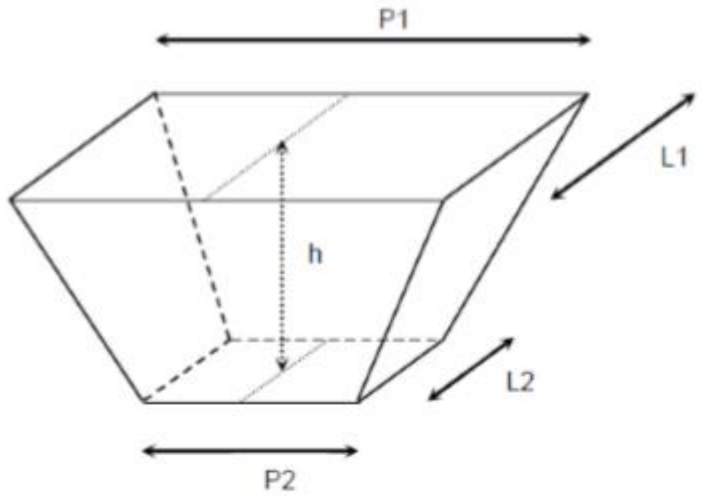
  = 8,227 m^3/hari

- Volume ruang lumpur 1x pengurasan (3 hari)

  = 8,227 m^3/hari x 3

  = 24,681 m^3/hari

- Dimensi ruang lumpur



Gambar 4. 1 Zona Sludge

Sumber : Perencanaan

Panjang permukaan zona lumpur (P1) = 9 m

Lebar permukaan zona lumpur (L1) = lebar bak = 9 m

Panjang dasar zona lumpur (P2) = 6 m

Lebar dasar zona lumpur (L2) = 6 m

A1= P1 x L1

=9 x 9

= 81 m^2

A2= P2 x L2

=6 x 6

= 36 m2

- Tinggi Grit Storage

  Volume grit storage = 1/3 h x (A1 + A2 + $\sqrt{A1 + A2}$)

  24,681 m3 =1/3 h x (81 + 36 + $\sqrt{81 + 36}$)

  h = $\frac{24,681\ x3}{(81 + 36 + \sqrt{81 + 36})}$

  h= 0,6 m

3. Debit lumpur pada pipa

   = $\frac{Volume\ Sludge}{Waktu\ Pengurasan\ dalam\ 3\ hari}$=$\frac{24,681\ m3}{259200}$= 9,5 x 10^{-5} m^3/s

4. Dimensi Pipa Penguras

- Debit tiap pengurasan (Qp)

  Qp= $\frac{Volume\ Sludge}{Waktu\ Pengurasan}$=$\frac{24{,}681\ m3}{300s}$= 0,082 m^3/s

- Luas permukaan pipa penguras (A)

  A = $\frac{Q\ pengurasan}{V}$=$\frac{0{,}082\ \ m3/s}{0{,}5\ m/s}$= 0,164 m^2

- Diameter pipa penguras (Dp)

  D=$\left(\frac{4\ X\ A}{\pi}\right)^{0,5}$=$\left(\frac{4\ X\ 0{,}164\ \ m2}{3{,}14}\right)^{0,5}$=0,45m= 17,99 inchi

- Check kecepatan

  V =$\frac{Q}{A}$=$\frac{4x\ 0{,}082m3/s}{3{,}14\ x\ (0{,}45\ m)\ ^2}$= 0,51m/detik

  (memenuhi range v = 0,3 – 0,6 m/s)

Resume:

Sludge

- Konsentrasi diskrit dan grit = 70,2 mg/L
- Solid teremoval/terendapkan= 49,14 mg/L
- Solid yang lolos= 21,06 mg/L
- Berat solid yang terendapkan (ms)= 424,57 kg/hari
- Berat air (ma)= 8066,82 kg/hari
- Berat jenis lumpur= 1082,5kg/m3

Ruang Lumpur

- Volume ruang lumpur= 8,227 m^3/hari
- Volume ruang lumpur 1x pengurasan (3 hari)= 24,681 m^3
- Dimensi ruang lumpur
  1. Panjang permukaan zona lumpur (P1) =9 m
  2. Lebar permukaan zona lumpur (L1) = lebar bak = 9 m
  3. Panjang dasar zona lumpur (P2) = 6 m
  4. Lebar dasar zona lumpur (L2) = 6m
  5. A1 = 81 m^2
  6. A2 = 36 m2

- Tinggi Grit Storage h= 0,6 m

Dimensi Pipa Penguras

- Debit tiap pengurasan (Qp)= 0,082 m^3/s
- Luas permukaan pipa penguras (A)= 0,164 m^2

  Diameter pipa penguras (Dp)= 0,45m= 17,99 inchi
- Check kecepatan= 0,51m/detik

  (memenuhi range v = 0,3 – 0,6 m/s)

3. **Zona Settling**

   Ruang pengendap

   a. Kriteria Perencanaan

   - Waktu pengendapan (td) = 1,5 – 2,5 jam (Metcalf and Eddy hal 398)
   - Kemiringan bak = 1-2 %
   - Kedalaman ruang pengendapan (H) = 1-3 jam
   - NRE = < 2000 untuk aliran laminer
   - NFR = > 10-5 untuk mencegah aliran short circuiting

     (SNI 6774 – 2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air)
   - $v\ horisontal$ = (vh < vS) (Kecepatan horizontal harus < kecepatan penggerusan agar partikel yang terendapkan tidak mengalami resuspensi)
   - Kontrol pengerusan (scouring)

     $\beta = 0{,}02 - 0{,}12$

     α = 0,03 m

     (Sumber : Huisman, L., 1977. Sedimentation and Flotation Mechanical Filtration. Delft University of Technology. Delft. hal 57)
   - Ketetapan (Sg) = 2,65 (Tri Joko 2003, Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum)
   - Detensi air (ρw) = 1000 kg/m^3

- Detensi sludge (ρs) = 2650 kg m^3
- viskositas absolut suhu 26 C (μ) = 0,8746 x 10-3 m/detik
- viskositas kinematik suhu 26 C (v) = 8,746 x 10-6 m/detik (Reynold, 762)

b. Data Perencanaan

- Debit = 0,1 m^3/detik
- Jumlah bak prasedimentasi = 1 buah
- Suhu = 26 C
- Kemiringan dasar bak = 1%
- Tinggi bak prasedimentasi (h) = 3 m
- Bak prasedimentasi berbentuk persegi panjang
- Lebar / Panjang = >1/5
- Good performance, n = 1/3

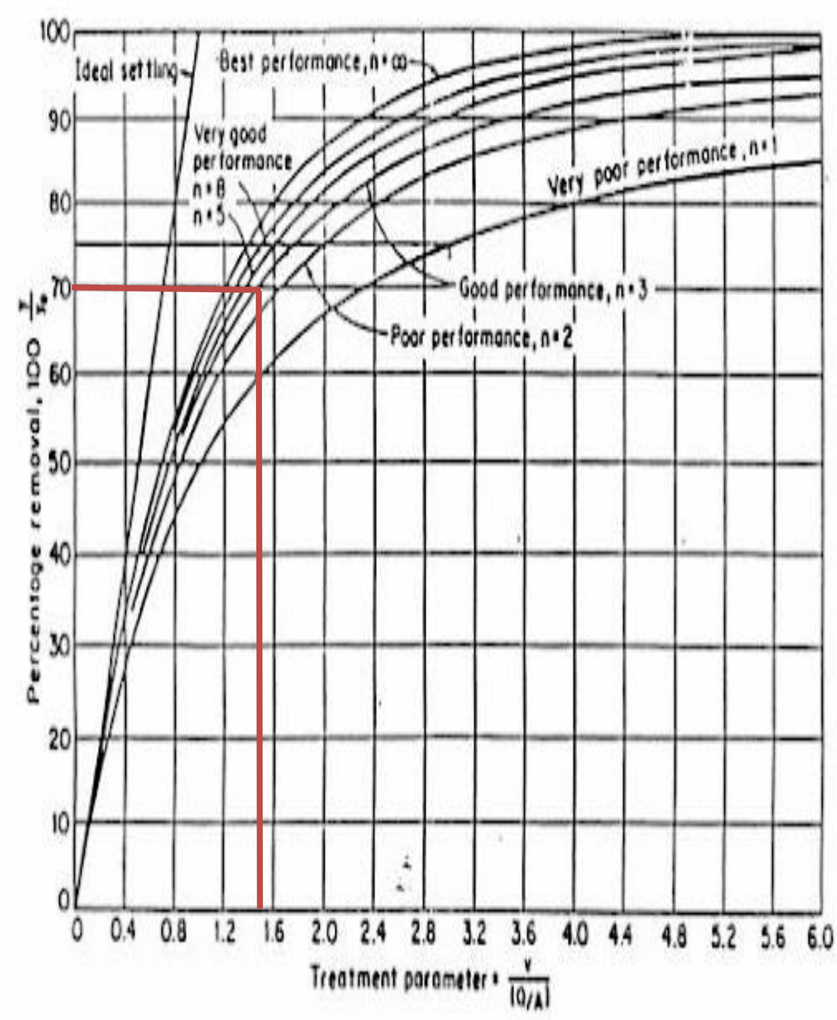
  (fig.25-6 halaman 25-14, Water and Wastewater Engineering, Fair G.M, Geyer J.C dan Okun D.A, volume 2)
- Persentase removal = 70%
- t/td = Vo/(Q/A)
- Diameter partikel = 2,5 x 10-3 cm = 2,5 x 10-5 m

c. Perhitungan

- Debit bak prasedimentasi

  $Q = \frac{Q}{\Sigma\ prasedimentasi} = \frac{0{,}1\ m3/detik}{1} = 0{,}1\ m^3/detik$
- Kecepatan pengendapan

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



Gambar 4. 2 Grafik Kecepatan Pengendapan Partikel

Sumber : Perencanaan

Berdasarkan dari grafik tersebut, diperoleh:

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

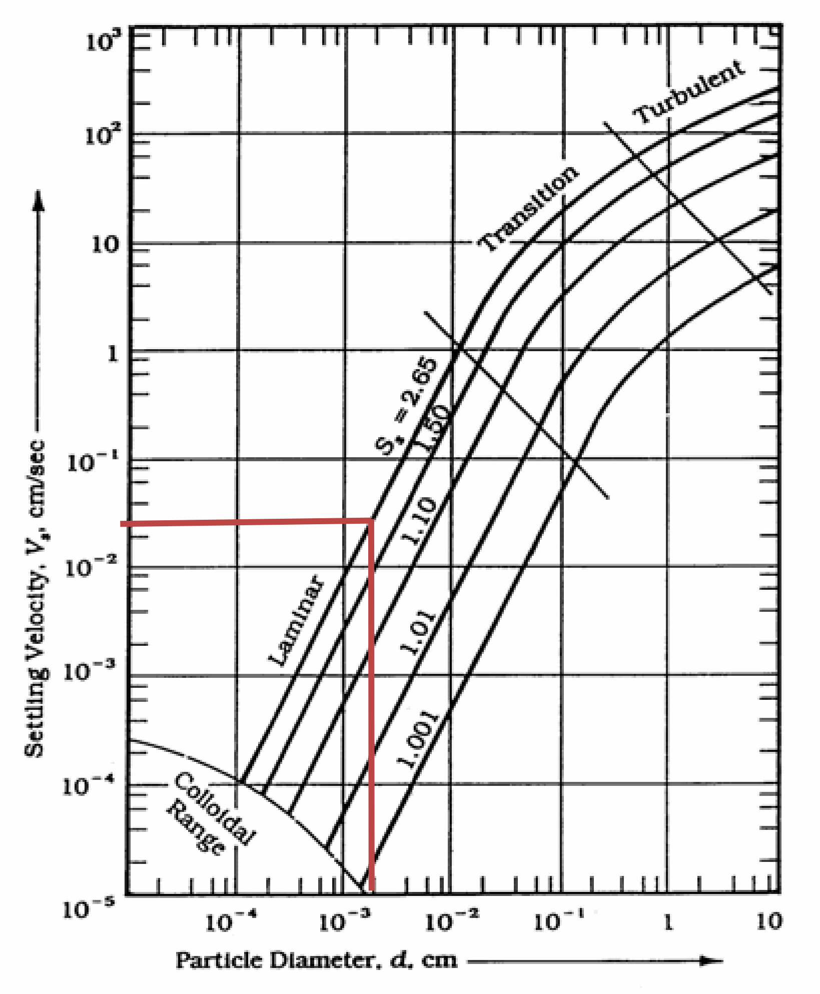
- Kecepatan pengendapan (Vs)

Diketahui bahwa :

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

Dan ukuran diameter partikel = 2,5 x 10^{-3} cm = 2,5 x 10^{-5} m

Kemudian di plotkan ke grafik tersebut



Gambar 4. 3 Grafik Diameter Partikel

Sumber : Perencanaan

Dari hasil pengeplotan tersebut diperoleh kecepatan pengendapan (Vs) = 4 x 10^{-2} cm/s = 4 x 10^{-4} m/s

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

- Kecepatan partikel (Vo)

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

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

Dari kedua persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi :

1,5= $\frac{Vo}{Vs}$

Vo= $Vs\ x\ 1{,}5$

$= 4 \times 10^{-4}$ m/s x 1,5

=0,0006 m/s

- Luas zona pengendapan

  A = $\frac{Q\ x\ td}{Vo} = \frac{0{,}1\frac{m3}{s}x1{,}5}{0{,}0006\ \ m/s}$ = 250 m^2

- Dimensi

  Asumsi perbandingan B : L = 1:3

  A = B x L

  250 m^2 = B x 5B

  250 m^2 = $5B^2$

  B = 9m

  L = 3B

  = 3 x 9m

  = 27 m

  H = 3m

  Jadi dimensi bak pengendap = L x B x H

  = 27 m x 9m x 3m

- Waktu detensi (td)

  Td = $\frac{A\ x\ H}{Q} = \frac{250\ \ m2\ x3m3}{0{,}1\ m3/detik}$ = 7500detik= 2,08jam

- Kecepatan horizontal partikel

  Vh = $\frac{Q}{L\ X\ H} = \frac{0{,}1\ m3/detik}{27\ m\ x\ 3m}$ =1,23 x 10^{-3} m/detik

- Jari-jari hidrolis (R)

  R = $\frac{Luas\ keliling\ basah}{Keliling\ penampang\ basah} = \frac{B\ X\ H}{B+2H} = \frac{9\ X\ 3}{9+2(3)}$ = 1,8 m

- Check bilangan Reynold

  Nre = $\frac{Vh\ x\ R}{v} = \frac{1{,}23 \times 10-3\ \ \frac{m2}{detik}x\ 1{,}8\ m}{8{,}746\ x\ 10-6\ m/detik}$ = 253,14(memenuhi< 2000)

- Check bilangan Fround

  Nfr= $\frac{Vh^2}{g\ x\ R} = \frac{(1{,}23 \times 10-3\ \ \frac{m2}{detik})^2}{9{,}81\ x\ \ 1{,}61\ m}$ =9,6 x 10^{-6}

(tidak memenuhi> 10^{-5})

- Check kecepatan penggerusan (v scouring)

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

$= \sqrt{\frac{8\ x\ 0{,}05 x\ 9{,}81\ x\ (2650-1000) x\ 9{,}6\ \mathrm{x}\ 10-6}{0{,}03\ x\ 1000}}$

= 0,0045 m/s > Vh (tidak mengalami penggerusan)

- Kemiringan Bak (1%)

S = 1% x L

= 1% x 27 m

= 0,27 m/m

Resume:

- Diameter partikel = 2,5 x 10^{-3} cm = 2,5 x 10^{-5} m
- Kecepatan pengendapan partakel (Vs) = 4 x 10^{-2} cm/s = 4 x 10^{-4} m/s
- Kecepatan partikel (Vo) = 0,0006 m/s
- Luas Zona pengendapan = 250 m2
- Panjang Bak = 27 m
- Lebar Bak = 9 m
- Tinggi Bak = 3 m
- Waktu detensi = 2,08 jam (memenuhi 1,5-3 jam)
- Kecepatan horizontal (Vh) =1,23 x 10^{-3} m/detik
- Jari-jari hidrolis = 1,8 m
- Bilangan reynold (Nre) = 253,14< 2000 (memenuhi) Bilangan Freud (Nfr) = 9,6 x 10^{-6} (> 10^{-5} (tidak memenuhi) maka menggunakan perforated baffle
- Kecepatan pengurasan (V scouring) = 0,0045 m/s > 1,2 x 10^{-3} m/s Vsc > Vh (tidak terjadi penggerusan)
- Kemiringan bak = 0, 27m

<u>Perforated Baffle</u>

a. Data Perencanaan

- Lebar Perforated Baffle = Lebar bak settling = 9 m
- Tinggi perforated baffle = Tinggi bak settling = 3 m
- Diameter (d) lubang = 0.1 m = 10 cm
- Kecepatan melalui lubang (v) = 0,4 m/s
- Perforated baffle diletakkan 1 m di depan inlet
- Koefisien kontraksi (c) = 0,5

b. Perhitungan

- Luas tiap lubang (A1)

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

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

  = 0,008 m^2
- Luas perforated baffle

  A = B x H

  = 9 x 3 = 27 m^2
- Luas lubang total (A2)

  A2= $\frac{Q}{C\ Xv}$

  = $\frac{0{,}1}{0{,}5\ X 0{,}4}$

  =0,5 m^2
- Jumlah lubang (n)

  n= $\frac{A2}{A1}$= $\frac{0{,}5\ m2}{0{,}008\ m2}$=63 lubang

  Direncanakan ada 3 baris dan tiap baris ada 21 lubang. Maka total lubang berjumlah 63 buah
- Jarak horizontal

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

  =$\frac{9-(21\ x\ 0{,}1)}{21+1}$

  =0,3 m
- Jarak vertical

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

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

=0,178 m

=0,67 m

- Jari-jari hidrolis (R)

  R = $\frac{A}{P}$=$\frac{1}{4}\,x\ d$= $\frac{1}{4}\,x$ 0,1= 0,025m

- Headloss melalui perforated baffle

  Hf = $\frac{V^2}{2g}$= $\frac{0,4^2}{2x\ 9,81}$= 0,00815m

Resume:

- Lebar Perforated Baffle = Lebar bak settling = 9 m
- Tinggi perforated baffle = Tinggi bak settling = 3 m
- Diameter (d) lubang = 0.1 m = 10 cm
- Kecepatan melalui lubang (v) = 0,4 m/s
- Luas tiap lubang (A1)= 0,008 m^2
- Luas perforated baffle = 21 m2
- Luas lubang total (A2)=0,5 m^2
- Jumlah lubang (n)=63 lubang

  Direncanakan ada 3 baris dan tiap baris ada 21 lubang. Maka total lubang berjumlah 63 buah
- Jarak horizontal=0,3 m
- Jarak vertical =0,4 m
- Jari-jari hidrolis (R)= 0,025m
- Headloss melalui perforated baffle = 0,00815m

4. Zona Outlet

a. Kriteria Perencanaan

- Zona outlet bak prasedimentasi ini berupa weir bergerigi (v-notch)
- Bentuk gutter = persegi panjang

- Weir loading (m3/m.hari) = 350 m3/m2.hari = 4 x 10-3 m3/m2.dtk
- Cd (koefisien drag)= 0,6

b. Data Perencanaan

- Q unit prasedimentasi = 0,1 m3/s
- Jumlah unit outlet = 1 buah
- Lebar gutter = 0,5 m
- 1 gutter = 2 pelimpah
- Lebar V notch = 0,1 m
- Jarak antar V notch = 0,3 m
- Sudut V notch = 60 derajat
- Panjang pelimpah = lebar zona setling = 7 m

c. Perhitungan

<u>Gutter dan Weir</u>

- Q unit outlet = $\frac{Q}{jumlah\ gutter} = \frac{0,1\ m3/detik}{4}$ = 0,025 m^3/detik
- Panjang total weir (Pw)= $\frac{Q\ bak}{WRL} = \frac{0,025 m3/detik}{4x\ 10-3\ m3/m2.dtk}$ = 6,25 m
- Panjang tiap pelimpah(P) = $\frac{Pw}{jumlah\ pelimpah}$

  = $\frac{6,25m}{2\ buah}$ = 3,125 m
- Debit tiap pelimpah (Q)= $\frac{Q}{n} = \frac{0,1\ m3/detik}{8}$ = 0,0125 m^3/detik
- Luas saluran setiap pelimpah (A) = $\frac{Q/jumlahweir}{v}$

  = $\frac{\frac{0,0125\ m3/detik}{1\ buah}}{0,5}$ = 0,025 m^2
- Tinggi (h) dan lebar (B) pelimpah

  Direncanakan h : B = 1 : 2 maka :

  A = h x B

  0,025 m2 = h x2h

  0,025 m2 = 2h^2

  h = 0,1 m

  B = 2 x 0,1 m = 0,2m

- Ketinggian air pada gutter (h air)

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

  $$= \left(\frac{0{,}025\ m3/detik}{1{,}38\ x\ 0{,}2}\right)^{2/3}$$

  =0,20 m

- Ketinggian freeboard (h fb)

  H fb = h air x 30%

  = 0,20 m x 30%

  = 0,06 m

- Tinggi gutter (h gutter)

  H gutter = h air + h fb

  = 0,20 m + 0,06 m = 0,26 m

- Lebar saluran gutter

  Direncanakan lebar saluran gutter = 2 x h gutter maka,

  = 2 x 0,26 = 0,5 m

- Jari-jari hidrolis gutter

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

  $$= \frac{0{,}20\ x 0{,}5}{(2\ x 0{,}20) x\ 0{,}5}$$

  = 0,5 m

- Luas basah gutter (A gutter)

  = lebar gutter x h air

  = 0,78 x 0,20

  =0,156 m^2

- Slope gutter

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

  $$= \left(\frac{0{,}1\ x\ 0{,}013}{0{,}156\ x\ (0{,}5)^{2/3}}\right)^2$$

  =1,75 x 10^{-4} m/m

- Headloss pada gutter

= P gutter x S gutter

= 3 m x 1,75 x 10^{-4} m/m

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

V- Notch

- Jumlah V notch

  Dimana tiap panjang weir = 3 m maka jumlah v notch

  $=\frac{panjang\ weir}{jarak\ vnotch+lebar\ v\ notch}$

  $=\frac{3}{0,3+0,1}$

  = 7,5 buah

- Debit mengalir tiap v notch

  $=\frac{Q}{jumlah\ v\ notch}$

  $=\frac{0,0125\ m3/detik}{7,5\ buah}$

  =0,0016 m3/detik

- Tinggi peluapan melalui V notch (H)

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

  0,0125 m^3/detik $= \frac{8}{15}(0,6)\sqrt{2\ x\ 9,81}\ x\ tan\ \frac{45}{2}\ x\ H^{5/2}$

  H = 0,1 m

Saluran Pengumpul

a. Data Perencanaan

   - Q saluran = 0,1 m3/s
   - Kecepatan = 0,5 m/s
   - lebar saluran = lebar settling = 9 m
   - tinggi saluran = 3m
   - Waktu detensi = 60 detik

b. Perhitungan

   - Volume saluran = Q x td = 0,1 m3/detik x 60 detik= 6 m^3
   - Luas saluran (A)= $\frac{V}{B}$= $\frac{6\ m3}{9m}$=0,66 m^2
   - Dimensi saluran pengumpul

Direncanakan L : H = 2 : 1 maka :

A = L x H

0,66 m2 = 2H xH

0,66m2 = $2H^2$

H = 0,6 m

L = 2 x 0,6m = 1,2 m

H total = H + Freeboard

= 1,2m + 0, 24 = 1,44m

- Jari-jari hidrolis (R)

  $R = \frac{Luas\ keliling\ basah}{keliling\ penampang\ basah} = \frac{B\ X\ H}{B+2H} = \frac{9\ X\ 1,44}{9+2(1,44)} = 1,1$ m

- Slope saluran (S)

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

  $= \left(\frac{0,5\ x\ 0,013}{1,1^{2/3}}\right)^2$

  $= 3,7 \times 10^{-5}$ m/m

- Headloss saluran pembawa (Hf)

  Hf = s x l

  $= 3,7 \times 10^{-5}$ m/m x 1,2 m

  =0,00004m

Saluran Pipa Outlet

a. Kriteria perencanaan
   - Kecepatan aliran pipa (v) = 0,6 – 1,5 m/s (Al layla,1978 hal 67)

b. Data perencanaan
   - Q masuk = 0,1 m3/s
   - Kecepatan pipa (v) = 1 m/s

c. perhitungan
   - Diameter pipa

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

$= \left(\frac{0,1 m3detik\ x\ 4}{1\ x\ 3,14}\right)^{1/2}$

= 0,36 m

- V check

  V $=\frac{Q}{A}=\frac{4x\ 0,1\ m3/s}{3,14\ x\ (0,36\ m)^{\ 2}}$= 0,98m/detik

Resume:

Gutter dan Weir

- Q unit outlet = 0,025 m^3/detik
- Panjang total weir (Pw) = 6,25 m
- Panjang tiap pelimpah(P) = 3,125 m
- Debit tiap pelimpah (Q)= 0,0125 m^3/detik
- Luas saluran setiap pelimpah (A) = 0,025 m^2
- Tinggi (h) dan lebar (B) pelimpah

  Direncanakan h : B = 1 : 2 maka :

  h = 0,1 m

  B = 2 x 0,1 m = 0,2m
- Ketinggian air pada gutter (h air)=0,20 m
- Ketinggian freeboard (h fb)= 0,06 m
- Tinggi gutter (h gutter)= 0,26 m
- Lebar saluran gutter= 0,5 m
- Jari-jari hidrolis gutter= 0,5 m
- Luas basah gutter (A gutter)=0,156 m^2
- Slope gutter=1,75 x 10^{-4} m/m
- Headloss pada gutter= 5,2 x 10^{-4}m

V- Notch

- Jumlah V notch= 7,5 buah
- Debit mengalir tiap v notch =0,0016 m3/detik
- Tinggi peluapan melalui V notch (H) = 0,1 m

Saluran Pengumpul

- Volume saluran = 6 m^3
- Luas saluran (A)=0,66 m^2
- Dimensi saluran pengumpul

  Direncanakan L : H = 2 : 1 maka :

  H = 0,6 m

  L = 1,2 m

  H total = 1,44m
- Jari-jari hidrolis (R) =1,1 m
- Slope saluran (S)= 3,7 x 10^{-5} m/m
- Headloss saluran pembawa (Hf) =0,00004m

Saluran Pipa Outlet

- Diameter pipa= 0,36 m
- V check = 0,98m/detik (memenuhi 0,6 – 1,5 m/s)

5.3. Unit Koagulasi

1. Bak Pembubuh Koagulan

a. Kriteria Perencanaan

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

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

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

(*Reynolds, Tom D. dan Richards c. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition*, hal 184)

- Reynold number (NRE) = >10.000

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

b. Data Perencanaan

- Debit air baku (Q) = 0,1 m^3/s
- Koagulan yang digunakan PAC
- Jumlah bak pembubuh koagulan 1 buah
- Konsentrasi PAC 30% di pasaran
- Tinggi bak koagulan = 1,5 m
- Dosis optimum PAC = 30 mg/L (asumsi)
- Periode pelarutan = 24 jam (1 hari)
- Kedalaman tangki (HT) = 1,25 D/W m
- ρ air untuk suhu 29°C = 0,99597 gr/cm3

  = 995,97 kg/m3
- Viskositas absolut (µ) untuk suhu 29°C = 0,8181. 10-2 gr/cm. Dtk

  = 0,8181. 10-3 kg/m. dtk

  (*Reynold Appendix C* Hal.762)
- Freeboard = 20% kedalaman
- Gradien kecepatan (G) = 900/detik
- Jenis impeller (Di) = Flat Paddles, 2 Blades; Di/Wi = 4
- Konstanta pengaduk untuk aliran turbulen (KT 2) Flat Paddles, 2 Blades (single paddle) = 2,25 (Reynold)
- Lebar paddle (Wi) = 1/4 Di
- Kecepatan putaran paddle (n) = 150 rpm = 2,5 rps
- Kecepatan pipa outlet (v) = 1,5 m/s
- Koefisien kekasaran pipa (A) = 130

c. Perhitungan

- Kebutuhan PAC

Keb. PAC murni = Dosis optimum PAC x Q

= 30 mg/L x 1000 L/m^3 x 0,1 m^3/s

= 3000 mg/s

= 259,2 kg/hari

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

= $\frac{100\%}{30\%}$ x 259,2 kg/hari

= 864 kg/hari

Volume PAC

= $\frac{Keb.PAC}{\rho}$

= $\frac{864\ kg/hari}{1{,}23\ kg/L}$

= 702,44 L/hari

= 0,702 m^3/hari

- 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 0,702 m^3/hari

= 2,106 m^3/hari

- Volume kebutuhan total

Volume total = Volume PAC + Volume air

= 0,702 m^3/hari + 2,106 m^3/hari

= 2,808 m^3/hari

- Dimensi bak pembubuh

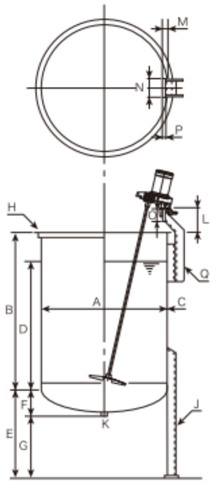
Volume = $\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2\ x\ h$

2,808 m^3/hari = $\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ D^2\ x\ 1{,}5\ m$

2,385 m^3/hari = D^2

D = 1,5 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.

Gambar 4. 4 Bak Koagulan

Sumber : Katalog Satake Portable Mixer

- Merk : Satake Mixer Tanks
- Tipe/Model : ZT Series/ZTF-2500
- Kedalaman Tangki : 1550+ 370
  : 1920 mm
  : 1,92 m
- Diameter : 1500 mm = 1,5 m

- Kapasitas : 2500 L
- Kapasitas Max : 3073L
- Kedalaman air :

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

  2,808 m^3 : ¼ x 3,14 x $1,5^2$ x h air

  H air : 1,59 m

- Suplai tenaga ke air

  P = G^2 x μ x V

  = $(900/s)^2$ x 0,8181 x 10^{-3} N.s/m^2 x 2,808 m^3/hari

  = 1860,75 N.m/s

  = 1860,75 watt

- Diameter impeller

  Di $= \left(\frac{P}{K_T\ x\ n^3\ x\ \rho}\right)^{1/5}$

  $= \left(\frac{1860,75\ N.m/s}{2,25\ x\ (2,5\ rps)^3\ x\ 995,97\ kg/m^3}\right)^{1/5}$

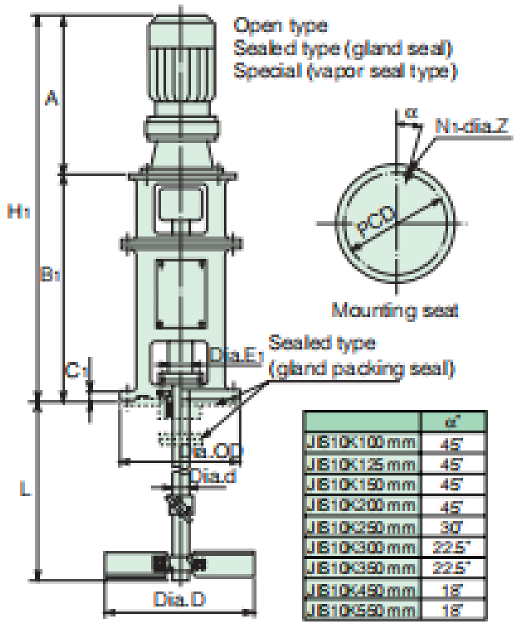
  = 0,7 m

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

  Wi $= \frac{1}{4}$ x 0,7 m

  = 0,18 m

External Dimensions



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			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
		4145	1/87	17	21			1600								267
C2T□-2.2	2.2	4105	1/11	136	164	1500	32	550	150 mm	280	240	23	4	15000	7500	63
			1/17	88	106			700								123
		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
			1/11	136	164			650								306

Gambar 4. 5 Pengaduk Bak Koagulan

Sumber : Catalog Tacmina Agrigator

Merk	: Tacmina
Model	: C2T-2,2
Power	: 2,2 kw
Diameter	: 700 mm
	: 0,7 m
Panjang poros pengadukan (L)	: 1500 mm
	: 1,5 m

- Cek nilai bilangan Reynold (N_{RE})

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

  $= \frac{(0,7 \ m)^2 \ x \ 2,5 \ rps \ x \ 995,97 \ kg/m^3}{0,8181 \ x \ 10^{-3} \ N.s/kg/m^2}$

  = 1.491.337,6(Memenuhi N_{RE} > 10.000)

- Cek nilai bilangan Freud (N_{FE})

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

  $= \frac{0,7 \ x \ 2,5^2}{9,81}$

  = 0,4 (Memenuhi > 10^{-5})

- Debit bak pembubuh

  Q koagulan $= \frac{Volume \ tangki}{Td \ pembubuhan} = \frac{2,808 \text{ m3}}{1 \ hari}$

  = 2,808 m^3/hari=3,25 x $10^{-5} m^3/s$

- Diameter pipa outlet

  A $= \frac{Q}{V} = \frac{3,25 \text{ x } 10-5\text{m3/s}}{1,5 \ m/s}$ = 2,17 x 10^{-5} m^2

  = 3,25 x $10^{-5} m^3/s$

  D $= \sqrt{\frac{4 \ x \ A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \ x \ 2,17 \text{ x } 10-5 \ m^2}{3,14}}$= 5,25 x 10^{-3} m = 0,21 inch

Pompa injeksi dari unit koagulan menuju koagulasi

- Q total bak koagulan = 2,808 m^3/hari
- Kecepatan total = 1,5 m/s

- Luas penampang inlet (A) $= \left(\frac{Q}{V}\right) = \left(\frac{3{,}25 \text{ x } 10^{-5} \text{m3/s}}{1{,}5 \text{ m/s}}\right)$

$= 2{,}16 \text{ x } 10^{-5} \text{ m}^2$

- Diameter inlet $= \left(\frac{4x\ 2{,}16 \text{ x } 10^{-5}}{3{,}14}\right)^{0{,}5}$

= 0,005 m

= 0,5 cm

Headloss pompa

- H statis = 3 m
- L pipa Discharge = 3 m
- L suction = 1 m

Headloss Mayor

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

$= \left(\frac{3{,}25 \text{ x } 10^{-5}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}005^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ 3$

=1,02 x 3

= 3,06 m

- Hf suction $= \left(\frac{3{,}25 \text{ x } 10^{-5}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}005^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ L$

$= \left(\frac{3{,}25 \text{ x } 10^{-5}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}005^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ 1$

=1,02 x 1

=1,02 m

- Hf statis $= \left(\frac{3{,}25 \text{ x } 10^{-5}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}005^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ L$

$= \left(\frac{3{,}25 \text{ x } 10^{-5}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}005^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ 3$

=1,02 x 3

= 3,06 m

- Hf Mayor Total = Hf Discharge + Hf suction + Hf Statis

= 3,06m + 1,02m + 3,06m

=7,14 m

Headloss Minor

Head loss minor $= \left(k \frac{v^2}{2 \text{ x g}}\right)$

- Head Velocity $= \left(\frac{1{,}5^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  $= 0{,}114\ m$
- 1 HF Foot Valve $= \left(k \frac{1{,}5^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  $= \left(2{,}3 \frac{1{,}5^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  $= 0{,}26$ m
- 1 HF Minor Belokan $= \left(1\ x\ 0{,}9 \frac{1{,}5^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  = 0,103m
- 1 HF Minor Check Valve $=\left(2{,}5 \frac{1{,}5^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  = 0,285 m
- HF Minor Total

  = Head Velocity +HF Foot Valve + HF Minor Belokan + HF Minor Check Valve

  $= 0{,}114\ m$ + 0,26 m+ 0,103m+ 0,285 m

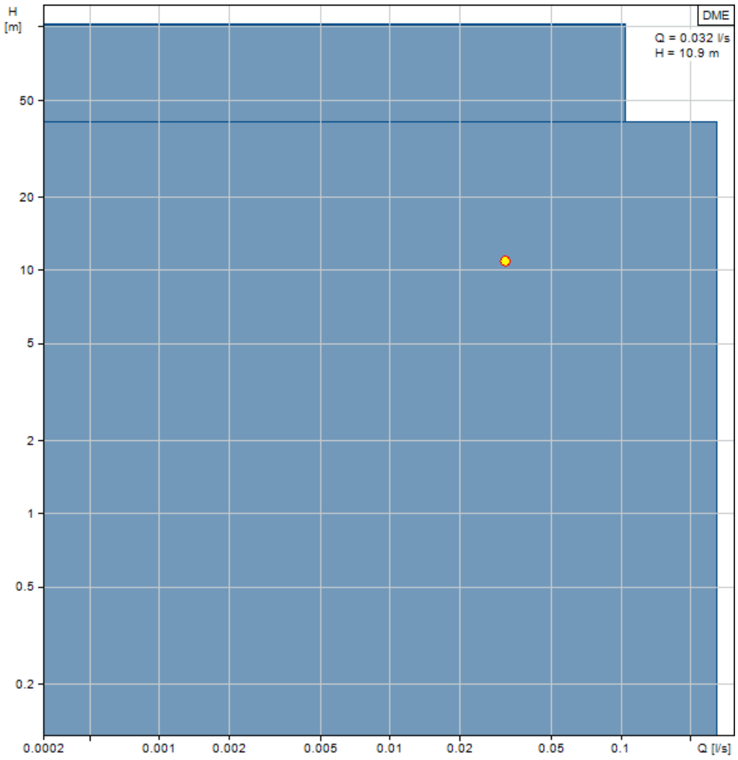
  = 0,762 m
- HF Total = Hs + Hf mayor total + Hf minor total

  = 3 m + 7,14 m+ 0,762 m

  =10,902m

Dengan perhitungan sebelumnya, maka ditemukan spesifikasi pompa yaitu dengan debit 3,25 x $10^{-5} m^3/s$ dan head sebesar 10,902 m. sehingga diameter inlet bak koagulan yaitu 0,5m

Berikut merupakan grafik yang didapatkan dari spesifikasi pompa diatas



Product name	DME 375-10 AP
Product No	95905497
EAN number	5700837550277
Price	

Technical	
Max stroke rate	160 1/min
Max. capacity	0.104 l/s
Approvals on nameplate	CE, EAC, NSF61, WEEE, CN ROHS
Anti-cavitation	function integrated
Venting valve	integrated in pump housing
Valve	Standard

Materials	
Pump housing	Polypropylene
Valve ball	Glass
Gasket	EPDM

Installation	
Pump inlet	THREADED RP 1 1/4"
Pump outlet	THREADED RP 1 1/4"

Liquid	
Pumped liquid	Water
Selected liquid temperature	20 °C
Density	998.2 kg/m³

Electrical data	
Power input - P1	240 W
Mains frequency	50 / 60 Hz
Rated voltage	1 x 100-240 V
Rated current	2.4-1 A
Type of cable plug	Australia

Controls	
Control variant	AP
Control panel	front
Level control	input for dual-level sensor or external start/stop integrated
Pulse control	input for pulse control integrated
Batch (puls)	puls-based batch function integrated
4-20 mA control	input for analog 4-20 mA control integrated
Capacity limit	max. capacity limitation function integrated
Batch (timer)	timer-based batch function integrated
Other in/output	PROFIBUS

Others	
Net weight	21 kg
Gross weight	24.1 kg

GRUNDFOS

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 26/10/2021

Qty.	Description
1	**DME 375-10 AP**

Note! Product picture may differ from actual product

Product No.: 95905497

Compact, positive displacement diaphragm dosing pump with integrated variable-speed motor drive in an IP65 plastic enclosure.

The pump is designed for optimum user-friendliness, accuracy and reliability and is equipped with a logical control panel with one-touch buttons and a multi-language backlight display.

The capacity to be dosed in each function is set directly in l/hour, ml/hour or USgal/hour.

For enhanced accuracy, the pump can be calibrated to the actual installation by means of a simple calibration function.

The turndown ratio is 1 to 800 with unchanged accuracy and more uniform dosage with reduced pulsation throughout the capacity range.

The pump is also equipped with a maximum capacity function (100 %) that allows the pump to work for a preset time at maximum capacity for priming or ordinary maintenance without changing pump settings.

The wetted parts are the following:
·Pump head
·PTFE-coated diaphragm
·Ball valves
·Manual bleed valve.

Possible operating modes:
·Manual dosing with direct setting in ml/hour, l/hour or USgal/hour
·External pulse control from external controller or water meter with direct setting in ml/pulse
·External analog 4-20, 20-4, 0-20 and 20-0 mA control with possibility of adjusting the pump capacity at maximum signal
·Timer-based batch function (internal timer)
·Pulse-based batch function (external pulse).

Other features:
·Built-in module for bus communication with PROFIBUS DP systems. The module enables remote monitoring and setting via this fieldbus system.
·On-site calibration function for calibrating the pump to the actual installation
·Anti-cavitation function for high-viscosity, degassing liquids or long suction lines
·Maximum capacity limitation
·Counters for numbers of pump strokes, operation hours and power on/off
·14 optional display languages
·Input for low-level and empty-tank signals
·Alarm relay output
·Overload protection.

Controls:

Control variant:	AP
Level control:	input for dual-level sensor or external start/stop integrated

Liquid:

GRUNDFOS

Company name:	
Created by:	
Phone:	
Date:	26/10/2021

Qty.	Description	
	Pumped liquid:	Water
	Selected liquid temperature:	20 °C
	Density:	998.2 kg/m³
	Technical:	
	Approvals on nameplate:	CE, EAC, NSF61, WEEE, CN ROHS
	Materials:	
	Pump housing:	Polypropylene
	Valve ball:	Glass
	Gasket:	EPDM
	Installation:	
	Pump inlet:	THREADED RP 1 1/4"
	Pump outlet:	THREADED RP 1 1/4"
	Electrical data:	
	Power input - P1:	240 W
	Mains frequency:	50 / 60 Hz
	Rated voltage:	1 x 100-240 V
	Rated current:	2.4-1 A
	Type of cable plug:	Australia

Printed from Grundfos Product Centre [2021.30.004] 2/2

Gambar 4. 6 Pompa Bak Koagulan Menuju Bak Koagulasi

Sumber: Katalog Grundfoss

<u>Resume</u>

- Debit = 0,1 m^3/s
- Jumlah Bak = setiap bak koagulasi mempunyai 1 bak pembubuh
- Kecepatan aliran = 1,5 m/s
- Jenis impeller (Di) = Flat Paddles, 2 Blades; Di/Wi = 4
- Dosis PAC = 0,702 m3/hari
- Volume bak = 2,808 m^3/hari
- Kecepatan putaran paddle (n) = 150 rpm = 2,5 rps
- Debit koagulan yang dibutuhkan = 2,808 m^3/hari=3,25 x 10-5m^3/s
- Diameter bak pembubuh = 1,5 m
- Kedalaman Tangki Pembubuh
  H total = 1,92 m
  H air = 1,59 m
- Diameter Impeller (Di) = 0,7 m
- Lebar paddle (Wi) = 0.18 m
- Diameter pipa outlet = 0,005 m
- Maka digunakan dosing pump merk grundfoss tipe DME 357-10 AP

2. Bak koagulasi

a. Kriteria Perencanaan

- Waktu tinggal di dalam bak (td) = 20 – 60 detik
- Gradien kecepatan (G) = 700 – 1000 / detik

  (*Reynolds, Tom D. & Paul A. Richards, (1996), Unit Operations and Process in Environmental Engineering Second Edition Tabel 8.1 Hal.184*)

b. Data Perencanaan

- Q = Q air baku + Q kebutuhan pembubuhan
  = 0,1 m^3/s + 3,25 x $10^{-5} m^3/s$

$= 0{,}1000325\ m^3/s$

- Td = 30 detik
- Gradien kecepatan (G) = 800 / detik
- Direncanakan 1 bak koagulasi
- Tinggi bak koagulasi =2 m dengan freeboard 20%
- Bilangan Reynold (Nre) = > 10.000
- ρ air untuk suhu 29°C = 0,99597 gr/cm^3 = 995,97 kg/m^3
- Viskositas absolut (µ) untuk suhu 29°C = 0,8181. 10^{-2} gr/cm. Dtk

  = 0,8181. 10^{-3} kg/m. dtk

  (*Reynold Appendix C* Hal.762)
- Viskositas kinematik (υ) untuk suhu 29°C = 0,8214 m^2/detik (*Reynold Appendix C* Hal.762)
- Kecepatan pengadukan (n) turbin = 60 rpm = 1 rps

  (*Reynolds, Tom D. dan Richards c. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition*, hal 185)

  Tipe impeller = Propeller , Pitch of 2 , 3 blade (KT = 1)

  (*Reynolds, Tom D. & Paul A. Richards, (1996), Unit Operations and Process in Environmental Engineering Second Edition Table 8.2 Hal 188*)

c. Perhitungan

- Volume bak (V_{bak})

  $V_{bak} = Q_{bak}$ x td

  $= 0{,}1000325\ m^3/s \times 30\ detik = 3\ m^3$
- Debit bak $= \frac{Q\ kapasitas\ produksi}{\sum bak} = \frac{0{,}1000325\ m^3/s}{1\ buah} = 0{,}1\ m^3/s$

Pompa injeksi dari unit prasedimentasi menuju koagulasi

- Q = 100L/det
- V total = 3000 L

- Kecepatan total = 0,98 m/s
- Luas penampang inlet (A) = $\left(\frac{Q}{V}\right) = \left(\frac{0{,}1 m3/s}{0{,}98\ m/s}\right)$

  = 0,1 m^2
- Diameter inlet = $\left(\frac{4x\ 0{,}1}{3{,}14}\right)^{0{,}5}$

  = 0,36 m

Headloss pompa

- H statis = 2,35 m
- L pipa Discharge = 4
- H suction = 1 m

Headloss Mayor

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

  = $\left(\frac{0{,}1\ m^3/s}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}36^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ 4$

  =5,31 x 10^{-4} x 4

  = 0,00212m
- Hf suction = $\left(\frac{Q}{0{,}2785 \text{ x C x } D^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ L$

  = $\left(\frac{0{,}1\ m^3/s}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}36^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ 1$

  =5,31 x 10^{-4} x 1

  = 0,000531m
- Hf statis = $\left(\frac{Q}{0{,}2785 \text{ x C x } D^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ L$

  = $\left(\frac{0{,}1\ m^3/s}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}36^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ 2{,}35$

  =5,31 x 10^{-3} x 2,35

  = 0,00124m
- Hf Mayor Total = Hf Discharge + Hf suction + Hf Statis

  = 0,00212m + 0,000531m + 0,00124m

  = 0,003891 m

Headloss Minor

Head loss minor = $\left(k\,\frac{v^2}{2\ x\ g}\right)$

- Head Velocity = $\left(\frac{0{,}5^2}{2\ x\ 9{,}81}\right)$

  = $0{,}013\ m$

- 1 HF Foot Valve = $\left(k\,\frac{0{,}5^2}{2\ x\ 9{,}81}\right)$

  = $\left(2{,}3\,\frac{0{,}5^2}{2\ x\ 9{,}81}\right)$

  = $0{,}03$ m

- 3 HF Minor Belokan = $\left(3\ x\ 0{,}9\,\frac{0{,}5^2}{2\ x\ 9{,}81}\right)$

  = $0{,}0351$m

- 1 HF Minor Check Valve =$\left(2{,}5\,\frac{0{,}5^2}{2\ x\ 9{,}81}\right)$

  = 0,0325 m

- HF Minor Total

  = Head Velocity +HF Foot Valve + HF Minor Belokan + HF Minor Check Valve

  = 0,013 + 0,03 + 0,0351 + 0,0325

  = 0,1106 m

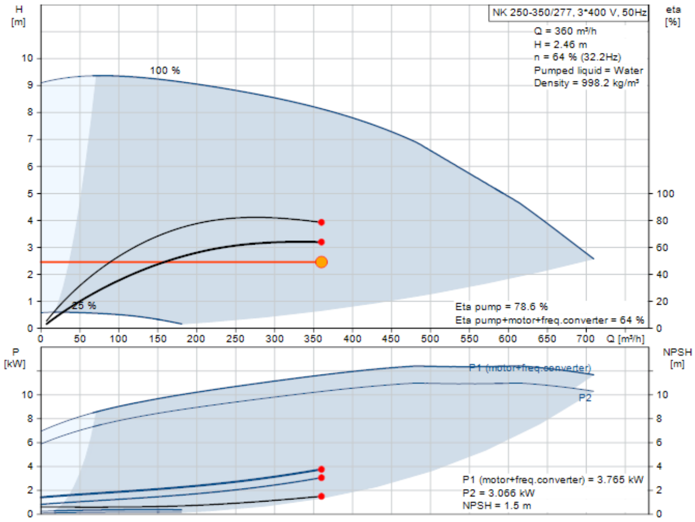
- HF Total = Hs + Hf mayor total + Hf minor total

  = 2,35 m + 0,003891 m + 0,1106 m

  =2,46 m

Dengan perhitungan sebelumnya, maka ditemukan spesifikasi pompa yaitu dengan debit 100 l/s dan head sebesar 2,46 m. sehingga diameter inlet koagulaasi yaitu 0,37m

Berikut merupakan grafik yang didapatkan dari spesifikasi pompa diatas



Product name	NK 250-350/277 AA2F1AESBAQENW5
Product No	98318776
EAN number	5711492951637
Price	EUR 30272.52

Technical	
Pump speed on which pump data are based	975 rpm
Actual calculated flow	360 m³/h
Pump with motor (Yes/No)	Y
Resulting head of the pump	2 m
Actual impeller diameter	277 mm
Nominal impeller diameter	350
Shaft diameter	48 mm
Code for shaft seal	BAQE
Mechanical seal type	Single
Curve tolerance	ISO9906:2012 3B
Pump version	A2
Bearing design	Standard

Materials	
Pump housing	Cast iron

	EN-GJL-250
	ASTM class 35
Wear ring	Brass
Impeller	Cast iron
	EN-GJL-200
	ASTM class 30
Shaft	Stainless steel
	EN 1.4301
	AISI 304
Internal pump house coating	CED
Material code	A
Code for rubber	E

Installation	
t max amb	55 °C
Maximum operating pressure	10 bar
Pipe connection standard	EN 1092-2
Type of inlet connection	DIN
Type of outlet connection	DIN
Size of inlet connection	DN 300
Size of outlet connection	DN 250
Pressure rating for connection	PN 10
Coupling type	Flexible w/spacer
Base frame design	EN/ISO
Grouting (Yes/No)	N
Connect code	F

Liquid	
Pumped liquid	Water
Liquid temperature range	0 .. 120 °C

Density	998.2 kg/m³
Electrical data	
Motor type	SIEMENS
IE Efficiency class	IE3
Rated power - P2	11 kW
Mains frequency	50 Hz
Rated voltage	3 x 380-420D/660-725Y V
Rated current	22.0/12.7 A
Starting current	680-680 %
Cos phi - power factor	0.80
Rated speed	980 rpm
Efficiency	IE3 90,3%
Motor efficiency at full load	90.3-90.3 %
Motor efficiency at 3/4 load	90.7-90.7 %
Motor efficiency at 1/2 load	89.8-89.8 %
Number of poles	6
Enclosure class (IEC 34-5)	IP55
Insulation class (IEC 85)	F
Built-in motor protection	PTC
Motor No	98957460
Controls	
Frequency converter	NONE
Pressure sensor	N
Others	
Minimum efficiency index, MEI ≥	0.70
Net weight	988 kg
Gross weight	1080 kg

GRUNDFOS

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 03/10/2021

Qty.	Description
1	**NK 250-350/277 AA2F1AESBAQENW5**

Note! Product picture may differ from actual product

Product No.: 98318776

Non-self-priming, single-stage, centrifugal volute pump designed according to ISO 5199 with dimensions and rated performance according to EN 733. Flanges are PN 10 with dimensions according to EN 1092-2. The pump has an axial suction port, a radial discharge port and horizontal shaft. It is of the back pull-out design enabling removal of the coupling, bearing bracket and impeller without disturbing the motor, pump housing or pipework.

The unbalanced rubber bellows seal is according to DIN EN 12756.

The pump is fitted with a foot-mounted, fan-cooled asynchronous motor. Pump and motor are mounted on a common base frame.

Controls:
Frequency converter: NONE
Pressure sensor: N

Liquid:
Pumped liquid: Water
Liquid temperature range: 0 .. 120 °C
Density: 998.2 kg/m³

Technical:
Pump speed on which pump data are based: 975 rpm
Actual calculated flow: 360 m³/h
Pump with motor (Yes/No): Y
Resulting head of the pump: 2.46 m
Actual impeller diameter: 277 mm
Nominal impeller diameter: 350
Code for shaft seal: BAQE
Mechanical seal type: Single
Curve tolerance: ISO9906:2012 3B
Bearing design: Standard

Materials:
Pump housing: Cast iron
EN-GJL-250
ASTM class 35
Wear ring: Brass
Impeller: Cast iron
EN-GJL-200
ASTM class 30
Shaft: Stainless steel
EN 1.4301
AISI 304
Internal pump house coating: CED

Installation:
Maximum ambient temperature: 55 °C
Maximum operating pressure: 10 bar
Pipe connection standard: EN 1092-2
Type of inlet connection: DIN

GRUNDFOS	**Company name:**
	Created by:
	Phone:
	Date: 03/10/2021

Qty.	Description	
	Type of outlet connection:	DIN
	Size of inlet connection:	DN 300
	Size of outlet connection:	DN 250
	Pressure rating for connection:	PN 10
	Coupling type:	Flexible w/spacer
	Base frame design:	EN/ISO
	Grouting (Yes/No):	N
	Electrical data:	
	Motor type:	SIEMENS
	IE Efficiency class:	IE3
	Rated power - P2:	11 kW
	Mains frequency:	50 Hz
	Rated voltage:	3 x 380-420D/660-725Y V
	Rated current:	22.0/12.7 A
	Starting current:	680-680 %
	Cos phi - power factor:	0.80
	Rated speed:	980 rpm
	Efficiency:	IE3 90,3%
	Motor efficiency at full load:	90.3-90.3 %
	Motor efficiency at 3/4 load:	90.7-90.7 %
	Motor efficiency at 1/2 load:	89.8-89.8 %
	Number of poles:	6
	Enclosure class (IEC 34-5):	IP55
	Insulation class (IEC 85):	F
	Motor No:	98957460
	Others:	
	Minimum efficiency index, MEI ≥:	0.70
	Net weight:	988 kg
	Gross weight:	1080 kg
	Shipping volume:	2.53 m^3

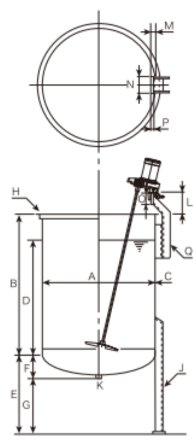
Printed from Grundfos Product Centre [2021.26.007] 2/2

Gambar 4. 7 Pompa Bak Prasedimentasi Menuju Bak Koagulasi

Sumber: Katalog Grundfoss

- V Total = Vair baku + V koagulan
  = 3 m^3 + 2,808 m^3
  = 5,808 m^3 = 5808 L
- Dimensi bak pembubuh
  Volume $= \frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2\ x\ h$
  5,808m^3/hari $= \frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ D^2\ x\ 2\ m$
  3,699 m^3/hari = D^2
  D = 1,9 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.

Gambar 4. 8 Bak Koagulasi

Sumber: Satake Mxer

- Merk : Satake Mixer Tanks
- Tipe/Model : ZT Series/ZTF-5000
- Kedalaman Tangki : 1850 + 500
  : 2350 mm
  : 2,35 m
- Diameter : 1900 mm = 1,9 m

- Kapasitas : 5000 L
- Kapasitas Max : 5924 L
- Kedalaman air :

  V : $\frac{1}{4}$ x π x D^2 x h air

  5,808 m^3 : $\frac{1}{4}$ x 3,14 x $1,9^2$ x h air

  H air : 2 m

(REYNOLD 1996 HAL 181)

Supply tenaga

P = G^2 x μ x V

=$(800/s)^2$ x 0,8181. 10^{-3} kg/m. dtk x 5,808 m^3

= 3040,97 N.m/s

= 3040,97 watt

(REYNOLD 1996 HAL 187)

Diameter *Impeller*

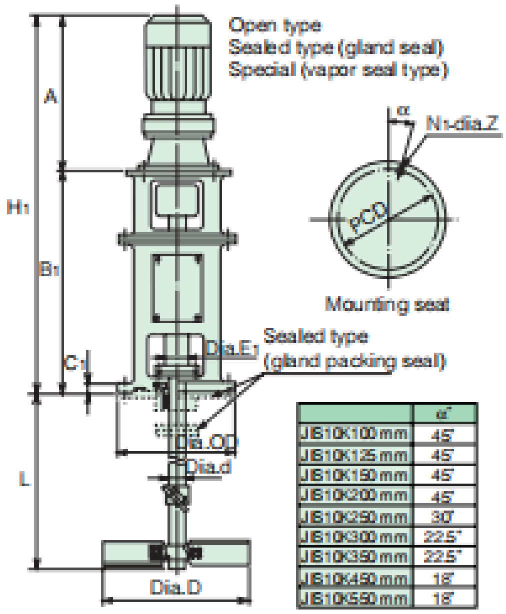
Di $=\left(\frac{P}{Kt.n^3.\rho}\right)^{1/5}$

$=\left(\frac{3040{,}97 \quad N.m/s}{2{,}75\ .\ 1^3.996{,}2\ kg/m3}\right)^{1/5}$

= 1,02 m

Berdasarkan Perhitungan Diameter dan Supply power pada pengaduk di tangki koagulan, ditemukan dimensi pasaran pengaduk tersebut sebagai berikut;

External Dimensions



	α°
JIS10K100 mm	45°
JIS10K125 mm	45°
JIS10K150 mm	45°
JIS10K200 mm	45°
JIS10K250 mm	30°
JIS10K300 mm	22.5°
JIS10K350 mm	22.5°
JIS10K450 mm	18°
JIS10K550 mm	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			mm	mm	mm		mm	mm	mm	pcs	L	L	kg
			1/11	136	164			200								19
			1/17	88	106			250								19
		4075	1/29	52	62	1000	16	350	100 mm	210	175	19	4			20
C2T□-0.1	0.1		1/35	43	51			400						700	300	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
		4075	1/11	136	164	1000	16	250	100 mm	210	175	19	4			20
			1/17	88	106			350								21
			1/29	52	62			450								28
C2T□-0.2	0.2	4085	1/35	43	51	1200	22	500	125 mm	250	210	23	4	1300	600	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
		4085	1/11	136	164	1200	22	350	125 mm	250	210	23	4			29
			1/17	88	106			400								29
			1/29	52	62			550								50
C2T□-0.4	0.4	4095	1/35	43	51			600						2500	1200	51
			1/43	35	42	1500	32	650	150 mm	280	240	23	4			51
		4105	1/59	25	31			900								60
			1/87	17	21			1150								74
		4095	1/11	136	164			400								51
			1/17	88	106			550								54
			1/29	52	62	1500	32	700	150 mm	280	240	23	4			58
C2T□-0.75	0.75	4105	1/35	43	51			800						5000	2500	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
		4105	1/11	136	164	1500	32	500	150 mm	280	240	23	4			59
			1/17	88	106			600								61
			1/29	52	62			800								123
C2T□-1.5	1.5	4115	1/35	43	51	2200	45	900	200 mm	330	290	23	4	10000	5000	127
			1/43	35	42			1000								135
		4130	1/59	25	31	2400	50	1200	250 mm	400	355	25	6			204
		4145	1/87	17	21			1600								267
		4105	1/11	136	164	1500	32	550	150 mm	280	240	23	4			63
			1/17	88	106			700								123
		4115	1/29	52	62	2200	45	950	200 mm	330	290	23	4			133
C2T□-2.2	2.2		1/35	43	51			1000						15000	7500	137
		4130	1/43	35	42	2400	50	1100								209
		4145	1/59	25	31			1350	250 mm	400	355	25	6			226
		4160	1/87	17	21	2600	60	1750								338
		4115	1/11	136	164	2200	45	600	200 mm	330	290	23	4			132
			1/17	88	106			750								135
		4135	1/29	52	62	2400	50	1000								215
C2T□-3.7	3.7		1/35	43	51			1200	250 mm	400	355	25	6	25000	12000	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
			1/11	136	164			650								306

Gambar 4. 9 Pengaduk Bak Koagulasi

Sumber : Catalog Tacmina Agrigator

Merk	: Tacmina
Model	: C2T-3,7
Power	: 3,7 kw
Diameter	: 1200 mm
	: 1,2 m
Panjang poros	
pengadukan (L)	: 2400 mm
	: 2,4 m

(REYNOLD 1996 HAL 188)

CEK N_{Re} $= \left(\frac{Di^2 n\ \rho}{\mu}\right)$

$= \left(\frac{1^2.\ 0{,}92\ .996{,}2\ kg/m3}{0{,}8004\ x\ 10^{-3} N.s/m2}\right)$

= 1.145.057,47

$N_{Re} > 10.000$ = memenuhi

CEK N_{Rf} $=\left(\frac{Di\ n^2}{g}\right)$

$= \left(\frac{1\ x\ 0{,}92^2}{9{,}81}\right)$

= 0,086

$N_{Rf} > 10^{-5}$ = memenuhi

- Luas bak (A) $= \frac{Volume}{H\ total} = \frac{5{,}808\ m^3}{2\ m} = 3\ m^2$
- Luas penampang outlet

  A $= \frac{Q}{V} = \frac{0{,}1000325\ m3/s}{0{,}98\ m/s} = 0{,}10m$
- Diameter outlet

  D $= \sqrt{\frac{4x\ A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}10}{3{,}14}} = 0{,}37m$
- V cek $= \frac{Q}{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2} = \frac{0{,}1\ m3/s}{\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ (0{,}37)^2}$

  = 0,93m/s(memenuhi 0,6 – 1,5 m/s)

- Ketinggian jatuhan

$H_{terjunan}$ $= \frac{G^2 \ x \ \mu \ x \ td}{\rho \ x \ g}$

$= \frac{800^2 \ x \ 0{,}8181 \ x \ 10^{-3} \ N.s/kg/m^2 \ x \ 30 \ dtk}{995{,}97 \ kg/m^3 \ x \ 9{,}81}$

= 1,61 m

- Waktu terjun ke bak koagulasi ($t_{terjunan}$)

$T_{terjunan}$ $= \sqrt{\frac{2 \ x \ H_{terjunan}}{g}}$

$= \sqrt{\frac{2 \ x 1{,}61 \ m}{9{,}81}}$ = 0,57 s

- Kecepatan terjun ke bak koagulasi ($V_{terjunan}$)

$V_{terjunan}$ $= \frac{H_{terjunan}}{T_{terjunan}}$

$= \frac{1{,}61 \ m}{0{,}57 \ s}$ = 2,82 m/s

Resume

- Debit = 0,1000325 m^3/s
- Jumlah bak = 1
- Koagulasi tipe terjunan
- Kecepatan aliran = 1,5 m/s
- Volume bak = 5,808 m^3 = 5808 L
- Diameter bak koagulasi = 1,9 m
- Kedalaman Tangki Pembubuh
- H air = 2 m
- H total = 2,35 m
- Diameter Impeller (Di) = 1,02 m
- Diameter pipa inlet dan outlet = 0,37m = 14,57 inch
- Ketinggian jatuhan ($H_{terjunan}$) = 1,61 m

5.4. Unit Flokulasi

a. Kriteria Perencanaan

- Waktu tinggal (td) = 15 – 30 menit
- Kecepatan aliran (V) = 0,6 – 1,5 m/ detik

- Gradien kecepatan (G) = 10 – 100 / detik
- Kedalaman air (H) = > 1 meter
- Koefisien kekasaran dinding (f) = 0,3

  (Sumber : wahyono hadi, hal 70)

b. Data Perencanaan

- Debit = 0,1 m3/det
- Jumlah Kompartemen 3
- Tinggi bak= 3 m
- Dimensi Bak L : W = 2: 1
- Kecepatan Aliran (V) = 1 m/det
- Waktu tinggal = 15 menit = 900 detik
- Konstanta Empiris (k) = 3
- Koefisien Manning (n) = 0,015
-
- Jarak baffle dengan dinding > 60 cm

  (Sumber:wahyonohadi,hal70)

- Gradien kecepatan (G) dan waktu tinggal (td) tiap kompartemen

Kompartemen 1	G = 40/detik	Td = 900 detik
Kompartemen 2	G = 30/detik	Td = 900 detik
Kompartemen 3	G = 20/detik	Td = 900 detik

- Viskositas absolute (μ) untuk suhu 29 C =0,8181.10^{-2}gr/cm.dtk

  =0,8181.10^{-3}kg/m.dtk

  (Reynold Appendix C Hal.762

- NRE> 10.000
- NFR> 10-5

(Reynold Figure 9.4 Hal.224)

c. Perhitungan

- Td total = kompartemen I +Kompartemen II + Kompartemen III

  = 900detik + 900 detik + 900 detik

  = 2700detik

- Volume Bak Total

Vol tot = Q x Td tot

= 0,1 m^3/s x 2700 detik = 270 m^3

- Dimensi Bak

L: B= 2:1

L = 2B

V = L x B x H

270 m^3= 2B x B x 3

270 m3= 6 B^2

B = 6,71 m

L = 13,42m

H = 3 m

H total = H bak + H Fb

= 3m + 0,6m

= 3,6 m

- Lebar Tiap kompartmen

W tiap kompartemen $= \frac{B\ total}{n}$

$= \frac{6{,}71}{3}$

= 2,24 m

- Tebal Dinding Baffle

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

- Perhitungan Masing masing Kompartemen

1. Kompartemen 1
   - Headloss Total

     Hf = $\frac{\mu\ x\ td}{\rho\ x\ g}\ x\ G^2 = \frac{0{,}8181\ x 10^{-3}\ kg/m.dt\ x\ 900\ s}{995{,}97 \frac{kg}{m^3} x\ 9{,}81\ m/dt^2}\ x\ (40\ detik)^2$

   =0.12 m

   - Jumlah Baffle

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

     $= [\left(\frac{(2\ x\ 0{,}8181 x\ 10^{-3}\ x\ 900}{995{,}97\ (1{,}44+0{,}3)}\right)(\frac{3\ x\ 13{,}42\ x\ 40}{0{,}1})^2]^{1/3}$

     = 60,408 = 60 buah

   - Jarak Antar Baffle

     Jarak $= \frac{Panjang}{n+1} = \frac{13{,}42\ m}{60+1}$ = 0,22 m

   - Jari Jari Hidrolis

     R = $\frac{b\ x\ h}{b+2h} = \frac{6{,}71\ x\ 3}{6{,}71\ x\ 6} = 0{,}5\ m$

- Volume Efektif
  Panjang efektif tiap kompartmen = panjang total- (tebal dinding x n baffle)

  = 13,42 –(0,12 x 60)

  = 6,22 m

  Volume Efektif = L x B x H

  = 6,22 x 2,24x 3,3

  = 45,98 m^3

- Cek Waktu Tinggal (td)
  Td = $\frac{v}{Q} = \frac{45,98}{0,1}$ = 459,8 detik
- Kecepatan Per Channel (Kecepata aliran lurus)
  $v = \frac{Q}{luas\ penampang} = \frac{Q}{jarak\ antar\ baffle\ x\ h}$
  $v = \frac{0,1}{0,22x\ 3,3}$ = 0,13 m/det perhitungan baffle channel
- Kecepatan Belokan Air
  $v = \frac{Q}{luas\ penampang} = \frac{Q}{jarak\ baffle\ \ ke\ dinding\ x\ h}$
  $v = \frac{0,1}{0,60\ x\ 3,3}$ = 0,05 m/det

2. Kompartemen 2
   - Headloss Total
     Hf = $\frac{\mu\ x\ td}{\rho\ x\ g}\ x\ G^2 = \frac{0,8181\ x10^{-3}\ kg/m.dt\ x\ 900\ s}{995,97\frac{kg}{m^3}x\ 9,81\ m/dt^2}\ x\ (30\ detik)^2$
     =0.06 m
   - Jumlah Baffle
     n = $[\left(\frac{(2\ x\ \mu\ x\ td}{\rho\ (1,44+f)}\right)(\frac{h\ x\ L\ x\ G}{Q})^2]^{\frac{1}{3}}$
     = $[\left(\frac{(2\ x\ 0,8181x\ 10^{-3}\ x\ 900}{995,97\ (1,44+0,3)}\right)(\frac{3\ x\ 13,42x\ 30}{0,1})^2]^{1/3}$
     = 49,86buah = 50buah
   - Jarak Antar Baffle
     Jarak = $\frac{Panjang}{n+1} = \frac{13,42\ m}{50+1}$ = 0,26 m
   - Jari Jari Hidrolis
     R = $\frac{b\ x\ h}{b+2h} = \frac{6,71\ x\ 3,3}{6,71\ x\ 6,6} = 0,5\ m$
   - Volume Efektif
     Panjang efektif tiap kompartmen

     = panjang total- (tebal dinding x n baffle)

     = 13,42 –(0,12 x 50)

= 7,42m

Volume Efektif = p x l x h

= 7,42x 2,24 x 3,3

= 54,85 m^3

- Cek Waktu Tinggal (td)
  Td = $\frac{v}{Q} = \frac{54,85}{0,1}$ = 548,8detik
- Kecepatan Per Channel (Kecepata aliran lurus)
  $v = \frac{Q}{luas\ penampang} = \frac{Q}{jarak\ antar\ baffle\ x\ h}$
  $v = \frac{0,1}{0,26\ x\ 3,3}$ = 0,12 m/det perhitungan baffle channel
- Kecepatan Belokan Air
  $v = \frac{Q}{luas\ penampang} = \frac{Q}{jarak\ baffle\ \ ke\ dinding\ x\ h}$
  $v = \frac{0,1}{0,60\ x\ 3,3}$ = 0,05 m/det

3. Kompartemen 3
- Headloss Total
  Hf = $\frac{\mu\ x\ td}{\rho\ x\ g}\ x\ G^2 = \frac{0,8181\ x 10^{-3}\ kg/m.dt\ x\ 900\ s}{995,97 \frac{kg}{m^3} x\ 9,81\ m/dt^2}\ x\ (20\ detik)^2$

=0.03 m
- Jumlah Baffle
  n = $[\left(\frac{(2\ x\ \mu\ x\ td}{\rho\ (1,44+f)}\right) (\frac{h\ x\ L\ x\ G}{Q})^2]^{\frac{1}{3}}$
  = $[\left(\frac{(2\ x\ 0,8181 x\ 10^{-3}\ x\ 900}{995,97\ (1,44+0,3)}\right) (\frac{3\ x\ 13,42\ x\ 20}{0,1})^2]^{1/3}$
  = 38,05buah = 38buah
- Jarak Antar Baffle
  Jarak = $\frac{Panjang}{n+1} = \frac{13,42\ \ m}{38+1}$ = 0,34m
- Jari Jari Hidrolis
  R = $\frac{b\ x\ h}{b+2h} = \frac{6,71\ x\ 3,3}{6,71\ x\ 6,6} = 0,5\ m$
- Volume Efektif
  Panjang efektif tiap kompartmen = panjang total- (tebal dinding x n baffle)

  = 13,42 –(0,12 x 38)

  = 8,86 m

Volume Efektif = L x B x H

= 8,86 x 2,24 x 3,3

= 65,49 m^3

- Cek Waktu Tinggal (td)
  Td = $\frac{v}{Q} = \frac{65{,}49}{0{,}1}$ = 654,9 detik
- Kecepatan Per Channel (Kecepata aliran lurus)
  $v = \frac{Q}{luas\ penampang} = \frac{Q}{jarak\ antar\ baffle\ x\ h}$
  $v = \frac{0{,}1}{0{,}34\ x\ 3{,}3}$ = 0,09m/det perhitungan baffle channel
- Kecepatan Belokan Air
  $v = \frac{Q}{luas\ penampang} = \frac{Q}{jarak\ baffle\ \ ke\ dinding\ x\ h}$
  $v = \frac{0{,}1}{0{,}60\ x\ 3{,}3}$ = 0,05 m/det

Resume:

- Td total = 2700detik
- Volume Bak Total = 270 m^3
- Dimensi Bak
  B = 6,71 m

  L = 13,42m

  H = 3 m

  H total = 3,6 m
- Lebar Tiap kompartmen = 2,24 m
- Tebal Dinding Baffle = 0,12m (***SNI*** 03-1972-1990)
- Perhitungan Masing masing Kompartemen

4. Kompartemen 1
   - Headloss Total =0.12 m
   - Jumlah Baffle n = 60 buah
   - Jarak Antar Baffle = 0,22 m
   - Jari Jari Hidrolis R $= 0{,}5\ m$
   - Volume Efektif
     Panjang efektif tiap kompartmen = 6,22 m

     Volume Efektif = 45,98 m^3
   - Cek Waktu Tinggal (td)=459,8 detik
   - Kecepatan Per Channel (Kecepata aliran lurus)= 0,13 m/det
   - Kecepatan Belokan Air = 0,05 m/det
5. Kompartemen 2
   - Headloss Total =0.06 m
   - Jumlah Baffle= 49,86buah = 50buah

- Jarak Antar Baffle = 0,26 m
- Jari Jari Hidrolis R = 0,5 m
- Volume Efektif
  Panjang efektif tiap kompartmen = 7,42m

  Volume Efektif = 54,85 m^3
- Cek Waktu Tinggal (td) = 548,8detik
- Kecepatan Per Channel (Kecepata aliran lurus)
  = 0,12 m/det perhitungan baffle channel
- Kecepatan Belokan Air = 0,05 m/det

6. Kompartemen 3
   - Headloss Total =0.03 m
   - Jumlah Baffle = 38,05buah = 38buah
   - Jarak Antar Baffle = 0,34m
   - Jari Jari Hidrolis R = 0,5 m
   - Volume Efektif
     Panjang efektif tiap kompartmen = 8,86 m

     Volume Efektif = 65,49 m^3
   - Cek Waktu Tinggal (td)= 654,9 detik
   - Kecepatan Per Channel (Kecepata aliran lurus)
     = 0,09m/det perhitungan baffle channel
   - Kecepatan Belokan Air = 0,05 m/det

5.5. Unit sedimentasi

1. Zona Inlet

d. Kriteria Perencanaan

- Kecepatan Aliran (v) = 0,3 – 0,6 m/s
  (Sumber: Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4th Edition, pages 316)
- Slope maksimal = < 2% m/m
- Freeboard = 10 – 30 %
- Koefisien manning (beton terbuka) = 0,011 – 0,020
  Sumber : dan EPA – Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0, pages 165

e. Data Perencanaan

- Q = 0,1 m3/s
- Bentuk bak rectangular berjumlah 1 buah
- Kecepatan aliran (v) = 0,5 m/dtk
- Panjang saluran (L) = 4 m
- Saluran dari beton (n) = 0,013
- Freeboard = 20 % dari tinggi saluran.
- Dimensi saluran B:H = 2:1
- Dimensi pintu air = dimensi saluran pembawa
- Tinggi bukaan pintu air = 100% dari tinggi saluran
- Lebar pintu air = lebar saluran pembawa
- K gate valve = 0,2
- Tinggi jagaan pintu air = 0,5 m

f. Perhitungan

- Luas permukaan

  A = $\frac{Q}{V}$=$\frac{0{,}1\ m3/s}{0{,}5\ m/s}$= 0,2 m^2

- Dimensi saluran pembawa

  Asumsi perbandingan B : H = 2:1

  A = B x H

  0,2 m^2 = 2H x H

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

  H = 0,316 m

  = 0,3m

  B = 2H

  = 2 x 0,3 m

  = 0,6 m

  H total = H + Fb

  = 0,3m + 0,06 m = 0,36m

- Check kecepatan

  V = $\frac{Q}{B\ X\ H}$=$\frac{0{,}1\ m3/s}{0{,}6\ m\ x\ 0{,}36m}$= 0,46 m/s

(memenuhi range v = 0,3 – 0,6 m/s)

- Jari jari hidrolis (R)

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

  $= \frac{L\ X\ H}{L+2H}$

  $= \frac{0,6\ x\ 0,36}{0,6+2(0,36)}$

  =0,163 m

- Slope

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

  $= \left(\frac{0,013\ x\ 0,46}{0,163^{\frac{2}{3}}}\right)^2$

  =4,016 x 10^{-4} m/m (memenuhi <2%)

- Headloss saluran pembawa

  Hf = Slope x Panjang saluran(L)

  = 4,016 x 10^{-4} m/m x 4 m

  = 1,606 x 10^{-3} m

- Headloss saat keluar pintu air

  Hf $= K\ x\ \frac{V^2}{2g} = 0,2\ x\ \frac{0,46 m/detik}{2\ x\ 9,81}$

  = 0,00468 m

Resume:

- Debit (Q) = 0,1 m3/s
- Luas Permukaan (A) = 0,2 m^2
- H air = 0,3 m
- H total = 0,36 m
- Lebar saluran (B) = 0,6 m
- Panjang saluran (L) = 4 m
- Jari-jari hidrolis= 0,163 m
- Check kecepatan (v) = 0,46 m/s
- Slope = 4,016 x 10^{-4} m/m

- Headloss saluran pembawa (Hf) = 1,606 x 10^{-3} m
- Headloss pintu air (Hf) = 0,00468 m

2. Zona Sludge

d. Kriteria Perencanaan

- Berat jenis (ρS) lumpur = 2650 kg/m³
- Berat jenis (ρa) air = 1000kg/m m³
- Dimensi sludge zona dalam bentuk limas terpancung

(Water Treatment PlantDesign, Mc Graw Hill, 2nd Edition)

e. Data Perencanaan

- Debit = 0,1 m^3/detik
- Ruang lumpur berbentuk limas terpancung dengan periode pengurasan 3 hari sekali (3 hari = 259.200 detik)
- Efisiensi pengendapan = 20%
- Kadar air dalam lumpur = 95%
- Kadar SS kering dalam lumpur = 5%
- Konsentrasi Diskrit dan grit = 90% x Konsentrasi SS
- Waktu pengurasan= 300 detik
- Konsentrasi polutan = 625 mg/l

f. Perhitungan

1. Sludge
   - Konsentrasi diskrit dan grit
     = 90% x konsentrasi polutan
     = 0,9 x 625 mg/L
     = 562,5 mg/L
   - Solid teremoval/terendapkan
     = 20% x konsentrasi diskrit & grit
     = 0,2 x 562,5 mg/L
     = 112,5 mg/L
   - Solid yang lolos
     =konsentrasi diskrit & grit – sludge teremoval/terendapkan

= 562,5 mg/L – 112,5 mg/L

= 450 mg/L

- Berat solid yang terendapkan (ms)

  = Q x solid yang teremoval

  = 0,1 m^3/detik x 112,5 mg/L x (86400/1000)

  =972 kg/hari

- Berat air (ma)

  mS: ma = 5:95

  ma=19 mS

  ma= 19 x 972 kg/hari

  ma= 18468 kg/hari

- Berat jenis lumpur

  = (berat jenis SS x 5%) + (berat jenis air x 95%)

  = (2650 x 5%) + (1000x 95%)

  = 1082,5kg/m3

2. Ruang lumpur

- Volume ruang lumpur

  mS: ma = 5:95

  ma=19 mS

  $= \frac{ms}{\rho s} + \frac{ma}{\rho s}$

  $= \frac{ms}{2650} + \frac{19mS}{1000}$

  $= \frac{mS}{1000}\left(\frac{1}{2,65} + 19\right)$

  $= \frac{972\ \text{kg/hari}}{1000}\left(\frac{1}{2,65} + 19\right)$

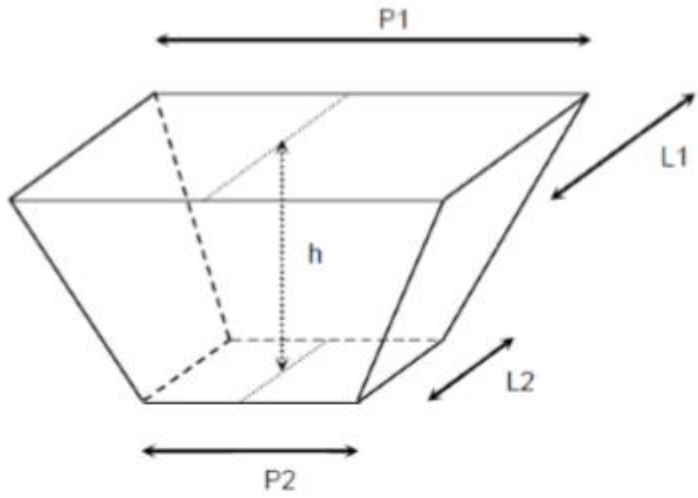
  = 20,35 m^3/hari

- Volume ruang lumpur 1x pengurasan (2 hari)

  = 20,35 m^3/hari x 2

  = 40,7 m^3 / hari

- Dimensi ruang lumpur



Gambar 4. 10 Zona Sludge Bak Sedimentasi

Sumber : Perencanaan

Panjang permukaan zona lumpur (P1) = 9 m

Lebar permukaan zona lumpur (L1) = lebar bak = 9 m

Panjang dasar zona lumpur (P2) = 7 m

Lebar dasar zona lumpur (L2) = 7 m

A1= P1 x L1

= 9 x 9

= 81 m^2

A2= P2 x L2

= 7 x 7

= 49 m2

- Tinggi Grit Storage

  Volume grit storage = 1/3 h x (A1 + A2 + $\sqrt{A1 + A2}$)

  40,7 m3 =1/3 h x (81 + 49 + $\sqrt{81 + 49}$)

  h = $\frac{40,7\ x3}{(81 + 49 + \sqrt{81 + 49})}$

  h= 0,86 m

3. Debit lumpur pada pipa

   = $\frac{Volume\ Sludge}{Waktu\ Pengurasan\ dalam\ 2\ hari}$=$\frac{40,7\ m3}{172800}$= 2,35 x 10^{-4} m^3/s

4. Dimensi Pipa Penguras

- Debit tiap pengurasan (Qp)

  Qp= $\frac{Volume\ Sludge}{Waktu\ Pengurasan}$=$\frac{40{,}7\ \ m3}{300s}$= 0,1356 m^3/s

- Luas permukaan pipa penguras (A)

  A = $\frac{Q\ pengurasan}{V}$=$\frac{0{,}1356\ \ m3/s}{0{,}5\ m/s}$= 0,271 m^2

- Diameter pipa penguras (Dp)

  D=$\left(\frac{4\ X\ A}{\pi}\right)^{0,5}$=$\left(\frac{4\ X\ 0{,}271\ m2}{3{,}14}\right)^{0,5}$=0,59m= 23,22 inchi

- Check kecepatan

  V =$\frac{Q}{A}$=$\frac{4x\ \ 0{,}1356m3/s}{3{,}14\ x\ (0{,}72\ m)\ ^2}$= 0,49m/detik

  (memenuhi range v = 0,3 – 0,6 m/s)

Resume:

<u>Sludge</u>

- Konsentrasi diskrit dan grit = 562,5 mg/L
- Solid teremoval/terendapkan= 112,5 mg/L
- Solid yang lolos= 450 mg/L
- Berat solid yang terendapkan (ms)= 972 kg/hari
- Berat air (ma)= 18468 kg/hari
- Berat jenis lumpur= 1082,5kg/m3

<u>Ruang Lumpur</u>

- Volume ruang lumpur= 20,35 m^3/hari
- Volume ruang lumpur 1x pengurasan (2 hari)= 40,7 m^3
- Dimensi ruang lumpur
  1. Panjang permukaan zona lumpur (P1) = 9 m
  2. Lebar permukaan zona lumpur (L1) = lebar bak = 9 m
  3. Panjang dasar zona lumpur (P2) = 7 m
  4. Lebar dasar zona lumpur (L2) = 7 m
  5. A1 = 81 m^2
  6. A2 = 49 m2
- Tinggi Grit Storage h= 0,86 m

Dimensi Pipa Penguras

- Debit tiap pengurasan (Qp)= 0,1356 m^3/s
- Luas permukaan pipa penguras (A)= 0,271 m^2

  Diameter pipa penguras (Dp) =0,59m= 23,22 inchi
- Check kecepatan= 0,49 m/detik

  (memenuhi range v = 0,3 – 0,6 m/s)

3. Zona Settling

Ruang pengendap

a. Kriteria Perencanaan

- Waktu pengendapan (td) = 1,5 – 2,5 jam (Metcalf and Eddy hal 398)
- Kemiringan bak = 1-2 %
- Kedalaman ruang pengendapan (H) = 1-3 jam
- NRE = < 2000 untuk aliran laminer
- NFR = > 10-5 untuk mencegah aliran short circuiting

  (SNI 6774 – 2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air)
- $v\ horisontal$ = (vh < vS) (Kecepatan horizontal harus < kecepatan penggerusan agar partikel yang terendapkan tidak mengalami resuspensi)
- Kontrol pengerusan (scouring)

  $\beta = 0{,}02 - 0{,}12$

  α = 0,03 m

  (Sumber : Huisman, L., 1977. Sedimentation and Flotation Mechanical Filtration. Delft University of Technology. Delft. hal 57)
- Ketetapan (Sg) = 2,65

  (Tri Joko 2003, Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum)
- Detensi air (ρw) = 1000 kg/m^3

- Detensi sludge (ρs) = 2650 kg m^3
- viskositas absolut suhu 26 C (μ) = 0,8746 x 10-3 m/detik
- viskositas kinematik suhu 26 C (v) = 8,746 x 10-6 m/detik (Reynold, 762)

b. Data Perencanaan

- Debit = 0,1 m^3/detik
- Jumlah bak sedimentasi = 1 buah
- Suhu = 26 C
- Kemiringan dasar bak = 2%
- Tinggi bak sedimentasi (h) = 3 m
- Bak sedimentasi berbentuk persegi panjang
- Lebar / Panjang = >1/5
- Good performance, n = 1/3

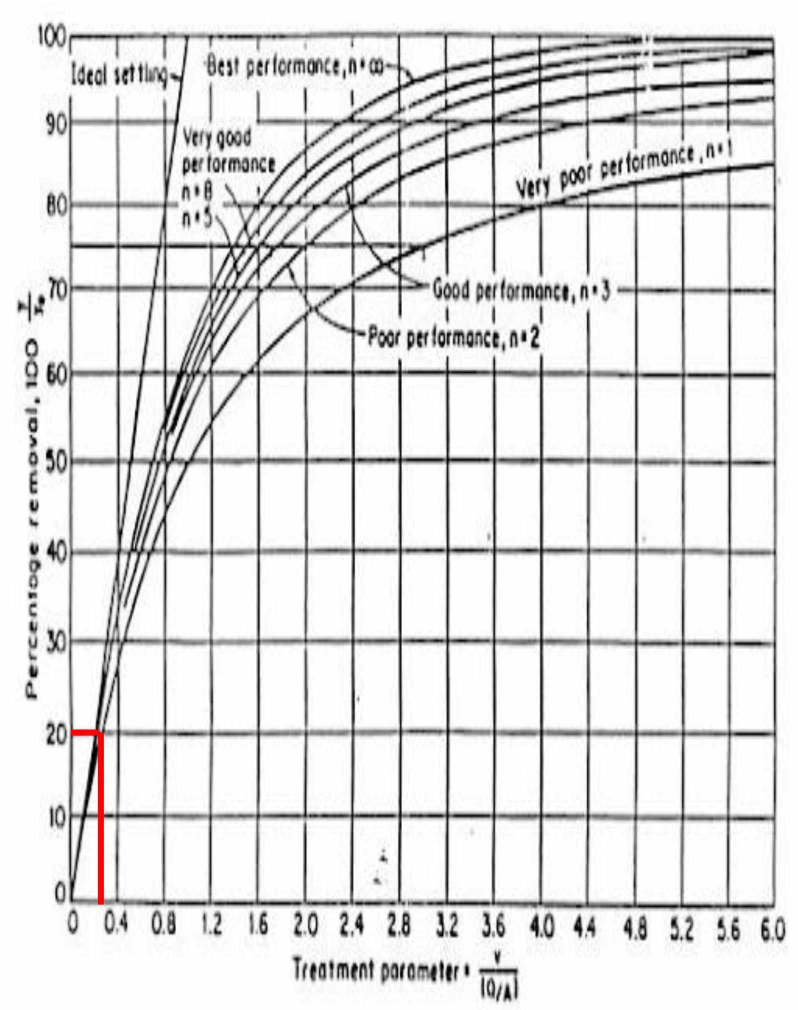
  (fig.25-6 halaman 25-14, Water and Wastewater Engineering, Fair G.M, Geyer J.C dan Okun D.A, volume 2)
- Persentase removal = 20%
- t/td = Vo/(Q/A)
- Diameter partikel = 2,5 x 10-3 cm = 2,5 x 10-5 m

c. Perhitungan

- Debit bak sedimentasi

  Q = $\frac{Q}{\Sigma\ prasedimentasi}$= $\frac{0,1\ m3/detik}{1}$= 0,1 m^3/detik
- Kecepatan pengendapan

  Hubungan antara Efisiensi pengendapan dengan kinerja (Good Performance), dimana efisiensi pengendapan 20% dan n 1/3 maka dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4. 11 Grafik Kecepatan Pengendapan

Sumber : Perencanaan

Berdasarkan dari grafik tersebut, diperoleh:

0,3= $\frac{Vo}{Q/A} = t/td$

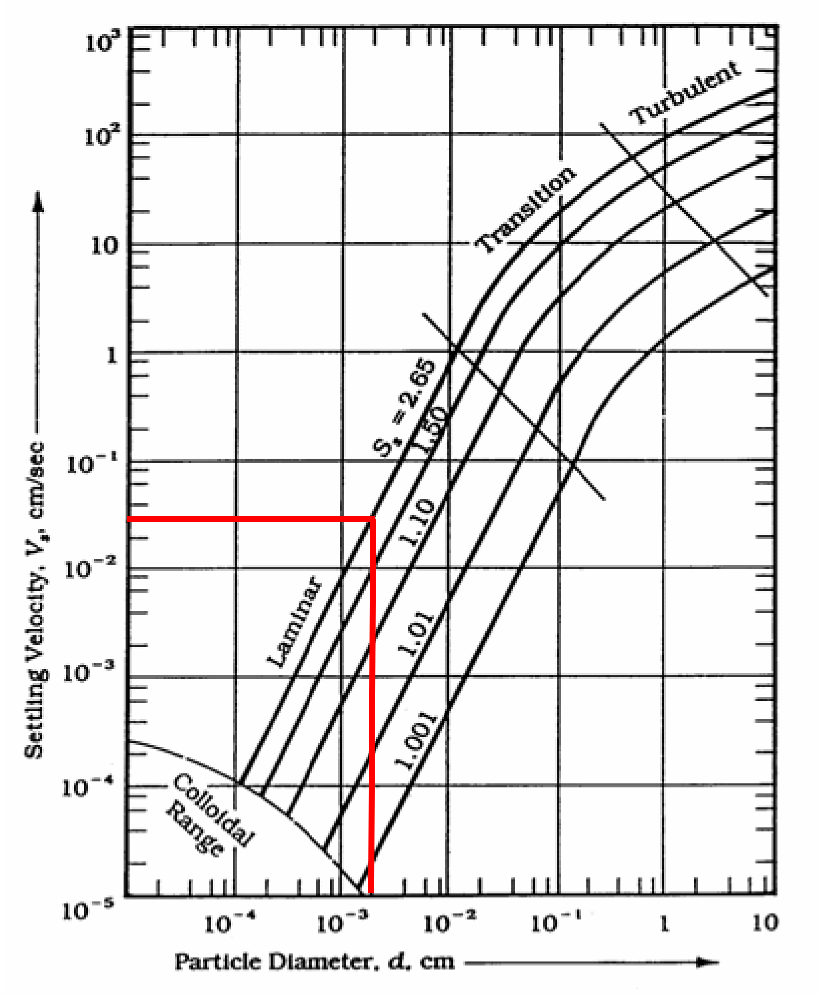
- Kecepatan pengendapan (Vs)

Diketahui bahwa :

0,3= $\frac{Vo}{Q/A}$

Dan ukuran diameter partikel = 2,5 x 10^{-3} cm = 2,5 x 10^{-5} m

Kemudian di plotkan ke grafik tersebut



Gambar 4. 12 Grafik Diameter Partikel

Sumber : Perencanaan

Dari hasil pengeplotan tersebut diperoleh kecepatan pengendapan (Vs) = 4 x 10^{-2} cm/s = 4 x 10^{-4} m/s

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

- Kecepatan partikel (Vo)

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

0,3= $\frac{Vo}{Q/A}$

Dari kedua persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi :

0,3= $\frac{Vo}{Vs}$

Vo= $Vs\ x$ 0,3

$= 4 \times 10^{-4}$ m/s x 0,3

=0,00012 m/s

- Luas zona pengendapan

  $A = \frac{Q \ x \ td}{Vo} = \frac{0{,}1\frac{m3}{s} x 0{,}3}{0{,}00012 \ m/s} = 250 \ m^2$

- Dimensi

  Asumsi perbandingan B : L = 1:3

  A = B x L

  $250 \ m^2$ = B x 3B

  $250 \ m^2$ = $3B^2$

  B = 9 m

  L = 3B

  = 3 x 9m

  = 27 m

  H = 3m

  Jadi dimensi bak pengendap = L x B x H

  = 27 m x 9m x 3m

- Waktu detensi (td)

  $Td = \frac{A \ x \ H}{Q} = \frac{250 \ \ m2 \ x 3m3}{0{,}1 \ m3/detik}$ = 7500detik= 2,08jam

- Kecepatan horizontal partikel

  $Vh = \frac{Q}{L \ X \ H} = \frac{0{,}1 \ m3/detik}{27 \ m \ x \ 3m} = 1{,}23 \times 10^{-3}$ m/detik

- Jari-jari hidrolis (R)

  $R = \frac{Luas \ keliling \ basah}{Keliling \ penampang \ basah} = \frac{B \ X \ H}{B+2H} = \frac{9 \ X \ 3}{9+2(3)}$ = 1,8m

- Check bilangan Reynold

  $Nre = \frac{Vh \ x \ R}{v} = \frac{1{,}23 \text{ x } 10-3 \text{ m/detik} x \ 1{,}8 \ m}{8{,}746 \ x \ 10-6 \ m/detik}$

  = 253,144 (memenuhi< 2000)

- Check bilangan Fround

  $Nfr = \frac{Vh^2}{g \ x \ R} = \frac{(1{,}23 \text{ x } 10-3 \text{ m/detik})^2}{9{,}81 \ x \ \ 1{,}8 \ m} = 8{,}57 \times 10^{-8}$

(tidak memenuhi> 10^{-5})

- Check kecepatan penggerusan (v scouring)

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

= $\sqrt{\frac{8\ x\ 0{,}05 x\ 9{,}81\ x\ (2650-1000) x\ 8{,}57\ \text{x}\ 10-8}{0{,}03\ x\ 1000}}$

= 0,004 m/s > Vh (tidak mengalami penggerusan)

- Kemiringan Bak (1%)

S = 1% x L

= 1% x 27 m

= 0,27 m/m

Resume:

- Diameter partikel = 2,5 x 10^{-3} cm = 2,5 x 10^{-5} m
- Kecepatan pengendapan partakel (Vs) = 4 x 10^{-2} cm/s = 4 x 10^{-4} m/s
- Kecepatan partikel (Vo) = 0,00012 m/s
- Luas Zona pengendapan = 250 m2
- Panjang Bak = 27 m
- Lebar Bak = 9 m
- Tinggi Bak = 3 m
- Waktu detensi = 2,08 jam (memenuhi 1,5-3 jam)
  Kecepatan horizontal (Vh) =1,23 x 10^{-3} m/detik
- Jari-jari hidrolis = 1,8m
- Bilangan reynold (Nre) = 253,144 < 2000 (memenuhi) Bilangan Freud (Nfr) = 8,57 x 10^{-8} (> 10^{-5} (tidak memenuhi) maka menggunakan perforated baffle
- Kecepatan pengurasan (V scouring) = 0,004 m/s > 1,2 x 10^{-3} m/s Vsc > Vh (tidak terjadi penggerusan)
- Kemiringan bak 0,27m

<u>Perforated Baffle</u>

a. Data Perencanaan

- Lebar Perforated Baffle = Lebar bak settling = 9 m
- Tinggi perforated baffle = Tinggi bak settling = 3 m
- Diameter (d) lubang = 0.1 m = 10 cm
- Kecepatan melalui lubang (v) = 0,4 m/s
- Perforated baffle diletakkan 1 m di depan inlet
- Koefisien kontraksi (c) = 0,5

b. Perhitungan

- Luas tiap lubang (A1)

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

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

  = 0,008 m^2
- Luas perforated baffle

  A = B x H

  = 9 x 3 = 27 m^2
- Luas lubang total (A2)

  A2= $\frac{Q}{C\ Xv}$

  = $\frac{0{,}1}{0{,}5\ X0{,}4}$

  =0,5 m^2
- Jumlah lubang (n)

  n= $\frac{A2}{A1}$= $\frac{0{,}5\ m2}{0{,}008\ m2}$=63 lubang

  Direncanakan ada 3 baris dan tiap baris ada 21 lubang. Maka total lubang berjumlah 63 buah
- Jarak horizontal

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

  =$\frac{9-(21\ x\ 0{,}1)}{21+1}$

  =0,31 m
- Jarak vertical

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

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

=0,178 m

=0,67 m

- Jari-jari hidrolis (R)

  R = $\frac{A}{P}$=$\frac{1}{4}\ x\ d$= $\frac{1}{4}\ x$ 0,1= 0,025m

- Headloss melalui perforated baffle

  Hf = $\frac{V^2}{2g}$= $\frac{0,4^2}{2x\ 9,81}$= 0,00815m

Resume:

- Lebar Perforated Baffle = Lebar bak settling = 9 m
- Tinggi perforated baffle = Tinggi bak settling = 3 m
- Diameter (d) lubang = 0.1 m = 10 cm
- Kecepatan melalui lubang (v) = 0,4 m/s
- Luas tiap lubang (A1)= 0,008 m^2
- Luas perforated baffle = 27 m2
- Luas lubang total (A2)=0,5 m^2
- Jumlah lubang (n)=63 lubang

  Direncanakan ada 3 baris dan tiap baris ada 21 lubang. Maka total lubang berjumlah 63 buah
- Jarak horizontal=0,31 m
- Jarak vertical =0,67 m
- Jari-jari hidrolis (R)= 0,025m
- Headloss melalui perforated baffle = 0,00815m

<u>**Plate Settler**</u>

a. Data Perencanaan

- Debit plate settler = debit unit sedimentasi = 0,1 m3 /s
- Panjang plate settler = panjang zona settling = 18 m
- Lebar plate settler = lebar zona settlimg = 9m
- Jarak antar plat (w) = 0,1 m
- Diameter partikel terkecil = 2,5 x 10-5 m

- Tebal plate settler = 0,005 m
- Kemiringan plate settler = 60 derajat
- Suhu = 26 derajat celcius
- Tinggi plate settler = 1,15 m

b. Perhitungan

- Jumlah Plate settler

  N plate = $\frac{P\ x\ Sin\ 60}{w}$+ 1

  = $\frac{18\ x\ Sin\ 60}{0{,}1\ m}$+ 1

  =156,88 buah

  =157 buah

- Koreksi terhadap Panjang (K)

  K = $n\ plate\ x\ \frac{tebal\ plate}{\sin\alpha}$

  = 157 x $\frac{0{,}005}{\sin 60}$

  = 0,906 m

- Panjang zona settling sebenarnya (Pzp)

  Pzp = 18 m + 1,30 m

  = 19,30 m

- Debit masing masing plate

  Q Plate = $\frac{Q\ bak}{nplate-1}$= $\frac{0{,}1\frac{m3}{detik}}{226-1}$ = $\frac{0{,}1\frac{m3}{detik}}{225}$

  = 4,4 x 10^{-4} m3/detik

- Kecepatan aliran dalam plate

  V = $\frac{Q\ plate}{A\sin\alpha}$

  A = P plate x w

  A = 19,30 m x 0,1 m

  A = 1,93 m^2

  V = $\frac{0{,}1\ \text{m3/detik}}{1{,}93\ x \sin 60}$= 0,05 m /detik

- Kontrol aliran jari jari hidrolis (R)

  R = $\frac{\text{h plate x w}}{2\ x(h\ plate+w)}$

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

= 0,046 m

- Bilangan Reynold (Nre)

  Viskositas kinematis pada 26°C = 8,75 x 10-6 m2 /dt

  Nre = $\frac{Vh\ x\ R}{\upsilon} = \frac{0,05\ \frac{m2}{detik} x\ 0,046\ m}{8,746\ x\ 10-6\ m/detik}$

  = 262,97(memenuhi< 2000)

- Bilangan Froude (Nfr)

  Nfr= $\frac{V^2}{g\ x\ R} = \frac{(0,05\ \frac{m2}{detik})^2}{9,81\ x\ \ 0,046\ m}$ =5,54 x 10^{-3}

  (memenuhi> 10^{-5})

- Cek Kecepatan Penggerus

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

  = $\sqrt{\frac{8\ x\ 0,05 x\ 9,81\ x\ (2650-1000) x\ 5,54 \text{ x } 10-3}{0,03\ x\ 1000}}$

  = 1,09 m/s > Vh (tidak mengalami penggerusan)

<u>Resume:</u>

- Panjang plate settler = panjang zona settling = 18 m
- Lebar plate settler = lebar zona settlimg = 9 m
- Jarak antar plat (w) = 0,1 m
- Tebal plate settler = 0,005 m
- Kemiringan plate settler = 60 derajat
- Tinggi plate settler = 1,15 m
- Jumlah plate settler (nplat) = 157 buah
- Nre = 262,97 < 2000 (memenuhi syarat)
- Nfr = 5,54 x 10-3 > 10-5 (memenuhi syarat)
- Cek kecepatan penggerusan (V scouring) = (tidak terjadi penggerusan)
  1,09 m/s > 0,04 m/s (Vsc > Vh)

4. Zona Outlet

a. Kriteria Perencanaan

- Zona outlet bak prasedimentasi ini berupa weir bergerigi (v-notch)
- Bentuk gutter = persegi panjang
- Weir loading (m3/m.hari) = 350 m3/m2.hari = 4 x 10-3 m3/m2.dtk
- Cd (koefisien drag)= 0,6

b. Data Perencanaan

- Q unit sedimentasi = 0,1 m3/s
- Jumlah unit outlet = 1 buah
- Kecepatan = 0,5 m/s
- Lebar gutter = 0,5 m
- 1 gutter = 2 pelimpah
- Lebar V notch = 0,1 m
- Jarak antar V notch = 0,3 m
- Sudut V notch = 60 derajat
- Panjang pelimpah = lebar zona setling = 9 m

c. Perhitungan

<u>Gutter dan Weir</u>

- Q unit outlet = $\frac{Q}{jumlah\ gutter}$=$\frac{0{,}1\ m3/detik}{4}$= 0,025 m^3/detik
- Panjang total weir (Pw)= $\frac{Q\ bak}{WRL}$= $\frac{0{,}025 m3/detik}{4x\ 10{-}3\ m3/m2.dtk}$= 6,25 m
- Panjang tiap pelimpah(P) = $\frac{Pw}{jumlah\ pelimpah}$

  = $\frac{6{,}25m}{2\ buah}$= 3,125 m
- Debit tiap pelimpah (Q)= $\frac{Q}{n}$=$\frac{0{,}1\ m3/detik}{8}$= 0,0125 m^3/detik
- Luas saluran setiap pelimpah (A) = $\frac{Q/jumlahweir}{v}$

  =$\frac{\frac{0{,}0125\ m3/detik}{1\ buah}}{0{,}5}$= 0,025 m^2
- Tinggi (h) dan lebar (B) pelimpah

  Direncanakan h : B = 1 : 2 maka :

A = h x B

0,025 m2 = h x2h

0,025 m2 = $2h^2$

h = 0,1 m

B = 2 x 0,1 m = 0,2m

- Ketinggian air pada gutter (h air)

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

= $\left(\frac{0{,}025\ m3/detik}{1{,}38\ x\ 0{,}2}\right)^{2/3}$

=0,20 m

- Ketinggian freeboard (h fb)

H fb = h air x 30%

= 0,20 m x 30%

= 0,06 m

- Tinggi gutter (h gutter)

H gutter = h air + h fb

= 0,20 m + 0,06 m = 0,26 m

- Lebar saluran gutter

Direncanakan lebar saluran gutter = 2 x h gutter maka,

= 2 x 0,26 = 0,5 m

- Jari-jari hidrolis gutter

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

= $\frac{0{,}20\ x 0{,}5}{(2\ x 0{,}20) x\ 0{,}5}$

= 0,5 m

- Luas basah gutter (A gutter)

= lebar gutter x h air

= 0,78 x 0,20

=0,156 m^2

- Slope gutter

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

$= \left(\frac{0,1\ x\ 0,013}{0,156\ x\ (0,5)^{2/3}}\right)^2$

$=1,75 \times 10^{-4}$ m/m

- Headloss pada gutter

  = P gutter x S gutter

  = 3 m x 1,75 x 10^{-4} m/m

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

<u>V- Notch</u>

- Jumlah V notch

  Dimana tiap panjang weir = 3 m maka jumlah v notch

  $=\frac{panjang\ weir}{jarak\ vnotch+lebar\ v\ notch}$

  $=\frac{3}{0,3+0,1}$

  = 7,5 buah

- Debit mengalir tiap v notch

  $=\frac{Q}{jumlah\ v\ notch}$

  $=\frac{0,0125\ \text{m3/detik}}{7,5\ buah}$

  =0,0016 m3/detik

- Tinggi peluapan melalui V notch (H)

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

  0,0125 m^3/detik = $\frac{8}{15}$ (0,6)$\sqrt{2\ x\ 9{,}81}\ x\ tan\ \frac{45}{2}\ x\ H^{5/2}$

  H = 0,1 m

<u>Saluran Pengumpul</u>

b. Data Perencanaan

   - Q saluran = 0,1 m3/s
   - Kecepatan = 0,5 m/s
   - lebar saluran = lebar settling = 9 m
   - Tinggi saluran = 3m

- Waktu detensi = 60 detik = 1 menit

c. Perhitungan

- Volume saluran = Q x td = 0,1 m3/detik x 60 detik= 6 m^3
- Luas saluran (A)= $\frac{V}{B}$= $\frac{6\ m3}{9m}$= 0,66 m^2
- Dimensi saluran pengumpul

  Direncanakan L : H = 2 : 1 maka :

  A = L x H

  0,66 m2 = 2H xH

  0,66 m2 = $2H^2$

  H = 0,6m

  L = 2 x 0,6 m = 1,2 m

  H total = H + Freeboard (20%)

  =0,6m + 0,12m = 0,72m

- Jari-jari hidrolis (R)

  R= $\frac{Luas\ keliling\ basah}{keliling\ penampang\ basah}$= $\frac{B\ X\ H}{B+2H}$=$\frac{9\ X\ 0{,}6}{9+2(0{,}6)}$= 0,53 m

- Slope saluran (S)

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

  =$\left(\frac{0{,}5\ x\ 0{,}013}{0{,}53^{2/3}}\right)^2$

  = 9,8 x 10^{-5} m/m

- Headloss saluran pembawa (Hf)

  Hf = s x l

  = 9,8 x 10^{-5} m/m x 0,72

  =0,00007m

<u>Saluran Pipa Outlet</u>

d. Kriteria perencanaan

- Kecepatan aliran pipa (v) = 0,6 – 1,5 m/s (Al layla,1978 hal 67)

e. Data perencanaan

- Q masuk = 0,1 m3/s
- Kecepatan pipa (v) = 1 m/s

f. perhitungan

- Diameter pipa

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

  $= \left(\frac{0{,}1 m3detik\ x\ 4}{1\ x\ 3{,}14}\right)^{1/2}$

  = 0,36 m

- V check

  V $= \frac{Q}{A} = \frac{4x\ 0{,}1\ m3/s}{3{,}14\ x\ (0{,}36\ m)^{\ 2}}$ = 0,98m/detik

Resume:

Gutter dan Weir

- Q unit outlet = 0,025 m^3/detik
- Panjang total weir (Pw)= 6,25 m
- Panjang tiap pelimpah(P) = 3,125 m
- Debit tiap pelimpah (Q)= 0,0125 m^3/detik
- Luas saluran setiap pelimpah (A) =0,025 m^2
- Tinggi (h) dan lebar (B) pelimpah

  Direncanakan h : B = 1 : 2 maka :

  h = 0,1 m

  B = 0,2m

- Ketinggian air pada gutter (h air)=0,20 m
- Ketinggian freeboard (h fb)= 0,06 m
- Tinggi gutter (h gutter) = 0,26 m
- Lebar saluran gutter= 0,5 m
- Jari-jari hidrolis gutter= 0,5 m
- Luas basah gutter (A gutter)=0,156 m^2
- Slope gutter=1,75 x 10^{-4} m/m
- Headloss pada gutter= 5,2 x 10^{-4}m

V- Notch

- Jumlah V notch= 7,5 buah
- Debit mengalir tiap v notch =0,0016 m3/detik
- Tinggi peluapan melalui V notch (H) = 0,1 m

Saluran Pengumpul

- Volume saluran = 6 m^3
- Luas saluran (A)= 0,66 m^2
- Dimensi saluran pengumpul

  Direncanakan L : H = 2 : 1 maka :

  H = 0,6m

  L = 2 x 0,6 m = 1,2 m

  H total = 0,72m
- Jari-jari hidrolis (R) = 0,53 m
- Slope saluran (S)= 9,8 x 10^{-5} m/m
- Headloss saluran pembawa (Hf)=0,00007m

Saluran Pipa Outlet

- Diameter pipa= 0,36 m
- V check = 0,98m/detik (memenuhi 0,6 – 1,5 m/s)

5.6. Unit Filtrasi

1. Inlet

a. Kriteria Perencanaan

- Kecepatan(v) air masuk ke pipa inlet =0,6–1,5m/ dt

  (Sumber:Al-Layla,1978hal67)
- Menggunakan pipa Cast Iron dengan nilai C = 130

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

b. Data Perencanaan :

- Debit yang diproduksi =100 l/det = 0,1 m^3/detik (Study Case)
- Kecepatan(v) =1 m/dt (Kriteria Perencanaan)
- Menggunakan pipa Cast Iron dengan niaiC=130

  (Sumber: Evett, J. B. & Cheng Liu, 1987. Fundamental sof Fluids Mechanics.)

  http://www.pipacastiron.com/products/detail/145/cast_iron_pipa/#.YKUMnb4zbIU
- Jumlah bak filtrasi = 4 unit

c. Perhitungan

- Total debit tiap pipa outlet unit sedimentasi ke unit filtrasi

  Q = 0,025 m3/detik x 4 unit

  = 0,1 m3/detik (menggunakan 4 bak)
- Debit dibagi ke 4 unit filtrasi

  $Q = \frac{Q\ Kapasitas\ produksi}{\Sigma\ bak} = \frac{0{,}1 \text{m3/detik}}{4} = 0{,}025$ m3/det
- Luas Penampang pipa inlet (A)

  $A = \frac{Q}{V} = \frac{0{,}025 \text{ m3/det}}{1} = 0{,}025$ m2
- Diameter Pipa Inlet (D)

  $D = \left[\frac{4\ x\ A}{\pi}\right]^{0{,}5} = \left[\frac{4\ x\ 0{,}025}{3{,}14}\right]^{0{,}5} = 0{,}18$ m = 7 inchi
- Cek Kecepatan

  $v = \frac{4\ x\ Q}{\pi\ x\ D2} = \frac{4 \text{ x } 0{,}025 \frac{\text{m3}}{\text{det}}}{3{,}14\ x\ 0{,}18^2}$

  = 0,98 m/s (memenuhi range 0,6-1,5m/s)

Resume

- Debit tiap pipa inlet = 0,025 m3/detik
- Luas Penampang Pipa Inlet = 0,025 m2
- Diameter Pipa Inlet = 0,18 m = 7 inchi
- Check Kecepatan = 0,98 m/s (memenuhi range 0,6-1,5m/s)

2. Dimensi Unit Filtrasi

a. Kriteria Perencanaan

- Kecepatan penyaringan (v penyaringan) = 6 - 11 m/jam
  (Sumber : Masduqi dan Assomadi, (2016), Operasi & Proses Pengolahan Air hal 172)
- Perbandingan Bak Filtrasi = l : w = 1 : 1 hingga 2 : 1
  (Sumber : Masduqi dan Assomadi, (2016), Operasi & Proses Pengolahan Air hal 188)

b. Data Perencanaan :

- Debit (Q) = 0,1 m3/detik
- Kecepatan penyaringan (v penyaringan) = 8 m/jam
  = 0,002222 m/detik
- Perbandingan Bak Filtrasi = l : w = 2 : 1

c. Perhitungan

- Jumlah bak (n)

  N = 12 x $Q^{0,5}$

  = 12 x $(0,1 m3/detik)^{0,5}$

  = 3,79

  = 4 unit

- Debit tiap bak filter (Qf)

  Qf = $\frac{Q}{n} = \frac{0,1}{4} = 0,025 m3/detik$

- Luas tiap unit filter (Af)

  Af = $\frac{Q}{V\ Penyaringan} = \frac{0,025 m3/detik}{0,002222\ m/detik}$ = 11,25 m2

- Dimensi Bak

  Dimana l : w = 2:1

  l = 2w

  A = l x w

  11,25 = 2w x w

  11,25 = $2w^2$

  75,625 = w^2

  w = 2,37m

  Lebar (w) = 2,37 m

  Panjang (l) = 4,74 m

- Bak Penampung setelah inlet

  Tinggi bak penampung = tinggi bak filtrasi = 2,64 m

  Lebar bak penampung = lebar bak filtrasi =2,37 m

  Panjang bak penampung direncanakan = 1,5 m

- Pintu air

  Tinggi pintu air = tinggi bak penmpung =2,64 m

  Lebar pintu air = lebar gutter = 1 m

Resume

- Jumlah bak (n) = 4 buah
- Debit tiap bak filter (Qf) = 0,025 m3/detik
- Luas tiap unit filter (Af) = 11,25 m2
- Lebar (w) = 2,37 m
- Panjang (l) = 4,74 m
- Tinggi bak penampung = tinggi bak filtrasi = 2,64 m
- Lebar bak penampung = lebar bak filtrasi =2,37 m
- Panjang bak penampung direncanakan = 1,5 m
- Tinggi pintu air = tinggi bak penmpung =2,64 m
- Lebar pintu air = lebar gutter = 1 m

3. Analisa Ayakan Media Filter

1. Kriteria Perencanaan
   1. Media Pasir
      - Tebal (L) = 60 – 75 cm
      - Ukuran butiran (d) = 0,5 – 2,0 mm
      - Specific gafity (Ss) = 2,55 – 2,65 g/cm3
      - Efective size (Es) ≥ 0,45 mm
      - Uniform coefisien (UC) = 1,5 – 1,7
   2. Media Intrasit
      - Tebal (L) = 25 – 30 cm
      - Ukuran butiran (d) = 0,5 – 1,9 mm
      - Specific grafity (Ss) = 1,2 – 1,6 g/cm3
      - Efective size (Es) ≥ 0,7 mm
      - Uniform coefisien (UC) = 1,6 – 1,8
      - Tebal media filter = 1 meter
      - Uniform coefficient filter = ≤ 1,5
   3. Media Penyangga
      - Tebal (L) = 30 – 60 cm
      - Ukuran butiran (d) = 0,3 – 6 cm
      - Specific grafity (Ss) = 2,55 – 2,65 g/cm3

        (Sumber : Al Layla, MA. "Water Supply Engineering Design". 1991)
2. Data Perencanaan
   1) Antrasit
      - Ss = 1,5 g/cm3
      - ψ (shape faktor) = 0,7 (Davis tahun 2010 hal 11-43)
      - Porositas (f) = 0,48
   2) Pasir
      - Ss = 2,65 g/cm3
      - ψ (shape faktor) = 0,83 (Davis tahun 2010 hal 11-43)
      - Porositas (f) = 0,4 (masduqi & assomadi 2012 hal 179)

3) Kerikil

- Ss = 2,65 g/cm3
- ψ (shape faktor) = 0,98
- Porositas (f) = 0,38

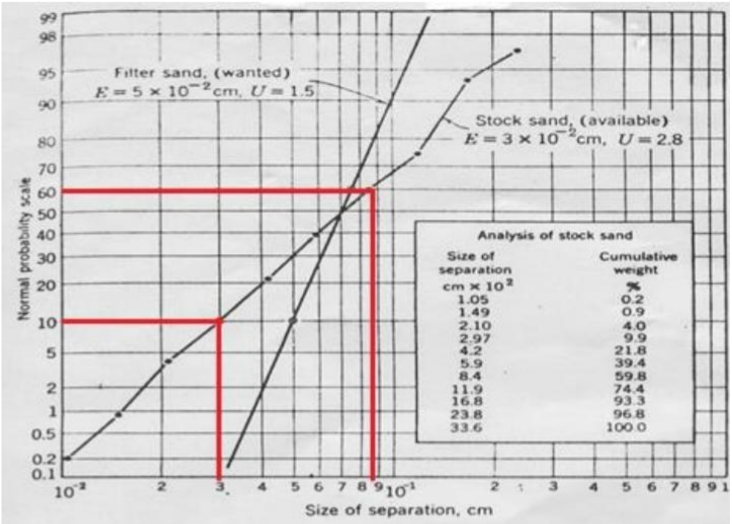
3. Perhitungan

1) Media Pasir

Dilakukan analisa ayakan dengan hasil pada tabel sebagai berikut dibawah ini:

Tabel 4. 1 Analisa Ayakan

D.Media (x0,01cm)	%MediaTertahan
33,6	0
23,8	3,2
16,8	3,5
11,9	18,9
8,4	14,6
5,9	20,4
4,2	17,6
2,97	11,9
2,1	5,9
1,49	3,1
1,05	0,7



Gambar 4. 13 Grafik Probability

Sumber : Fair,Geyer dan Okun, 1981

Hasil analisa ini kemudian diplotkan pada gafik probability (Fair, Geyer dan Okun, 1981) dengan diameter butiran pada sumbu horizontal (skala log) dan prosentase butiran

Berdasarkan hasil pengeplotan data stock pasir pada grafik probability, diperoleh :

1. Effective Size (ES) = D_{10}

   Yaitu ukuran diameter yang paling efektif didalam menyaring, biasanya diameter adalah 10% dari tebal media bagian atas atau 10% dari fraksi berat dengan diameter sama

   dan lebih kecil dari diameter tersebut.

   Dari grafik tersebut didapat D_{10} = 3.10-2 cm

2. D_{60}

   Yaitu diameter dimana 60% dari total berat pasir terdiri dari butir – butir yang berdiameter sama dan lebih kecil dari diameter tersebut.

   Dari grafik diperoleh D_{60} = 8,5.10-2 cm.

3. Uniform Coefficient (UC)

Yaitu angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara. Ukuran diameter pada 60% fraksi berat terhadap ukuran efektif diameter (dari kriteria perencanaan UC = 1,5 – 1,7).

UC = $\frac{D60}{D10}$= $\frac{8,5\ x\ 10^{-2}}{3,5\ x\ 10^{-2}}$= 2,8 (tidak memenuhi UC = 1,5-1,7)

Karena UC tidak memenuhi kriteria, maka direncanakan pasir filter sebagai berikut:

1) Pasir Filter

   Direncanakan pasir dengan UC = 1,5 (karena diperkirakan ukuran ini memenuhi ukuran pasir dalam sistem dual media

   UC = $\frac{D60}{D10}$

   ES = D_{10} = 5 x 10^{-2}cm sehingga

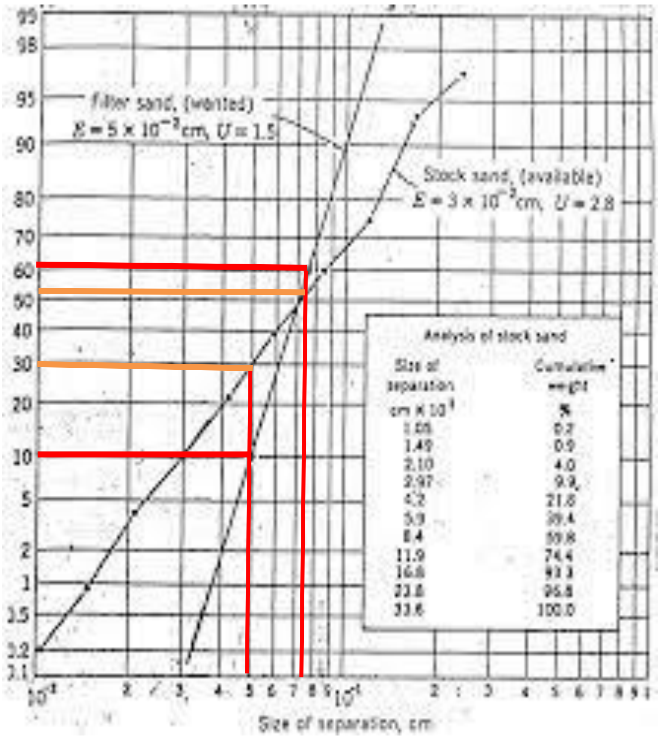
   D_{60} = UC X ES = 1,5 x 5 x 10^{-2} = 7,5 x 10^{-2}

2) Prosentase Pasir Filter

   Nilai D10 dan D60 dari pasir yang direncanakan tersebut, diplotkan pada grafik dan hubungan secara garis lurus. Grafik tersebut adalah grafik pasir yang diinginkan. Kemudian ditarik garis vertikal dari ukuran D10 dan D60 pasir filter yang diinginkan pada grafik stok pasir, sehingga didapatkan:

   D10 = 30 % (prosentase pasir dengan diameter < 5.10-2 cm)

   D60 = 53 % (prosentase pasir dengan diameter < 7,5.10-2 cm)



Gambar 4. 14 Grafik Stock Pasir

Sumber : Fair,Geyer dan Okun, 1981

a. Prosentase pasir yang digunakan

P usable = 2(%D60-%D10)

= 2(53%-30%)

= 2(23%)

= 46%

b. Prosentase pasir halus

P too fine = (%D10)-(0,1 Pusable)

= (30%) – (0,1x 46%)

= 25,4%

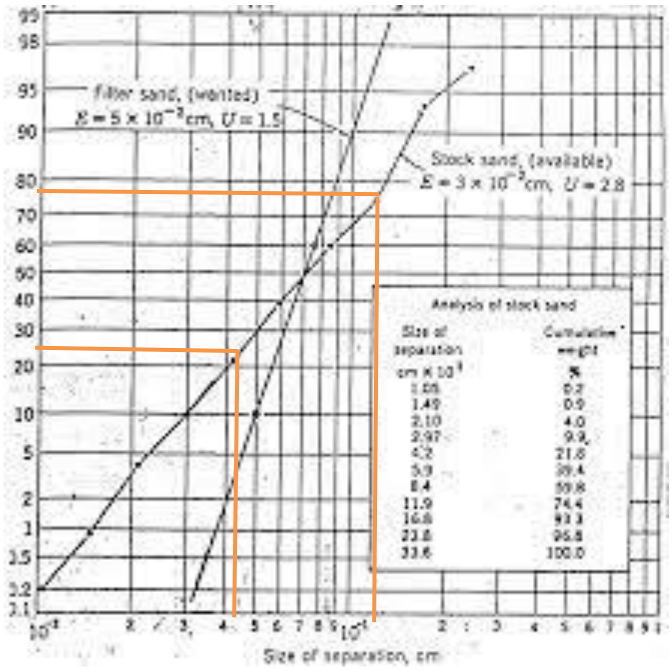
c. Prosentase Pasir Kasar

P too coarse = P usable + P too fine

= 52%+25,4

= 77,4 %

Dari grafik pasir yang ada, dicari diameter pasir dengan prosentase Ptoo fine dan Ptoo coarse yang didapat dari perhitungan dengan cara melihat % kumulatif media yang lolos, sehingga diperoleh:



Gambar 4. 15 Grafik Stock Pasir

Sumber : Fair,Geyer dan Okun, 1981

- P too fine = 25,4 % maka Ø pasir = 4,5 x 10^{-2}cm
- P too coarse = 77,4 % maka Ø pasir = 1,3 x 10^{-1} cm

maka pasir yang digunakan untuk filter adalah :

4,5 x 10^{-2}cm <Ø <1,3 x 10^{-1} cm

Kemudian dilakukan perhitungan Ø pasir yang memenuhi persyaratan dengan fraksi berat masing-masing diameter. Berikut ini Tabel yang menjelaskan distribusi media pasir:

Tabel 4. 2 Diatribusi Media Pasir

Diameter 10-2	% Berat	% Fraksi terhadap Stock	%Fraksi terhadap Media Filter
4,2	21,8		
		3,1	6,2

4,5	24,9		
		14,5	29,0
5,9	39,4		
		20,4	40,8
8,4	59,8		
		14,6	29,2
11,9	74,4		
		4,2	8,5
13	78,6		
		14,7	29,3
16,8	93,3		

Sumber : Perencanaan

Keterangan Tabel:

Kolom 2 = dari grafik probability (kumulatif weight)

Kolom 3 = selisih antara % berat d2 dan d1

Kolom 4 = 2 x (% berat d2 - % berat d1)

2) Media Antrasit

Media pasir direncanakan menggunakan dual media yaitu pasir dan antrasit, maka 30 % media pasir diganti dengan media antrasit pada bagian atas, dan dengan diameter pasir yang diganti adalah 4,5x 10^{-2}cm sampai dengan 5,9x 10^{-2} cm

Diameter media antrasit pengganti

$$d_a = d_p \frac{\psi p}{\psi a}\left[\frac{Pp-1}{Pa-1}\right]^{1/2}$$

dimana:

ψp = shape pasir (0,8)

ψa = shape antrasit (0,7)

ρ_p = densitas pasir (2,65)

ρ_a = densitas antrasit (1,5)

Antrasit ini digunakan agar tujuan dari kedalaman filter media untuk meremoval suspended solid dapat tercapai. Dengan menggunakan persamaan berikut:

Untuk diameter pasir (dp) = 4,5.10^{-2}cm

$$da = 4{,}5.\ 10^{-2} x\ \frac{0{,}8}{0{,}7}\left[\frac{2{,}65-1}{1{,}5-1}\right]^{1/2} = 9{,}34.\ 10^{-2} cm$$

Untuk diameter pasir (dp) = $5{,}9.10^{-2}$cm

$$da = 5{,}9\ .\ 10^{-2} x\ \frac{0{,}8}{0{,}7}\left[\frac{2{,}65-1}{1{,}5-1}\right]^{1/2} = 12{,}25.\ 10^{-2} cm$$

Dengan demikian diketahui media antrasit pengganti memiliki diameter antara $9{,}34.\ 10^{-2}$ cm sampai $12{,}25.\ 10^{-2}$ cm. Selanjutnya dapat diketahui distribusi fraksi media yang digunakan melalui Tabel berikut:

Tabel 4. 3 Distribusi Fraksi Media

Media	Diameter 10^{-2}	Tebal (cm)	% Fraksi (Pi)	Geometric Mean Size di (10^{-2} cm)	di	Pi/di^2
Antrasit	9,34			10,8	10,69649	0,87
	12,25	30	100%			
	Total	30				0,87
Pasir	5,9			7,2	7,039886	1,17
	8,4	40,8	58%			
	11,9	29,2	42%	12,5	12,43785	0,27
	13					
	Total	70				1,44

Sumber: Perencanaan

$$Pi = \frac{Tebal\ media\ dengan\ diameter\ tertentu}{Tebal\ Media\ tertentu\ total}$$

Geometric Mean Size =diameterrata-rata (di)

Di =(Ø terkecil x Ø terbesar)$^{1/2}$

3) Media Penyangga

Media ini terdiri dari kerikil dengan karakteristik seperti pada Tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Karakteristik Media Kerikil

Diameter 10^{-2}	Tebal (cm)	% Fraksi (Pi)	Geometric Mean Size di (10^{-2} cm)	di	Pi/di²
64					
	10	17%	95,5	90,15542	0,002092
127					
	20	33%	158,5	155,3383	0,001368
190					
	30	50%	225	222,2611	0,001012
260					
Total	60	100%			0,004471

Sumber : Perencanaan

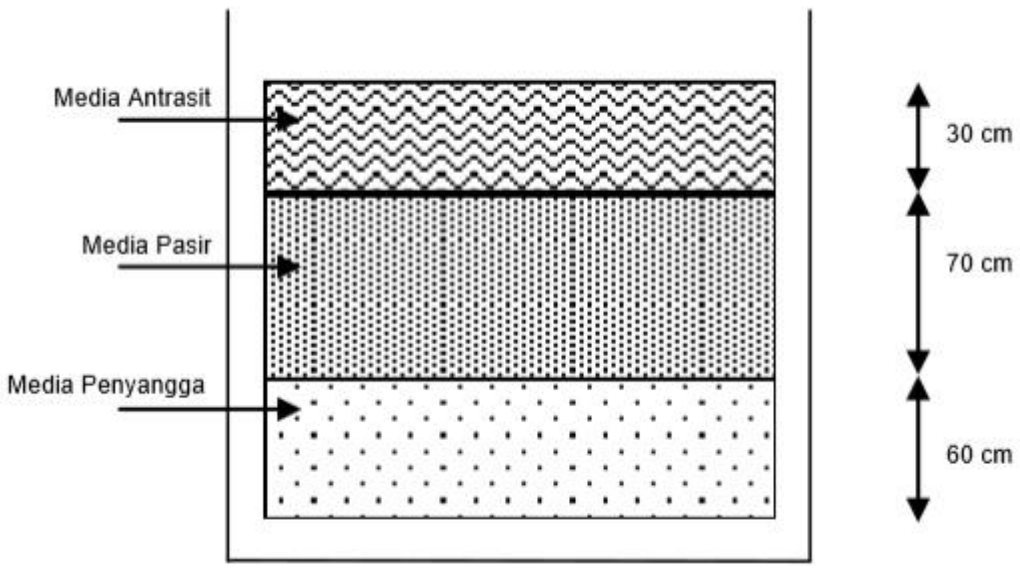
Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, dapat ditampilkan susunan media filter dan tebal masing-masing lapisan:

Media antrasit = 30 cm

Media pasir = 70 cm

Media Kerikil = 60 cm

Sketsa filter media dapat dilihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 4. 16 Lapisan Media

Sumber : Perencanaan

4. Hidrolika Filter Constant Rate

1. Kehilangan Tekanan Media Filter

   Headloss pada media filter

   $\frac{Hf}{L}$= K x $\frac{\upsilon}{g}$ $x\ Vf\ x\ \frac{(1-f)^2}{f^3}\ x \left[\frac{6}{\psi}\right]^2 x\ \Sigma \frac{Pt}{di^2}$

   hf = kehilangan tekanan (m)

   L = tebal media (m)

   K = konstanta

   v = kecepatan filtrasi (m/det)

   f = faktor porositas

   g = percepatan gravitasi (m/det2)

   ψ = faktor sperisitas (shape factor)

   υ = viskositas kinematis (m2/det

   a. Direncanakan

      1) f = porositas (Antrasit = 0,48; Pasir = 0,4; Kerikil = 0,38)

      2) ψ = shape faktor (Antrasit = 0,7; Pasir = 0,83; Kerikil = 0,98)

      3) υ = 0,827 x 10^{-2} cm2/s

      4) Vf = 8 m/jam = 0,22 cm/s

      5) K = 5

   b. Perhitungan

      1) Media antrasit (Hfa)

         $\frac{Hfa}{30}$= 5 x $\frac{0,827 \text{ x } 10^{-2}}{981}$ $x\ 0,2\ x\ \frac{(1-0,48)^2}{0,48^3}\ x \left[\frac{6}{0,7}\right]^2 x\ 0,87$

         = 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 2,44x 73,46 x 0,87 x 30

         Hfa = 0,039cm = 0,00039m

      2) Media pasir (Hfp)

         $\frac{Hfa}{70}$= 5 x $\frac{0,827 \text{ x } 10^{-2}}{981}$ $x\ 0,2\ x\ \frac{(1-0,4)^2}{0,4^3}\ x \left[\frac{6}{0,83}\right]^2 x\ 1,44$

         = 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 5,625x 52,25 x 1,44 x 70

         Hfp = 0,249cm = 0,00249 m

      3) Media kerikil (Hfk)

         $\frac{Hfa}{60}$= 5 x$\frac{0,827 \text{ x} 10^{-2}}{981}$ $x\ 0,2\ x\ \frac{(1-0,38)^2}{0,38^3}\ x \left[\frac{6}{0,98}\right]^2 x\ 0,004$

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 7 x 25,20 x 0,004x 60

Hfk = 3,56 x 10 -4cm = 3,56 x 10-6 m

Jadi Hf total pada media saat bersih untuk semua bak beroperasi:

Hf total = Hfa + Hfp + Hfk

= 0,00039m + 0,00249 m + 3,56 x 10-6 m

= 2,88 x 10^{-3}m

Perhitungan per tebal diameter

1) Media antrasit (Hfa) (12,25 x 10^{-2} cm)

$\frac{Hfa}{30}$= 5 x $\frac{0,827 \text{ x } 10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,48)^2}{0,48^3}$ $x \left[\frac{6}{0,7}\right]^2$ x 0,87 x 30 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 2,44x 73,46 x 0,87 x 30 x 30cm

Hfa = 0,039cm x 30 cm

= 0,0117m

2) Media pasir (Hfp) (8,4 x 10^{-2} cm)

$\frac{Hfa}{70}$= 5 x $\frac{0,827 \text{ x } 10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,4)^2}{0,4^3}$ $x \left[\frac{6}{0,83}\right]^2$ x 1,44 x 40,8 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 5,625x 52,25 x 1,44 x 70 x 40,8 cm

Hfp = 0,249cm x 40,8 cm

= 0,101 m

3) Media pasir (Hfp) (11,9 x 10^{-2} cm)

$\frac{Hfa}{70}$= 5 x $\frac{0,827 \text{ x } 10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,4)^2}{0,4^3}$ $x \left[\frac{6}{0,83}\right]^2$ x 1,44 x 29,2 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 5,625x 52,25 x 1,44 x 70 x 29,2cm

Hfp = 0,249cm x 29,2cm

= 0,072 m

Hfp total = 0,173 m

4) Media kerikil (Hfk) (127 x 10 $^{-2}$ cm)

$\frac{Hfa}{60}$= 5 x$\frac{0,827 \text{ x} 10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,38)^2}{0,38^3}$ $x \left[\frac{6}{0,98}\right]^2$ x 0,004 x 10 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 7 x 25,20 x 0,004x 60 x 10 cm

Hfk = 3,56 x 10 -4cm x 10 cm

= 3,56 x 10^{-5} m

5) Media kerikil (Hfk) (190 x 10 $^{-2}$ cm)

$\frac{Hfa}{60}$= 5 x$\frac{0,827\ x10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,38)^2}{0,38^3}$ x $\left[\frac{6}{0,98}\right]^2$ x 0,004 x 20 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 7 x 25,20 x 0,004x 60 x 20 cm

Hfk = 3,56 x 10 -4cm x 20 cm

= 7,12 x 10^{-5} m

6) Media kerikil (Hfk) (260 x 10^{-2} cm)

$\frac{Hfa}{60}$= 5 x$\frac{0,827\ x10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,38)^2}{0,38^3}$ x $\left[\frac{6}{0,98}\right]^2$ x 0,004 x 30 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 7 x 25,20 x 0,004x 60 x 30 cm

Hfk = 3,56 x 10 -4cm x 30 cm

= 1,068 x 10^{-4} m

Hfk total = 2,136 x 10^{-4} m

Jadi Hf total pada media saat bersih untuk semua bak beroperasi berdasarkan diameter media:

Hf total = Hfa + Hfp + Hfk

= 0,0117m + 0,173 m + 2,136 x 10^{-4} m

= 0,1849 m

2. Kehilangan Tekanan Media Filter Saat Clogging

a. Direncanakan

Clogging terjadi saat porositas (f) = f saat bersih x (0,6 – 0,8). Pada perencanaan ini dipakai nilai 0,8. Maka hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

- porositas Antrasit = 0,48 x 0,8 = 0,384
- porositas Pasir = 0,4 x 0,8 = 0,32
- porositas Kerikil = 0,38 x 0,8 = 0,304
- ψ = shape faktor (Antrasit = 0,7 ; Pasir = 0,83; Kerikil = 0,98)
- Vf = 8 m/jam = 0,22 cm/s

b. Perhitungan

1) Media antrasit (Hfa)

$\frac{Hfa}{30}$= 5 x $\frac{0,827\ x\ 10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,384)^2}{0,384}$ x $\left[\frac{6}{0,7}\right]^2$ x 0,87

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 6,7x 73,46 x 0,87 x 30

Hfa = 0,107cm = 0,00107m

2) Media pasir (Hfp)

$\frac{Hfa}{70}$= 5 x $\frac{0,827 \text{ x } 10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,32)^2}{0,32^3}$ $x \left[\frac{6}{0,83}\right]^2$ x 1,44

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 14,11x 52,25 x 1,44 x 70

Hfp = 0,626cm = 0,00626 m

3) Media kerikil (Hfk)

$\frac{Hfa}{60}$= 5 x$\frac{0,827 \text{ x}10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,304)^2}{0,304^3}$ $x \left[\frac{6}{0,98}\right]^2$ x 0,004

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 17,24 x 25,20 x 0,004x 60

Hfk = 8,78 x 10 -4cm = 8,78 x 10-6 m

Jadi Hf total pada media saat bersih untuk semua bak beroperasi:

Hf total = Hfa + Hfp + Hfk

= 0,00107m + 0,00626 m + 8,78 x 10-6 m

= 7,33 x 10^{-3}m

A. Perhitungan per tebal diameter

1) Media antrasit (Hfa) (12,25 x 10^{-2} cm)

$\frac{Hfa}{30}$= 5 x $\frac{0,827 \text{ x } 10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,384)^2}{0,384}$ $x \left[\frac{6}{0,7}\right]^2$ x 0,87 x 30 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 6,7 x 73,46 x 0,87 x 30 x 30cm

Hfa = 0,107cm x 30 cm

= 0,0321m

2) Media pasir (Hfp) (8,4 x 10^{-2} cm)

$\frac{Hfa}{70}$= 5 x $\frac{0,827 \text{ x } 10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,32)^2}{0,32^3}$ $x \left[\frac{6}{0,83}\right]^2$ x 1,44 x 40,8 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 14,11x 52,25 x 1,44 x 70 x 40,8 cm

Hfp = 0,626cm x 40,8 cm

= 0,255 m

3) Media pasir (Hfp) (11,9 x 10^{-2} cm)

$\frac{Hfa}{70}$= 5 x $\frac{0,827 \text{ x } 10^{-2}}{981}$ x 0,2 x $\frac{(1-0,32)^2}{0,32^3}$ $x \left[\frac{6}{0,83}\right]^2$ x 1,44 x 29,2 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 14,11 x 52,25 x 1,44 x 70 x 29,2cm

Hfp = 0,626cm x 29,2cm

= 0,182 m

Hfp total = 0,437 m

4) Media kerikil (Hfk) (127 x 10 $^{-2}$ cm)

$\frac{Hfa}{60}$= 5 x$\frac{0,827 \text{ x} 10^{-2}}{981}$ x $0,2$ x $\frac{(1-0,304)^2}{0,304^3}$ $x \left[\frac{6}{0,98}\right]^2$ x $0,004$ x 10 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 17,24x 25,20 x 0,004x 60 x 10 cm

Hfk = 8,78 x 10 -4cm x 10 cm

= 8,78 x 10^{-5} m

5) Media kerikil (Hfk) (190 x 10 $^{-2}$ cm)

$\frac{Hfa}{60}$= 5 x$\frac{0,827 \text{ x} 10^{-2}}{981}$ x $0,2$ x $\frac{(1-0,304)^2}{0,304^3}$ $x \left[\frac{6}{0,98}\right]^2$ x $0,004$ x 20 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 17,24x 25,20 x 0,004x 60 x 20 cm

Hfk = 8,78 x 10 -4cm x 20 cm

= 1,756 x 10^{-4} m

6) Media kerikil (Hfk) (260 x 10 $^{-2}$ cm)

$\frac{Hfa}{60}$= 5 x$\frac{0,827 \text{ x} 10^{-2}}{981}$ x $0,2$ x $\frac{(1-0,304)^2}{0,304^3}$ $x \left[\frac{6}{0,98}\right]^2$ x $0,004$ x 30 cm

= 5 x 8,43 x 10-6x 0,2 x 17,24x 25,20 x 0,004x 60 x 30 cm

Hfk = 8,78 x 10 -4cm x 30 cm

= 2,63 x 10^{-4} m

Hfk total = 5,268 x 10^{-4} m

Jadi Hf total pada media saat bersih untuk semua bak beroperasi berdasarkan diameter media:

Hf total = Hfa + Hfp + Hfk

= 0,0321m **+ 0,437 m + 5,268 x 10^{-4} m**

= 0,469 m

5. Kontrol Intermixing

Setelah backwash ada kemungkinan terjadi pencampuran antara antrasit dan pasir. Maka dari itu harus dilakukan kontrol intermixing atau pencampuran dengan membandingkan kecepatan mengendap (Vs) dari kedua media tersebut. Pencampuran media tidak akan terjadi jika:

Vs antrasit Ø terbesar < Vs pasir Ø terkecil Persamaan yang digunakan:

Persamaan yang digunakan:

Vs = $[\frac{4}{3}\ X\ \frac{g}{Cd}\ X\ (Ss-1)x\ d]^{1/2}$

Cd = $\frac{18,5}{Nre^{0,6}}$

Nre = $\frac{\psi\ x\ Vs\ x\ d}{\upsilon}$

5. Media Antarsit
   a. Direncanakan
      - Ψ = 0,7
      - Ss = 1,4
      - Ø terbesar = 0,1225 cm (d)
   b. Perhitungan
      1. Bilangan Reynold

         Nre = $\frac{0,7\ x\ Vs\ x\ 0,1225}{0,827 \text{ x } 10^{-2}}$

         = 10,37 Vs
      2. Koefisien Drag

         Cd = $\frac{18,5}{10,37Vs^{0,6}}$

         = $\frac{1,78}{Vs^{0,6}}$
      3. Kecepatan Pengendapan Partikel

         Vs = $[\frac{4}{3}\ X\ 981\ x\ \frac{Vs^{0,6}}{1,78} X\ (1,4-1)x\ 0,1225]^{1/2}$

         = 4,26 $Vs^{0,3}$

         $Vs^{0,7}$= 4,26

         Vs = 7,92 cm/s
6. Media Pasir
   a. Direncanakan
      - Ψ = 0,83
      - Ss = 2,65

- Ø terkecil = 0,084 cm (d)

b. Perhitungan

- Bilangan Reynold

  Nre = $\frac{0{,}83\ x\ Vs\ x\ 0{,}084}{0{,}827 \text{ x } 10^{-2}}$

  = 8,43 Vs

- Koefisien Drag

  Cd = $\frac{18{,}5}{8{,}43\ Vs^{0{,}6}}$

  = $\frac{2{,}19}{Vs^{0{,}6}}$

- Kecepatan Pengendapan Partikel

  Vs = $[\frac{4}{3}\ X\ 981\ x\ \frac{Vs^{0{,}6}}{2{,}19} X\ (2{,}65 - 1) x\ 0{,}084]^{1/2}$

  = $9{,}09 Vs^{0{,}3}$

  $Vs^{0{,}7}$= 9,09

  Vs = 23,40 cm/s

Karena Vs antrasit Ø terbesar < Vs pasir Ø terkecil = 7,92 cm/s < 23,40 cm/s (memenuhi kriteria), tidak terjadi pencampuran. Dengan demikian, pasir akan mengendap terlebih dahulu, sehingga tidak akan terjadi pencampuran antara antrasit dan pasir saat backwash dilakukan.

6. Kehilangan Tekanan Backwash

a. Direncanakan

- Kecepatan filtrasi (Vf) = 8 m/jam = 0,22 cm/s
- d terbesar pasir = 11,9.10^-2 cm

b. Perhitungan

1) Bilangan Reynold

   Nre = $\frac{0{,}83\ x\ Vs\ x\ 11{,}9\ .10^{-2}}{0{,}827 \text{ x } 10^{-2}}$

   = 11,64 Vs

2) Koefisien Drag

   Cd = $\frac{18{,}5}{11{,}64 Vs^{0{,}6}}$

   = $\frac{1{,}59}{Vs^{0{,}6}}$

3) Kecepatan Pengendapan Partikel

Vs $= [\frac{4}{3}\ X\ 981\ x\ \frac{Vs^{0,6}}{1,59} X\ (2,65-1) x\ 11,9.10^{-2}\ ]^{1/2}$

Vs= $12,7\ Vs^{0,3}$

$Vs^{0,7}$=12,7

Vs = 37,7 cm/s

Syarat terjadinya ekspansi :

f $< \left[\frac{Vvp}{Vs}\right]^{0,22}$ atau Vvp > Vs x $f^{4,5}$

dimana Vvp = Vbw (V backwash), maka :

Vbw > Vs x $f^{4,5}$

Vbw > 37,7 x $0,4^{4,5}$

Vbw > 0,61 cm/s

Karena syarat Vbw harus > 0,61 cm/s, maka direncanakan Vbw = 0,7 cm/s

7. Ekspansi Media Filter

Ditentukan :

Persamaan-persamaan yang digunakan

Porositas Ekspansi

(fe) =$(\frac{Vbw}{Vs})^{0,22}$

Tinggi Media Terekspansi

$Le\ = li\ x\ (1-f)\ x\ \sum \frac{pi}{1-fe}$

Prosentase Ekspansi

H = $\frac{Le-Li}{Li}$ x 100%

1. Ekspansi Media Antrasit
   - Direncanakan
     - d terbesar = $12,25 \times 10^{-2}$ cm
     - Vs = 7,92 cm/s
     - f = 0,48
   - Perhitungan
   - Bilangan Reynold

$$\text{Nre} = \frac{0{,}7\ x\ Vs\ x\ 0{,}1225}{0{,}827 \text{ x } 10^{-2}}$$

$= 10{,}37$ Vs

- Koefisien Drag

$$\text{Cd} = \frac{18{,}5}{10{,}37 Vs^{0{,}6}}$$

$$= \frac{1{,}78}{Vs^{0{,}6}}$$

- Kecepatan Pengendapan Partikel

$$\text{Vs} = [\frac{4}{3}\ X\ 981\ x\ \frac{Vs^{0{,}6}}{1{,}78} X\ (1{,}4 - 1) x\ 0{,}1225]^{1/2}$$

$= 4{,}26\ Vs^{0{,}3}$

$Vs^{0{,}7} = 4{,}26$

Vs = 7,92 cm/s

- Kontrol terjadi ekspansi

$(\frac{Vbw}{Vs})^{0{,}22}$ = fe > f

$(\frac{0{,}7}{7{,}92})^{0{,}22}$ = 0,58 > 0,48

Maka distribusi media antrasit dijelaskan dalam Tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Distribusi Ekspansi Media Antrasit

Diameter 10-2	Geometric Mean Size di (10-2 cm)	Tebal (cm)	Vs (cm/detik)	Fe	%fraksi (Pi)	Pi/(1-Fe)
9,34	10,8					
12,25		30	7,92	0,58	100%	2,4
Total		30				2,4

Sumber : Perencanaan

- Tinggi Media Terekspansi

$$Le = li\ x\ (1 - f)\ x\ \sum \frac{pi}{1-fe}$$

$$Le = 30\ x\ (1 - 0{,}48)\ x\ 2{,}4$$

Le = 37,44 cm

- Prosentase Media Antrasit terekspansi

  H = $\frac{Le-Li}{Li}$ x 100%

  H = $\frac{37,44-30}{30}$ x 100%

  H = 24,8%

2. Ekspansi Media Pasir

- Direncanakan
  - D =8,4 x 10^{-2} - 11,9 x 10^{-2} cm
  - f = 0,4
  - f = porositas (Antrasit = 0,48; Pasir = 0,4; Kerikil = 0,38)
  - ψ = shape faktor (Antrasit = 0,7; Pasir = 0,83; Kerikil = 0,98)
  - υ = 0,827 x 10^{-2} cm2/s

- Perhitungan

  Kecepatan pengendapan untuk diameter 8,4 x 10^{-2} cm

  - Bilangan Reynold

    Nre = $\frac{0,83\ x\ Vs\ x\ 0,084}{0,827 \text{ x } 10^{-2}}$

    = 8,43 Vs

  - Koefisien Drag

    Cd = $\frac{18,5}{8,43\ Vs^{0,6}}$

    = $\frac{2,19}{Vs^{0,6}}$

  - Kecepatan Pengendapan Partikel

    Vs = $[\frac{4}{3}\ X\ 981\ x\ \frac{Vs^{0,6}}{2,19} X\ (2,65-1) x\ 0,084]^{1/2}$

    = $9,09 Vs^{0,3}$

    $Vs^{0,7}$= 9,09

    Vs = 23,40 cm/s

  - Kontrol terjadi ekspansi

    $(\frac{Vbw}{Vs})^{0,22}$ = fe > f

$(\frac{0,7}{23,40})^{0,22}$= 0,46> 0,4 (memenuhi kriteria)

Kecepatan pengendapan untuk diameter 11,9 x 10^{-2} cm

- Bilangan Reynold

  Nre = $\frac{0,83\ x\ Vs\ x\ 11,9\ .10^{-2}}{0,827\ \text{x}\ 10^{-2}}$

  = 11,64 Vs

- Koefisien Drag

  Cd = $\frac{18,5}{11,64Vs^{0,6}}$

  = $\frac{1,59}{Vs^{0,6}}$

- Kecepatan Pengendapan Partikel

  Vs = $[\frac{4}{3}\ X\ 981\ x\ \frac{Vs^{0,6}}{1,59} X\ (2,65-1) x\ 11,9.10^{-2}\ ]^{1/2}$

  Vs= $12,70Vs^{0,3}$

  $Vs^{0,7}$=12,70

  Vs = 37,74 cm/s

- Kontrol terjadi ekspansi

  $(\frac{Vbw}{Vs})^{0,22}$ = fe > f

  $(\frac{0,7}{37,74})^{0,22}$ = 0,41> 0,4 (memenuhi kriteria)

Tabel 4. 6 Distribusi Ekspansi Media Pasir

Diameter 10-2	Geometric Mean Size di (10-2 cm)	Tebal (cm)	Vs (cm/detik)	Fe	%fraksi (Pi)	Pi/(1-Fe)
5,9	7,2					
8,4		40,8	23,4	0,46	58%	1,1
11,9	12,5	29,2	37,7	0,41	42%	0,7
13						
Total						1,8

Sumber : Perencanaan

- Tinggi Media Terekspansi

$Le = li\ x\ (1 - f)\ x\ \sum \frac{pi}{1-fe}$

$Le = 70\ x\ (1 - 0{,}4)\ x\ 1{,}8$

Le = 75,6 cm

- Prosentase Media Pasir terEkspansi

  H = $\frac{Le-Li}{Li}$ x 100%

  H = $\frac{75{,}6-70}{70}$ x 100%

  H = 8%

Kehilangan Tekanan Media Filter Selama Ekspansi

1) Media Antrasit

   Hf = Le (1-f) x (Ss -1)

   = 37,44 (1-0,48) x (1,4-1)

   = 7,78cm

2) Media Pasir

   Hf = Le (1 – f) x (Ss – 1)

   = 75,6 (1 – 0,4) x (2,65 – 1)

   = 74,84 cm

3. Ekspansi Media Penyangga

Kerikil sebagai media penyangga tidak akan terekspansi, karena V backwash yang digunakan adalah kecepatan untuk menaikkan pasir dengan diameter terbesar dan tidak berlaku untuk kerikil yang diameter yang lebih besar dari pasir.

Kontrol terjadinya ekspansi:

Syarat: Vvp < Vs x $f^{4,5}$

a. Direncanakan

- Diameter terkecil = 127 x 10^{-2} cm
- f = porositas (Antrasit = 0,48; Pasir = 0,4; Kerikil = 0,38)
- ψ = shape faktor (Antrasit = 0,7; Pasir = 0,83; Kerikil = 0,98)
- υ = 0,827 x 10^{-2} cm2/s

b. Perhitungan

- Bilangan Reynold

Nre = $\frac{0,83\ x\ Vs\ x\ 127\ x10-2}{0,827 \text{ x } 10^{-2}}$

= 127,46 Vs

- Koefisien Drag

Cd = $\frac{18,5}{127,46 \text{ Vs}^{0,6}}$

= $\frac{0,145}{Vs^{0,6}}$

- Kecepatan Pengendapan Partikel

Vs = $[\frac{4}{3}\ X\ 981\ x\ \frac{Vs^{0,6}}{0,145} X\ (2,65 - 1) x\ 127 x 10^{-2}\ ]^{1/2}$

Vs= $137,49 Vs^{0,3}$

$Vs^{0,7}$=137,49

Vs = 1134,15cm/s

Maka:

1) Vvp = Vs x f ^{4,5}

= 36 cm/s x 0,38 ^{4,5}

= 14,57 cm/s

0,7 cm/detik < 14,57cm/s (memenuhi kriteria Vbw < Vvp)

Karena Vbw < Vvp, maka pada media kerikil tidak terjadi ekspansi, dimana syarat

ekspansi adalah Vvp < Vbw.

2) Headloss saat backwash:

Hf = 2 x Hf kerikil saat bersih

= 2 x 3,56 x 10 -4cm

= 7,12 x 10^{-4} cm

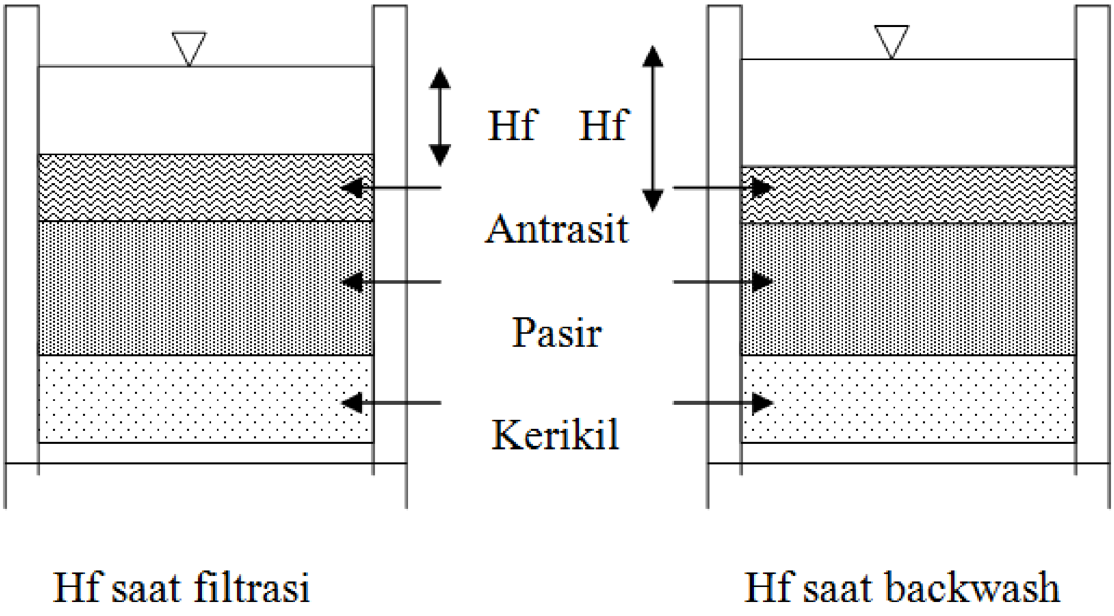
3) Kehilangan Tekanan Total Saat Backwash

Hf total = Hf antrasit total +Hf pasir total + Hf kerikil

=0 ,039 cm+ 0,249 cm + 7,12 x 10^{-4} cm

= 0,288 cm = 0,00288 m

Headloss pada masing-masing bisa dilihat pada Gambar berikut ini:



Gambar 4. 17 Media Saat Backwash

Sumber : Perencanaan

Resume:

- Tebal Antrasit = 30 cm
- Tebal Pasir = 70 cm
- Tebal Kerikil = 60 cm
- Ekspansi Antrasit =37,44 cm
- Ekspansi Pasir = 75,6 cm

8. Kebutuhan Backwashing

a. Direncanakan

- Kecepatan pencucian (Vwash) = 45 m/jam = 0,0125 m/detik

  (Sumber : Masduqi & Assomadi, 2012: 172)
- Lebar (w) = 2,37 m
- Panjang (l) = 4,74 m
- Durasi backwash (tbw) = 60 detik = 1menit

  (Sumber : Masduqi & Assomadi, 2012: 192)

b. Perhitungan

1. Luas bak filtrasi (Afiltrasi) = Panjang bak x Lebar bak

   = 4,74 x 2,37 = 11,23 m^2

2. Volume air backwash = A filtrasi x V wash x tbw

   = 11,23 m^2x 0,0125 m/s x 60 s

   = 8,4m^3

3. Debit backwash = volume backwash / durasi backwash

   = 8,4/ 60 s

   = 0,14 m^3 /s

<u>Resume Kebutuhan Backwashing</u>

- Luas bak filtrasi (Afiltrasi) = 4,74 x 2,37 = 11,23 m^2
- Volume air backwash = 8,4 m^3
- Debit backwash = 0,14 m^3 /s

9. Sistem Underdrain

1. Pipa Manifold
   a. Kriteria Perencanaan
      - Kecepatan aliran (v) = 0,6 - 1,5 m/detik

   b. Data Perencanaan
      - Jumlah bak filtrasi (n) = 4 buah
      - Debit tiap bak filtrasi (Qf) = 0,025 m3/det
      - Kecepatan aliran (v)= 1 m/detik
      - Jarak antar ujung manifold dengan dinding = 20 cm = 0,2 m

   c. Perhitungan
      - Luas penampang

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

        $= \frac{0,025}{1}$

        = 0,025 m^2

- Diameter pipa

  $D_{manifold} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

  $= \sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}025}{3{,}14}}$

  = 0,18m = 18 cm = 180 mm

  = 0,18 m = 7,1 inch

- Panjang pipa manifold

  L manifold = Panjang bak – jarak dinding

  = 4,74 m -0,2 m

  = 4,54 m

2. Pipa Lateral

   a. Data Perencanaan

   - Debit = 0,025 m3 /detik
   - Kecepatan = 1 m/detik
   - Diameter pipa lateral= 1/3 dari diameter pipa manifold

     (Sumber : Masduqi dan Assomadi, (2016), *Operasi & Proses Pengolahan Air 202)*

   b. Perhitungan

   - Diameter pipa lateral (Di)

     Di = 1/3 x Diameter pipa manifold

     Di = 1/3 x 0,18 m

     Di = 0,06 m

   - Luas penampang

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

     $= \frac{1}{4}\ x$ 3,14 x $0{,}06^2$

     = 0,0028 m^2

   - Debit tiap pipa lateral

     Q = v x A

= 1 m/s x 0,0028 m2

= 0,0028 m^3 /s

- Jumlah pipa lateral

$$n = \frac{debit\ tiap\ bak}{debit\ tiap\ pipa\ lateral}$$

$$= \frac{0,025}{0,0028}$$

= 8,9 buah = 9 buah

Maka jumlah lateral tiap sisi 9 buah

- Jarak antar pipa lateral $= \frac{Lmanifold-(dlateral\ x\ 9)}{n\ jumlah\ \ pipa\ lateral + 1}$

$$= \frac{4,54 - (\ 0,06\ x\ 9)}{9+1}$$

= 0,4 m

- Panjang pipa lateral tiap sisi

L lateral

$$= \frac{lebar\ bak - Dmanifold-(2\ x\ jarak\ antara\ dindind\ dan\ lateral)}{2}$$

$$= \frac{2,37-0,18-(2x0,06)}{2}$$

= 1,03 m

3. Orifice

a. Data Perencanaan

- Debit tiap lateral = 0,0028 m3 /s
- Jarak antara orifice (Worifice) = 8 cm = 0,08 m
- Diameter orifice = 1,5 cm = 0,015 m

(Sumber : Masduqi dan Assomadi, (2016), *Operasi & Proses Pengolahan Air* hal 202)

b. Perhitungan

- Luas penampang

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

$= \frac{1}{4}\ x\ 3{,}14$ x $0{,}015^2$

$= 0{,}000176\ m^2$

- Jumlah lubang

Norifice = $\frac{0{,}0025\ x\ Af}{Aorifice}$

$= \frac{0{,}0025\ x\ 11{,}23}{0{,}000176}$

= 159 buah

- Jumlah orifice tiap pipa lateral

$N = \frac{norifice}{nlateral}$

$= \frac{159}{9}$

= 17,6 buah

Resume:

a. Pipa Manifold

- Debit = 0,025 m3/s
- Luas permukaan = 0,025 m2
- Diameter = 0,18 m = 7,1 inch
- Panjang = 4,54 m

b. Pipa Lateral

- Debit 0,0028 m^3 /s
- Luas permukaan = 0,0028 m2
- Diameter = 0,06 m
- Jumlah = 9 buah
- Panjang = 1,03 m
- Jarak antar pipa lateral = 0,4 m

c. Orifice

- Debit = 0,0028 m3 /s
- Luas permukaan = 0,000176 m^2

- Jumlah lubang = 159 lubang
- Banyak orifice tiap pipa lateral 17,6 buah

10. Saluran Pelimpah (Gutter)

a. Data Perencanaan

- Jumlah gutter = 1 buah
- Debit tiap filter = 0,14 m^3 /s (Q Backwash)
- Kecepatan = 0,5 m/s
- Panjang gutter = panjang bak filter = 4,74 m
- Lebar gutter = 1m

b. Perhitungan

- Kedalaman air pada gutter (Ho)

Ho = 1,73 x $\left[\frac{Q^2}{g\ x\ b}\right]$ ^ $\frac{1}{3}$

Ho = 1,73 x $\left[\frac{0{,}14^2}{9{,}81\ x\ 1}\right]$ ^ $\frac{1}{3}$

= 0,21 m

- Tinggi air di atas pelimpah (h)

H = $\left[\frac{Q}{3{,}33\ x\ L}\right]$ ^ $\frac{2}{3}$

H = $\left[\frac{0{,}14}{3{,}33\ x\ 4{,}74}\right]$ ^ $\frac{2}{3}$

= 0,043 m

- Lebar gutter = 1,5 x Ho (tinggi air dalam gutter)
  = 1,5 x 0,21
  = 0,315 m = 0,32 m
- Tinggi gutter = Ho + (20% x Ho)
  = 0,21 +(0,2 x 0,21)
  = 0,25 m

Resume:

- Kedalaman air pada gutter = 0,21 m
- Tinggi air pelimpah = 0,043 m
- Lebar gutter = 0,315 m = 0,32 m
- Tinggi gutter = 0,25 m
- Panjang gutter = panjang bak filter = 4,74 m

11. Saluran Outlet

a. Direncanakan

- Diameter pipa outlet = diameter pipa manifold
- Diameter pipa outlet = 0,18 m
- Panjang pipa outlet = 5 m
- Koefisien kekasaran pipa (c) = 130
- Koefisien kehilangan energi belokan (kcurve) = 0,8
- Koefisien kehilangan energi gate valve (kvalve) = 0,19
- Koefisien kehilangan energi tee (ktee) = 0,3

b. Perhitungan

- Kecepatan aliran pada pipa oulet

  Vout = Qf / A

  = (0,025m3 /detik) / (1/4 x 3,14 x $0,18^2$)

  = 0,98 m/s
- Headloss pipa outlet (Hfout)

  $$Hf\ out = \frac{(10{,}7\ x\ Q^{1{,}852})}{(C^{1{,}852} x\ D^{4{,}87})}\ x\ L$$

  $$Hf\ out = \frac{(10{,}7\ x\ 0{,}025^{1{,}852})}{(130^{1{,}852} x\ 0{,}18^{4{,}87})}\ x\ 5$$

  = 0,029 m
- Head kecepatan outlet (Hvout)

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

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

= 0,05 m

- Minorloss elbow (Hm curve)

  Hm curve $= \left[\frac{K\ x\ V^2}{2g}\right]$

  Hm curve $= \left[\frac{0{,}8\ x 1^2}{2\ x\ 9{,}81}\right]$

  = 0,04 m

- Minorloss gate valve (Hmvalve)

  $Hm_{\ valve} = \left[\frac{K\ x\ V^2}{2g}\right]$

  $Hm_{\ valve} = \left[\frac{0{,}19\ x 1^2}{2\ x\ 9{,}81}\right]$

  = 0,01 m

- Minorloss tee (Hmtee)

  Hm curve $= \left[\frac{K\ x\ V^2}{2g}\right]$

  Hm curve $= \left[\frac{0{,}3\ x 1^2}{2\ x\ 9{,}81}\right]$

  = 0,015 m

- Headloss total outlet

  Hf total = Hfout + Hvout + Hmcurve + Hmvalve + Hmtee

  = 0,029 m + 0,05 m + 0,04 m + 0,01 m + 0,015

  = 0,144 m

12. Pipa Drain Backwash

a. Direncanakan

- kecepatan aliran pada pipa (v) = 1 m/s
- Debit air= debit backwash (Q) = 0,14 m3 /s

b. Perhitungan

- Luas penampang pipa (A)

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

$= \frac{0,14}{1}$

= 0,14 m2

- Diameter pipa (D)

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

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

  = 0,42 m = 16,5 inch

Resume:

- Luas penampang pipa = 0,14 m2
- Diameter pipa = 0,42 m = 16,5 inch

13. Tinggi Bak Filter

a. Diketahui (dari perhitungan sebelumnya)

- Tinggi air tertinggi saat backwash, karena pada saat itu terjadi ekspansi media antrasit dan pasir.
- Tinggi media kerikil = 60 cm = 0,6 m
- Tinggi ekspansi media pasir silika= 75,6 cm = 0,756 m
- Tinggi ekspansi media antrasit = 37,44 cm = 0,3744 m
- Tinggi gutter = 0,25 m
- Tinggi air diatas gutter = 0,043 m
- Diameter pipa manifold = 0,18 m
- Freeboard rencana = 0,2 m

b. Perhitungan

- Tinggi bak filter

  = Tebal underdrain (pipa manifold) + tinggi media kerikil + tinggi ekspansi media pasir + tinggi ekspansi antrasit + tinggi gutter + tinggi air diatas gutter

  = 0,18 m + 0,6 m + 0,756 m + 0,3744 m + 0,25 m +0,043

= 2,20 m

- Tinggi total

  H total = Tinggi bak filter + Fb

  = 2,20 m + (2,20 m x 0,2) = 2,64 m

- Tinggi media kosong

  = tinggi total – tinggi bak filter

  = 2,64 m – 2,20 m

  = 0,44 m

Resume:

- Tinggi bak filter = 2,20 m
- Tinggi total = 2,64 m
- Tinggi media kosong = 0,44 m

14. Ruang Penampung Backwash

a. Resume Kebutuhan Backwashing

- Luas bak filtrasi (Afiltrasi) = 4,74 x 2,37 = 11,23 m^2
- Volume air backwash = 8,4m^3
- Debit backwash = 0,14 m^3 /s

b. Perhitungan tiap unit

$$\text{Panjang} = \frac{volume\ air\ pencucian}{\frac{lebar\ bak\ filtrasi}{tinggi\ bak\ filtrasi}}$$

$$\text{Panjang bak} = \frac{8{,}4\ m\text{^}3}{\frac{2{,}37}{2{,}64}}$$

Panjang bak = 1,37 m

Resume

- Lebar bak penampung = 2,37m
- Tinggi bak penampung = tinggi bak filtrasi = 2,64 m
- Panjang bak penampung = 1,37

5.7. Unit Desinfeksi

5.7.1. Bak Densinfektan

a. Kriteria Perencanaan

- Sisa klor = 0,3 mg/l
- Daya pengikat chlor (DPC) = 1,4 mg/L
- Dosis khlor = DPC + sisa khlor

  = 1,4 mg/l +0,3

  = 1,7 mg/L
- *(Sumber : M. Razif Jilid II 1986, Bangunan pengolahan Air Minum hal 90)*
- Konsentrasi larutan = 5%
- Periode pelarutan = 1 kali seari
- Densitas kaporit (Berat jenis) = 1,2 kg/L
- Kadar klor = 60%
- *(Sumber : M. Razif Jilid II 1986, Bangunan pengolahan Air Minum hal 90)*

b. Data Perencanaan

- Debit = 0,1 m3/detik = 100 l/s
- Jenis motor penggerak turnin, 4 flat blades, vaned disc
- K_t = 5,31 *(Reynold table 8.2 hal 188)*
- Gradient kecepatan = 700/detik *(Reynold table 8.2 hal 184)*
- Putaran (n) = 120 rpm = 2 rps
- Densitas kaporit = 1,2 kg/L
- Viskosotas absolut μ (26°) = 8,75 x 10^{-3} kg/m.dtk
- Densitas cairan = 1 kg/m^3
- Lama penetesan (t) = 1 hari = 86400 detik
- Kecepatan penetesan = 0,3 m/s
- Konsentrasi larutan = 5%
- Kadar air = 95 %

c. Perhitungan

1. Debit bak kaporit

   Q $= \frac{Q\ kapasitas\ produksi}{jumlah\ bak\ kaporit} = \frac{0.1\ \ m3/s}{1}$ = 0,1 m^3/s = 100l/s
2. Pelarutan

- Kebutuhan kaporit

  = dosis klor x Q

  = 1,7 mg/L x 100 L/s = 170 mg/s = 14,68 kg/hari

- Kebutuhan kaporit konsentrasi 60%

  = $\frac{100\%}{60\%}$ x 170 mg/s

  = 283,33mg/s = 0,0002833 kg/s

- Debit kaporit

  = $\frac{keb.kaporit}{densistas} = \frac{0{,}0002833 \text{ kg/s}}{1{,}2\ kg/l}$

  = 2,36 x 10^{-4} l/s = 20,39 l/hari

- Debit air

  = $\frac{100\%-5\%}{5\%}$ x Q kaporit

  = $\frac{100\%-5\%}{5\%}$ x 20,39 l/hari

  = 387,41 L/hari

- Debit larutan

  = Q kaporit + Q air

  = 20,39 l/hari + 387,41 L/hari

  = 407,8 L/hari = 0,4078 m^3/hari

- Volume bak

  = Q larutan x periode pelautan

  = 0,4078 m^3/hari x 1 hari = 0,4078 m^3

- Dimensi Bak

  Hair = 1 m

  Maka diketahui diameter tangki:

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

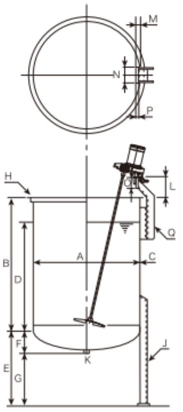
  0,4078 m^3 = $\frac{1}{4}\ x\ 3{,}14\ x\ D^2\ x\ 1\ m$

  0,4078 m^3 = D^2

  D = 0,72 m

Sehingga dari perhitungan digunakan tangki untuk pengadukan sebagai berikut :

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.

Gambar 4. 18 Bak Desinfeksi

Sumber : Satake Mixer Tank

- Merk : Satake Mixer Tanks
- Tipe/Model : ZT Series/ZTF-400
- Kedalaman Tangki : 850 + 192
  : 1042mm
  :1,042 m
- Diameter : 800 mm = 0,8 m
- Kapasitas : 400 L
- Kapasitas Max : 478 L
- Kedalaman air :
  V : ¼ x π x D^2 x h air
  0,4078 m^3 : ¼ x 3,14 x $0,8^2$ x h air
  H air : 0,81 m

(REYNOLD 1996 HAL 181)

- Supply tenaga

$$P = G^2 \times \mu \times V$$

$$= (700/s)^2 \times 8{,}75 \times 10^{-3} \ kg/m. \times 0{,}4078 \ m^3$$

$$= 1748{,}44 N.m/s$$

$$= 1748{,}44 watt$$

(REYNOLD 1996 HAL 187)

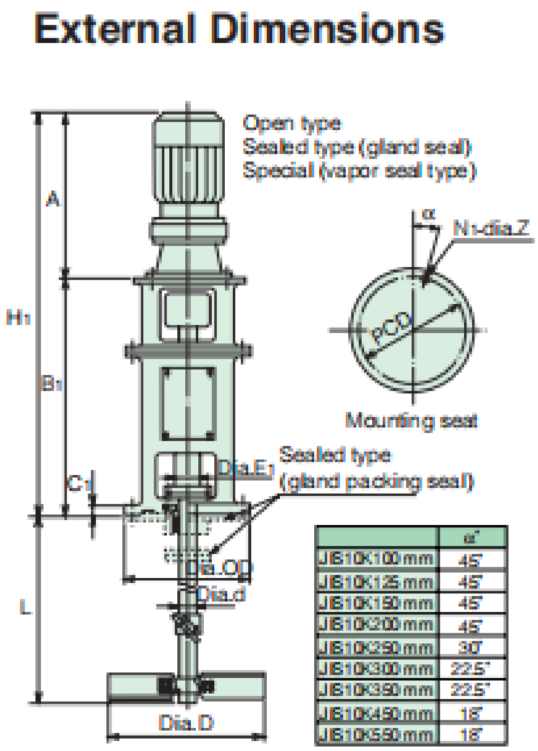
- Diameter *Impeller*

$$Di = \left(\frac{P}{Kt.n^3.\rho}\right)^{1/5}$$

$$= \left(\frac{1748{,}44 N.m/s}{5{,}31 \ . \ 2^3.1000 \ kg/m3}\right)^{1/5}$$

$$= 0{,}52 \ m$$

Berdasarkan Perhitungan Diameter dan Supply power pada pengaduk di tangki koagulan, ditemukan dimensi pasaran pengaduk tersebut sebagai berikut;



Specification Dimensions

Model	Motor Output kW	Gear Reducer Frame No. #	Gear Reducer Gear Ratio i	Revolution speed (rpm) 50 Hz	Revolution speed (rpm) 60 Hz	Agitation Shaft Standard Length (L) mm	Agitation Shaft Dia. (Dia.d) mm	2-vane Paddle 2-stage Dia. (Dia.d) mm	Mounting Flange Nominal Dia. JIS-10K	Mounting Flange Outer Dia. (OD) mm	Mounting Flange Pitch (PCD) mm	Hole (Z) mm	Hole (N) pcs	Max. Agitation Capacity Diluted Liquids L	Max. Agitation Capacity Medium Viscosity Liquid L	Approx. Weight W/ motor 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
		4145	1/87	17	21			1600								267
C2T□-2.2	2.2	4105	1/11	136	164	1500	32	550	150 mm	280	240	23	4	15000	7500	63
		4115	1/17	88	106	2200	45	700	200 mm	330	290	23	4			123
			1/29	52	62			950								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
			1/11	136	164			650								206

Gambar 4. 19 Pengaduk Desinfeksi

Sumber : Catalog Tacmina Agrigator

- Merk : Tacmina
- Model : C2T-2,2
- Power : 2,2 kw
- Diameter : 550 mm

  : 0,5 m
- Panjang poros
- pengadukan (L) : 1500 mm

  : 1,5 m

(REYNOLD 1996 HAL 188)

- CEK N_{Re} $= \left(\frac{Di^2 n\,\rho}{\mu}\right)$

$$= \left(\frac{0{,}52\text{^}2.\ 2\ .1000\ kg/m3}{8{,}75 \times 10{-}3\ kg/m.}\right)$$

$= 61805{,}71$

$N_{Re} > 10.000$ = memenuhi

- CEK N_{Rf} $=\left(\frac{Di\ n^2}{g}\right)$

$= \left(\frac{0,52\ x\ 2^2}{9,81}\right)$

= 0,21

$N_{Rf} > 10^{-5}$ = memenuhi

- Debit Penetesan = $\frac{Volume}{waktu} = \frac{0,4078\ m3}{86400}$ = 4,7 x 10^{-6} m3/detik
- Diameter pipa injeksi

  $D = \sqrt{\frac{4\ x\ Q}{\pi x\ v}}$

  $= \sqrt{\frac{4\ x\ 4,7\ x\ 10-6\ m3/detik}{3,14\ x\ 0,3}}$

  = 0,0046m =0,005m
- Check kecepatan

  $V\ check = \frac{4\ x\ Q}{\pi x\ D2}$

  $= \frac{4\ x\ 4,7\ x\ 10-6\ m3/detik}{3,14x(0,005m)2}$=0,3 m/detik

Headloss pompa

- H statis = 3 m
- L pipa Discharge = 3 m
- L suction = 1 m

Headloss Mayor

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

  $= \left(\frac{4,7\ x\ 10-6\ m3/detik}{0,2785\ x\ 130\ x\ 0,005^{2,63}}\right)^{1,85} x\ 3$

  =0,03 x 3

  = 0,09 m
- Hf suction $= \left(\frac{Q}{0,2785\ x\ C\ x\ D^{2,63}}\right)^{1,85} x\ L$

  $= \left(\frac{4,7\ x\ 10-6\ m3/detik}{0,2785\ x\ 130\ x\ 0,005^{2,63}}\right)^{1,85} x\ 1$

  =0,03 x 1

=0,03 m

- Hf statis $= \left(\frac{4{,}7 \text{ x } 10-6 \text{ m3/detik}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}005^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ L$

  $= \left(\frac{4{,}7 \text{ x } 10-6 \text{ m3/detik}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}005^{2{,}63}}\right)^{1{,}85} x\ 3$

  =0,03 x 3

  = 0,09 m

- Hf Mayor Total = Hf Discharge + Hf suction + Hf Statis

  = 0,09m + 0,03m + 0,09m

  =0,21 m

Headloss Minor

Head loss minor $= \left(k\, \frac{v^2}{2 \text{ x g}}\right)$

- Head Velocity $= \left(\frac{0{,}3^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  $= 0{,}004\ m$

- 1 HF Foot Valve $= \left(k\, \frac{0{,}3^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  $= \left(2{,}3\, \frac{0{,}3^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  = 0,0092 m

- 1 HF Minor Belokan $= \left(1\ x\ 0{,}9\, \frac{0{,}3^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  = 0,004m

- 1 HF Minor Check Valve $=\left(2{,}5\, \frac{0{,}3^2}{2 \text{ x } 9{,}81}\right)$

  = 0,01m

- HF Minor Total

  = Head Velocity +HF Foot Valve + HF Minor Belokan + HF Minor Check Valve

  = 0,004 m + 0,0092 m+ 0,004m+ 0,01 m

  = 0,0272 m

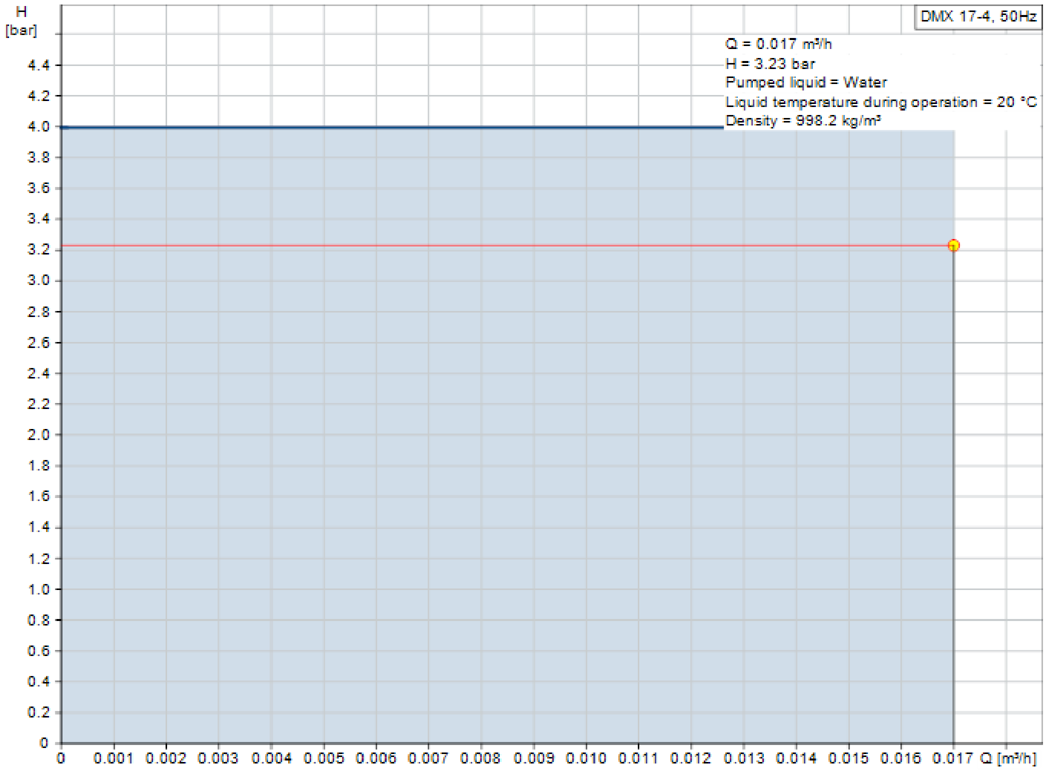
- HF Total = Hs + Hf mayor total + Hf minor total

  = 3 m + 0,21 m + 0,0272 m

  =3,23m

Dengan perhitungan sebelumnya, maka ditemukan spesifikasi pompa yaitu dengan debit 4,7 x 10^{-6} m3/detik dan head sebesar 3,23 m. sehingga diameter inlet bak koagulan yaitu 0,5m

Berikut merupakan grafik yang didapatkan dari spesifikasi pompa diatas



Specifications

Product name	DMX 17-4 AR-PVC/E/T-S-G1U3U3FEMNG
Product No	99772014
EAN number	5713834038143
Price	

Technical	
Nominal flow rate at 50 Hz	0.017 m³/h
Number of dosing heads	1
Resulting head of the pump	3.23 bar

Approvals	CE,EAC,CNROHSEX
Non return valve type, inlet pump 1	Standard
Non return valve type, outlet pump 1	Standard
Max viscosity	200 mPas
Materials	
Pump housing	Thermoplastic
Dosing head, pump 1	Plastic
	PVC
Valve ball	Composite
	PTFE
Valve seat	Composite
	PTFE
Valve gasket	EPDM
	Rubber
Installation	
Max operating pressure at 50 Hz	4 bar
Maximum permissible inlet pressure	0 bar
Type of inlet connection	Connection pack
Type of outlet connection	Connection pack
Size of inlet connection	19/27, 20/25
Size of outlet connection	19/27, 20/25
Liquid	
Pumped liquid	Water
Liquid temperature range	0 .. 40 °C
Selected liquid temperature	20 °C
Density	998.2 kg/m³

Electrical data	
Power input P1	0.09 kW
Mains frequency	50 Hz
Rated voltage	1 x 220/240 V
Enclosure class (IEC 34-5)	IP65
Cable included (Yes/No)	Y
Power plug	Schuko plug

Controls	
Type of connector	Type E/F (CEE7/7)
Type of control variant	AR Electronic
Frequency converter	Not prepared for VFD

Others	
Net weight	10 kg
Gross weight	12.6 kg
Shipping volume	0.04 m³
Diaphragm Leakage Detection	N

GRUNDFOS	Company name:
	Created by:
	Phone:
	Date: 29/11/2021

Qty.	Description
1	**DMX 17-4 AR-PVC/E/T-S-G1U3U3FEMNG**

Note! Product picture may differ from actual product

Product No.: 99772014

The 221 pump of the DMX series is a versatile positive displacement diaphragm dosing pump.
The diaphragm is coupled mechanically via a precise gear-eccenter-tapet-system to a high efficiency AC motor. The dosing capacity is adjusted by varying the stroke length at the stroke adjustment knob in the ratio 1:10. The liquid end is composed of:

- Dosing head
- PTFE coated diaphragm
- Double ball valves up to 50 l/h and single ball valves from 60 l/h

Other features:

- Robust industrial pump with chemical resistance plastic enclosure
- Easy to install and operate design
- Long life PTFE coated diaphragm
- Optimum capacity and stroke frequency graduation
- Dosing flow variation ±1.5% (FS), linearity ±4% (FS)

Electronics features:
Applies only to pumps with control variant: AR
Etron Profi microprocessor electronics, direct attached to motor:

- Stroke frequency adjustable from 1 stroke/min to maximum stroke frequency
- Pulse control with multiplier and divisor
- Analogue signal control 0/4-20 mA
- Level control with input for two level signals.
- Pulse, analogue and remote on/off input
- Analogue output
- Alarm relay output
- Stroke output
- Input for dosing controller and diaphragm monitoring sensor

Applies only to pumps with control variant: D3

- Automatic adjustment of stroke length via direct drive control or mA-input signal
- For further specifications please refer to servomotor

Controls:

Type of connector:	Type E/F (CEE7/7)
Type of control variant:	AR Electronic
Frequency converter:	Not prepared for VFD

Liquid:

GRUNDFOS

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 29/11/2021

Qty.	Description	
	Pumped liquid:	Water
	Liquid temperature range:	0 .. 40 °C
	Selected liquid temperature:	20 °C
	Density:	998.2 kg/m³
	Technical:	
	Nominal flow rate at 50 Hz:	0.017 m³/h
	Number of dosing heads:	1
	Resulting head of the pump:	3.23 bar
	Approvals:	CE,EAC,CNROHSEX
	Non return valve type, inlet pump 1:	Standard
	Non return valve type, outlet pump 1:	Standard
	Max viscosity:	200 mPas
	Materials:	
	Pump housing:	Thermoplastic
	Dosing head, pump 1:	Plastic
		PVC
	Valve ball:	Composite
		PTFE
	Valve seat:	Composite
		PTFE
	Valve gasket:	EPDM
		Rubber
	Installation:	
	Max operating pressure at 50 Hz:	4 bar
	Maximum permissible inlet pressure:	0 bar
	Type of inlet connection:	Connection pack
	Type of outlet connection:	Connection pack
	Size of inlet connection:	19/27, 20/25
	Size of outlet connection:	19/27, 20/25
	Electrical data:	
	Power input P1:	0.09 kW
	Mains frequency:	50 Hz
	Rated voltage:	1 x 220/240 V
	Enclosure class (IEC 34-5):	IP65
	Cable included (Yes/No):	Y
	Power plug:	Schuko plug
	Others:	
	Net weight:	10 kg
	Gross weight:	12.6 kg
	Shipping volume:	0.04 m³
	Diaphragm Leakage Detection:	N

Printed from Grundfos Product Centre [2021.35.004] 2/2

Gambar 4. 20 Pompa Bak Desinfeksi

Sumber: Katalog Grundfoss

<u>Resume:</u>

- Debit = 4,7 x 10^{-6} m3/detik
- Jumlah bak = 1
- Volume bak = 0,4078 m^3 = 407,8 L
- Diameter bak desinfeksi = 800 mm = 0,8 m
- Kedalaman Tangki Pembubuh
- H air = 0,81 m
- H total = 1,042 m
- Diameter Impeller (Di) = 550 mm
- Diameter pipa inlet dan outlet = 0,0046m =0,005m

5.8. Unit Reservoir

a. Kriteria Perencanaan

- Kecepatan aliran pipa (v) = 0,6 - 1,5 m/s (Sumber : Al-Layla,1978 hal 67)

b. Data Perencanaan

- Debit masuk (Q) = Debit awal + Debit desinfeksi
  = 0,1 m3 /s + 0,4078 m3 /hari
  = 0,1000047 m3/s
- Kecepatan aliran pipa (V) = 1,5 m/s
- Asumsi waktu dari Ground Reservoir – PDAM = 00.00 – 24.00
- Asumsi waktu dari PDAM – Distribusi = 03.00 – 23.00
- Td = 20 menit = 1200 detik
- Perbandingan L : B = 2 : 1
- Q = 0,1 m3 /dtk
- Direncanakan menggunakan 1 unit bak reservoir
- Direncanakan tinggi bak = 4m

c. Perhitungan

- Luas Penampang Pipa (A)

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

$$= \frac{0{,}1000047\ m3\ /s}{1{,}5\ m/s}$$

$$= 0{,}07\ m^2$$

- Diameter Pipa (D)

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

  = $\sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}07\ \text{m2}}{3{,}14}}$

  = 0,3 m = 11,8 inch

- Check Kecepatan (v)

  V check = $\frac{4\ x\ Q}{\pi x\ D2}$

  = $\frac{4\ x\ 0{,}1\ \text{m3/detik}}{3{,}14x(0{,}3\text{m})2}$=1,4 m/detik

- Q tiap reservoir

  Q = $\frac{Q\ kapasitas\ produksi}{jumlah\ bak\ kaporit}$ = $\frac{0.1\ \ m3/s}{1}$ = 0,1 m^3/s = 100 l/s

- Volume reservoir

  V= Q x td

  = 0,1 x 1200

  =120 m^3

- Dimensi bak

  Direncanakan tinggi reservoar (T) adalah 4m

  V = L X B X T

  120 m^3 = 2B X B X 4

  120 m^3 = $2B^2$ X 4

  15= B^2

  3,9 m = B

  L = 7,8 m

  T = 4 m

  T total = T + 20% T

  = 4 + 0,8

  = 4,8 m

Resume:

- Luas Penampang Pipa (A)= 0,07 m^2
- Diameter Pipa (D) = 0,3 m = 11,8 inch
- Check Kecepatan (v)=1,4 m/detik

- Q tiap reservoir = 0,1 m^3/s = 100 l/s
- Volume reservoir =120 m^3
- Dimensi bak

  B = 3,9 m

  L = 7,8 m

  T = 4 m

  T total = 4,8 m

5.9. Unit Sludge Dryig Bed

a. Kriteria Perencanaan

- Ketebalan lapisan lumpur = 300 – 450 mm
- Kecepatan alir lumpur dalam pipa = >0,75 m/s
- Ketebalan total kerikil = 355 mm
- Ketebalan lapisan pasir = 300 mm
- Rasio lebar : panjang = 1:4 (Sumber : SNI 7510 – 2011)
- Kadar Solid = 60 %
- Kadar air (P) = 40 %
- Berat air dalam cake (Pi) = 20 – 50%
- Waktu pengeringan = 10 – 15 hari

  (Sumber : Metcalf & Eddy Fourth Edition , Chapter 14 , Page 1572)

b. Data Perencanaan

- Tebal lapisan lumpur = 40 cm
- Tebal lapisan pasir = 35 cm
- Tebal lapisan kerikil = 30 cm
- Waktu pengeringan = 10 hari
- Kadar Solid = 60 %
- Kadar air (P) = 40 %
- Berat air dalam cake (Pi) = 20 %
- Debit lumpur dari prasedimentasi = 8,227 m^3/hari
- Debit lumpur dari sedimentasi = 20,35 m^3/hari

- Kecepatan alir lumpur dalam pipa = 0,6 m/s
- Menggunakan 1 unit sludge drying bed (3 bed operasional, 1 maintenance)
- Pipa inlet dan outlet = 0,15 m = 5,9 inchi

c. Perhitungan

- Debit lumpur

  Q $= \frac{Volume\ lumpur\ Prasedimentasi + Volume\ Lumpur\ Sedimentasi}{jumlah\ bak\ SDB}$

  $= \frac{8{,}23\ \text{m3 i} + 20{,}35\ \text{m3}}{2}$ = 14,3 m^3 /hari

- Tebal media = tebal pasir + tebal kerikil

  = 0,3m + 0,35m

  = 0,65 m

- Volume sludge drying bed (V)

  = Vi x td = 14,3 m3 x 10 hari = 143 m3

- Volume cake sludge (Vi)

  $= \frac{\text{Vol lumpur x } (1-\text{p})}{1-Pi}$

  $= \frac{143 \text{ x } (1-4)}{1-0{,}2}$

  = 107,25 m3

- Volume tiap bed (Vb)

  $= \frac{\text{V}}{Jumlah\ bed} = \frac{107{,}25\text{m3}}{4} = 27\text{m}^3$

- Kedalaman Total

  = kedalaman cake + kedalaman media

  = 0,4 m + 0,65 m

  =1,05 m

  H Total = H + 20% H

  = 1,05 + 0,21

  =1,26 m

- Dimensi Tiap Bed

  A = $\frac{\text{Vb}}{Tebal\ cake} = \frac{27\ \text{m3}}{1{,}26m}$ = 21 m2

A = L x B

21 m2 = 4B x B

21 m2 = $4B^2$

B= 2,3 m

L = 9,2 m

- Volume Air (Va)

  $= \frac{\text{Volume Lumpur} - \text{Vi}}{Jumlah\ bed} = \frac{143\ \text{m3} - 107{,}25\ \text{m3}}{4}$ = 8,94 m3

- Kedalaman Underdrain (H)

  $= \frac{\text{Volume air}}{A} = \frac{8{,}94\ \text{m3}}{21\ \text{m2}}$ = 0,43m^3

  H total = H cake + H Pasir + H kerikil + H underdrain

  = 0,4+ 0,3+0,35+0,43

  = 1,48 m

  H freeboard = H + 20% H

  = 1,48+ 0,3

  =1,78 m

  = 0,014 m = 0,58 inch

Resume:

- Debit lumpur Q= 14,3 m^3 /hari
- Tebal media = 0,65 m
- Volume sludge drying bed (V) = 143 m3
- Volume cake sludge (Vi)= 107,25 m3
- Volume tiap bed (Vb) 27m^3
- Kedalaman Total =1,05 m

  H Total Freeboard =1,26 m
- Dimensi Tiap Bed

  A = 21 m2

  B= 2,3 m

  L = 9,2 m
- Volume Air (Va) = 8,94 m3
- Kedalaman Underdrain (H) = 0,43m^3

H total = 1,48 m

H total freeboard =1,78 m

- Diameter Pipa Inlet dan outlet 0,15 m = 5,9 inchi
- Pompa

Headloss pompa

- H statis = 6 m
- L pipa Discharge = 15 m
- L suction = 6 m

Headloss Mayor

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

$= \left(\frac{0{,}00037 \text{ m3/detik}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}15^{2,63}}\right)^{1,85} x\ 15$

=0,000006 x 15

= 0,00009 m

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

$= \left(\frac{0{,}00037 \text{ m3/detik}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}15^{2,63}}\right)^{1,85} x\ 6$

= 0,000006 x 6

= 0,00004 m

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

$= \left(\frac{0{,}00037 \text{ m3/detik}}{0{,}2785 \text{ x } 130 \text{ x } 0{,}15^{2,63}}\right)^{1,85} x\ 6$

=0,000006 x 6

= 0,00004m

- Hf Mayor Total = Hf Discharge + Hf suction + Hf Statis

= 0,00009m + 0,00004m + 0,00004m

=0,00017 m

Headloss Minor

Head loss minor $= \left(k\ \frac{v^2}{2 \text{ x g}}\right)$

- Head Velocity $= \left(\frac{0,6^2}{2 \text{ x } 9,81}\right)$

  $= 0,018\ m$

- 1 HF Foot Valve $= \left(k\ \frac{v^2}{2 \text{ x g}}\right)$

  $= \left(2,3\ \frac{0,6^2}{2 \text{ x } 9,81}\right)$

  = 0,04 m

- 2 HF Minor Belokan $= \left(2\ x\ 0,9\ \frac{0,6^2}{2 \text{ x } 9,81}\right)$

  = 0,036m

- 1 HF Minor Check Valve $= \left(2,5\ \frac{0,6^2}{2 \text{ x } 9,81}\right)$

  = 0,045 m

- HF Minor Total

  = Head Velocity +HF Foot Valve + HF Minor Belokan + HF Minor Check Valve

  = 0,018 m+ 0,04 m + 0,036m + 0,045 m

  = 0,139 m

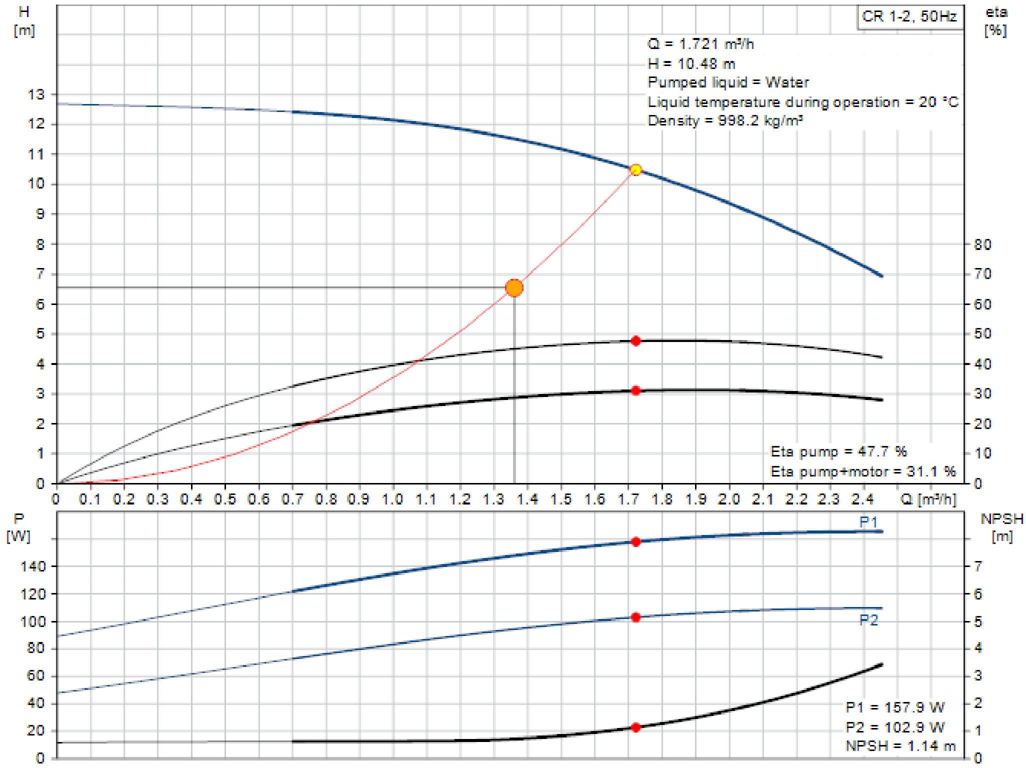
- HF Total = Hs + Hf mayor total + Hf minor total

  = 6 m + 0,00017 m + 0,139 m

  =6,13m

Dengan perhitungan sebelumnya, maka ditemukan spesifikasi pompa yaitu dengan debit = 3,78 x 10^{-4} m^3/detik dan head sebesar 6,13 m.

Berikut merupakan grafik yang didapatkan dari spesifikasi pompa diatas



Specifications

Product name	CR 1-2 A-A-A-E-HQQE
Product No	96556490
EAN number	5700399003327
Price	

Technical	
Pump speed on which pump data are based	2873 rpm
Actual calculated flow	1.721 m³/h
Resulting head of the pump	10.48 m
Maximum head	12.1 m
Stages	3
Impellers	2
Number of reduced-diameter impellers	0
Low NPSH	N

Pump orientation	Vertical
Shaft seal arrangement	Single
Code for shaft seal	HQQE
Approvals	CE,EAC,UKCA
Approvals for drinking water	WRAS,ACS
Curve tolerance	ISO9906:2012 3B
Pump version	A
Model	A

Materials	
Base	Cast iron
	EN 1561 EN-GJL-200
	ASTM A48-25B
Impeller	Stainless steel
	EN 1.4301
	AISI 304
Material code	A
Code for rubber	E
Bearing	SIC

Installation	
t max amb	60 °C
Maximum operating pressure	16 bar
Max pressure at stated temp	16 bar / 120 °C
	16 bar / -20 °C
Type of connection	Oval / Rp
Size of inlet connection	1 inch
Size of outlet connection	1 inch
Pressure rating for connection	PN 16
Flange size for motor	FT85

Connect code	A

GRUNDFOS	**Company name:** **Created by:** **Phone:** **Date:** 29/11/2021

Qty.	Description
1	**CR 1-2 A-A-A-E-HQQE**

Note! Product picture may differ from actual product

Product No.: 96556490

Vertical, multistage centrifugal pump with inlet and outlet ports on same the level (inline). The pump head and base are in cast iron – all other wetted parts are in stainless steel. A cartridge shaft seal ensures high reliability, safe handling, and easy access and service. Power transmission is via a rigid split coupling. The pump is fitted with a 3-phase, fan-cooled asynchronous motor.

Liquid:
Pumped liquid: Water
Liquid temperature range: -20 .. 120 °C
Selected liquid temperature: 20 °C
Density: 998.2 kg/m³
Kinematic viscosity: 1 mm2/s

Technical:
Pump speed on which pump data are based: 2873 rpm
Actual calculated flow: 1.721 m³/h
Resulting head of the pump: 10.48 m
Pump orientation: Vertical

GRUNDFOS

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 29/11/2021

Qty.	Description	
	Shaft seal arrangement:	Single
	Code for shaft seal:	HQQE
	Approvals:	CE,EAC,UKCA
	Approvals for drinking water:	WRAS,ACS
	Curve tolerance:	ISO9906:2012 3B
	Materials:	
	Base:	Cast iron
		EN 1561 EN-GJL-200
		ASTM A48-25B
	Impeller:	Stainless steel
		EN 1.4301
		AISI 304
	Bearing:	SIC
	Installation:	
	t max amb:	60 °C
	Maximum operating pressure:	16 bar
	Max pressure at stated temp:	16 bar / 120 °C
		16 bar / -20 °C
	Type of connection:	Oval / Rp
	Size of inlet connection:	1 inch
	Size of outlet connection:	1 inch
	Pressure rating for connection:	PN 16
	Flange size for motor:	FT85
	Electrical data:	
	Motor standard:	IEC
	Motor type:	71A
	IE Efficiency class:	IE3
	Rated power - P2:	0.37 kW
	Power (P2) required by pump:	0.37 kW
	Mains frequency:	50 Hz
	Rated voltage:	3 x 380-415D V
	Rated current:	1 A
	Starting current:	490-530 %
	Cos phi - power factor:	0.80-0.70
	Rated speed:	2850-2880 rpm
	Efficiency:	IE3 73,8%
	Motor efficiency at full load:	73.8 %
	Motor efficiency at 3/4 load:	79.0 %
	Motor efficiency at 1/2 load:	75.5 %
	Number of poles:	2
	Enclosure class (IEC 34-5):	55 Dust/Jetting
	Insulation class (IEC 85):	F
	Motor No:	85815102
	Controls:	
	Frequency converter:	NONE
	Others:	
	Minimum efficiency index, MEI ≥:	0.70
	Net weight:	18 kg
	Gross weight:	20.7 kg
	Shipping volume:	0.054 m³

Printed from Grundfos Product Centre [2021.35.004] 2/2

Gambar 4. 21 Pompa menuju Sludge Drying Bed

Sumber : Katalog Grundfoss

BAB 6

PROFIL HIDROLIS

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

1. Intake

   Direncanakan 2 pipa HWL dan LWL di bawah permukaan tanah Pipa HWL

   - Kedalaman (H) = - 2 m
   - Elevasi awal = 0 m
   - Hf Pipa HWL = 0,02 m
   - Level Muka Bangunan= Elevasi Awal + H – Hf

     = 0 m - 2 m – 0,02 m

     = - 2,02 m
   - Kedalaman (H) = - 5 m
   - Elevasi awal = 0 m
   - Hf Pipa LWL = 0,008 m
   - Level Muka Bangunan = Elevasi Awal + H – Hf

     = 0 m – 5 m – 0,008 m

     = -5, 008 m

2. Sumur Pengumpul

   - Kedalaman (H) = - 6 m
   - Freeboard = 0,5 m
   - Elevasi Awal = - 8 m
   - H Beton = 0,2 m
   - Level muka air

     = Elevasi Awal + H sumur pengumpul + H beton

     = - 8 m + 6 m + 0,2 m

= -1,8m

- Level muka Bangunan

  = Elevasi Awal + H sumur pengumpul + H freeboard + H beton

  = - 8 m + 6 m + 0,5 m + 0,2

  = -1,3 m

3. Prasedimentasi

   Direncanakan bangunan dibawah permukaan tanah

   - Elevasi awal =-3,8
   - Hf pada saluran pelimpah = 0,00097 m
   - Hf saluran pengumpul = 0.00016 m
   - Hf perforated baffle = 0,00815 m
   - Kedalaman (H) = 3 m
   - Freeboard = 0.6 m
   - H beton = 0,2 m
   - Level muka air

     = Elevasi Awal +H zona settling + H zona sludge + Hf saluran pelimpah + Hf saluran pengumpul + Hf perforated baffle + H beton

     = - 4,33 m + 3m + 0,89 m + 0,00097 m + 0.00016 m + 0,00815 m + 0,2 m

     = -0,20m

   - Level muka Bangunan

     = Elevasi Awal +H zona settling + H zona sludge + Hf saluran pelimpah + Hf saluran pengumpul + Hf perforated baffle + H freeboard+ H beton

     = - 4,33 m + 3m + 0,89 m + 0,00097 m + 0.00016 m + 0,00815 m +0,6+ 0,2 m

     = +0,19m

4. Bak Koagulan

   - Kedalaman (H) = 1,92 m
   - Freeboard = 0,33 m

- Elevasi Awal = + 3,76 m
- Level muka air

  = Elevasi Awal + H air

  = + 3,76 m + 1,59

  = + 5,35 m
- Level muka Bangunan

  = Elevasi Awal + H air + Hfreeboard

  = + 3,3 m + 1,59 + 0,33

  = + 5,22m

5. Bak Koagulasi
   - Kedalaman (H) = + 2,35 m
   - Freeboard = 0,35 m
   - Elevasi Awal = 0 m
   - Level muka air

     = Elevasi Awal + H air

     = 0 m +2 m

     = + 2 m
   - Level muka Bangunan

     = Elevasi Awal + H + Hfreeboard

     = 0 m +2 m +0,35

     = + 2,35 m
6. Flokulasi
   - Kedalaman (H) = 3 m
   - Freeboard = 0,6 m
   - Elevasi Awal = 0 m
   - H beton = 0,2 m
   - Hf compartment I,2,3

     = 0,12 m + 0,06 m + 0,03 m

     = 0,21 m
   - Level muka air

=Elevasi Awal+H+Hf compartment I,2,3 + H beton

= 0 m + 3 m + 0,21 m +0,2 m

= + 3,41 m

- Level muka Bangunan

  = Elevasi Awal + H + Hf compartment I,2,3 + Hfreeboard + H beton

  = 0 m + 3 m + 0,21 m + 0,6 m + 0,2 m

  = + 4 m

7. Sedimentasi

- Direncanakan bangunan dibawah permukaan tanah
- Elevasi awal = - 4,30 m
- Hf pada saluran pelimpah = 0,00097 m
- Hf saluran pengumpul = 0.0001 m
- Hf perforated baffle = 0,00815 m
- Kedalaman zona settling (H) = 3 m
- Kedalaman zona sludge = 0,86 m
- Freeboard = 0.6 m
- H beton = 0,2 m
- Level muka air

  = Elevasi Awal +H zona settling + H zona sludge + Hf saluran pelimpah + Hf saluran pengumpul + Hf perforated baffle + H beton

  = - 4,30 m +3 m +0,86 m +0,00097 m + 0.0001 m + 0,00815m + 0,2 m

  = -0,23 m

- Level muka Bangunan

  = Elevasi Awal +H zona settling + H zona sludge + Hf saluran pelimpah + Hf saluran pengumpul + Hf perforated baffle + H freeboard+ H beton

  = - 4,30 m +3 m +0,89 m +0,00097 m + 0.0001 m + 0,00815m +0,6m 0,2 m

  = +0,16 m

8. Filtrasi
   - Direncanakan bangunan dibawah permukaan tanah
   - Kedalaman (H) = 2,64 m
   - Freeboard = 0,44 m
   - Elevasi Awal = -2,64m
   - H beton = 0,2 m
   - Hf total media = 0.00288 m
   - Hf pipa outlet = 0,029 m
   - Level muka air

     = Elevasi Awal + H air + H beton

     = -2,64 m + 2,20m + 0,2m

     = -0,24 m
   - Level muka Bangunan

     = Elevasi Awal + H + H freeboard + H beton

     = -2,64 m + 2,20m + 0,44m + 0,2 m

     = +0,2 m
9. Desinfektan
   - Direncanakan pipa di atas permukaan tanah
   - Kedalaman (H) = 0,81 m
   - Elevasi Awal = 0m
   - H freeboard = 0,232 m
   - Level muka air

     = Elevasi awal + H

     = 0 m + 0,81 m

     = +0,81 m
   - Level muka bangunan

     = Elevasi awal + H + H freeboard

     = 0 m + 0,81 m + 0,232 m

     = +1,04 m
10. Reservoar

- Direncanakan bangunan dibawah permukaan tanah
- Kedalaman (H) = 4 m
- H Freeboard = 0.8 m
- H beton = 0,2 m
- Elevasi Awal = - 6,39m
- Level muka air

  = Elevasi Awal + H + H beton

  = -6,39 m + 4 m + 0,2 m

  = -2,19m
- Level muka Bangunan

  = Elevasi Awal + H + H beton + Hfreeboard

  = - 3,9 m + 4 m + 0,2 m + 0,8

  = -1,39 m

11. Sludge Drying Bed

- Direncanakan bangunan di permukaan tanah
- Kedalaman (H) = 1,42 m
- H Freeboard = 0,24 m
- H beton = 0,2 m
- Elevasi Awal = 0 m
- Level muka media

  = Elevasi Awal + H + H beton

  = 0 m + 1,42 m + 0,2 m

  = + 1,62 m
- Level muka Bangunan

  = Elevasi Awal + H + H beton + Hfreeboard

  = 0 m + 1,42 m + 0,2 m + 0,24 m

  = + 1,86 m

BAB 7

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

7.1. Bill of Quantity (BOQ)

BOQ (Bill of Quantity) adalah perincian jumlah dari seluruh peralatan dan perkerjaan yang dibutuhkan di dalam perencanaan. Berikut merupakan perincian jumlah dari seluruh peralatan dan pekerjaan yang dibutuhkan dalam merencanakan Instalasi Pengolahan Air Mimum (IPAM) :

Penggalian Tanah Biasa Untuk Konstruksi					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
1	Pekerja	0,75	1	0,75	oh
2	Mandor	0,025	1	0,025	oh

Untuk Membuat 1 m3 Dinding Beton Bertulang					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
1	Semen PC 40 kg	8,4	1	8,4	zak
2	Batu Pecah	0,81	1	0,81	m3
3	Pasir Cor	0,54	1	0,54	m3
4	Besi Beton Polos	157,5	1	157,5	kg
5	Paku Usuk	3,2	1	3,2	kg
6	Plywood	2,8	1	2,8	Lembar
7	Kawat Beton	2,25	1	2,25	kg
8	Kayu Meranti Bekisting	0,24	1	0,24	m3

Intake					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
Pipa Sadap Air Baku					
1	Pipa Galvanis 14"	14	1	14	meter
	Volume beton	2,3	1	2,3	m3
Bar Screen					
1	Kisi Diameter 6 mm	10	1	10	Buah
Sumur Pengumpul					
1	Volume Beton	34,84	1	34,84	m3
2	Pompa Penguras Lumpur	1	1	1	Buah
3	Pipa Penguras 7"	1	1	1	Buah
4	Volume galian	30	1	30	m3
Rumah Pompa					
1	Pompa Outlet	1	1	1	Buah
2	Gate Valve	1	1	1	Buah
3	Check Valve	1	1	1	Buah
4	Elbow 90°	1	1	1	Buah
5	Pipa Suction 14"	3	1	3	Buah
6	stainer	1	1	1	buah
Saluran pembawa					
1	Volume Beton	48,57	1	48,57	m3

Prasedimentasi					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
Zona Inlet					
1	Volume Beton	48,57	1	48,57	m3
2	Volume Galian	0,86	1	0,86	m3
Zona Pengendapan					
1	Volume Beton	89,6	1	89,6	m3
2	Volume Galian	735	1	735	m3
Zona Lumpur					
1	Volume Beton	9,28	1	9,28	m3
2	Volume Galian	37,38	1	37,38	m3
3	Pipa Sludge 18"	1	1	1	Buah
Zona Outlet					

1	Volume Beton	6,2	2	12,4	m3
3	Pipa Outlet 14"	1	1	1	Buah

Koagulasi					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
Bak Pembubuh Koagulan					
1	PAC	864	1	864	kg/hari
2	Satake Portable Mixer ZTF-2500	1	1	1	Buah
3	Tacmina Agritator C2T-2,2	1	1	1	Buah
4	Flat Paddles, 2 blade	1	1	1	Buah
5	Pipa Pembubuh 0,21"	1	1	1	Buah
6	Dosing Pump Grundfoss "*PDME 375-10 AP*"	1	1	1	Buah
7	Menara Air 2,5 meter	1	1	1	Buah
Bak Koagulasi					
1	Grundfos Sentrifugal Pump Tipe NK 250-350/277 AA2F1AESBAQEN W5	1	1	1	Buah
2	Satake Portable Mixer ZTF-5000	1	1	1	Buah
3	Tacmina Agritator C2T-3,7	1	1	1	Buah
Pipa Inlet dan Outlet					
1	Pipa Galvanis 14"	1	1	1	Buah

Flokulasi					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
Bak Flokulasi					
1	Volume Beton	46,92	1	46,92	m3
2	Volume Galian	270	1	270	m3
Kompartemen					
1	Volume beton komp I	42,5	1	42,5	m3

2	Volume beton komp II	35,4	1	35,4	m3
3	Volume beton komp III	27	1	27	m3

Sedimentasi					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
Zona Inlet					
1	Volume Beton	48,57	1	48,57	m3
2	Volume Galian	0,86	1	0,86	m3
Zona Pengendapan					
1	Volume Beton	75,6	2	151,2	m3
2	Volume Galian	250	2	500	m3
Plate Settler					
1	Besi plat	10,35	1	10,35	m3
Zona Lumpur					
1	Volume Beton	15,3	2	30,6	m3
2	Volume Galian	48,16	2	96,32	m3
3	Pipa Sludge 23"	1	1	1	Buah
Zona Outlet					
1	Volume Beton	9,3	1	9,3	m3
2	Pipa Outlet 14”	1	1	1	Buah

Filtrasi					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
Zona Inlet dan bak filtrasi					
1	Volume Beton	15,12	4	60,48	m3
2	Volume Galian	39	4	156	m3
3	Pipa Galvanis 7"	3	4	12	meter
Zona Pengendapan					
1	Media Kerikil	6,7	4	26,8	m3
2	Media Pasir	7,9	4	31,6	m3
3	Media Antrasit	3,4	4	13,6	m3
Sistem Underdrain					
1	Pipa Manifold 7"	1	4	4	Buah

2	Pipa Lateral 2"	9	4	36	Buah
3	Oriface 1/2"	159	4	636	Buah
Penampung Backwash					
1	Volume Beton	17,11	4	68,44	m3
2	Volume Galian	84,22	4	336,88	m3

Desinfeksi (Klorinasi)					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
Unit Desinfeksi					
1	Satake Portable Mixer ZTF-400	1	1	1	m3
2	Kebutuhan klor	24,47	1	24,47	kg/hari
3	Pipa Injeksi 0,19"	1	1	1	Buah
4	Dosing Pump DMX 17-4 AR-PVC/E/T-S-G1U3U3FEMNG	1	1	1	Buah
5	Tacmina Agritator C2T-2,2	1	1	1	Buah
6	Menara	3	1	3	Buah

Reservoar					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
Bak Reservoar					
1	Volume Beton	28,78	1	28,78	m3
2	Volume Galian	120	1	120	m3
3	Gate Valve Pompa	1	1	1	Buah
4	Check Valve	1	1	1	Buah
5	Pompa Distribusi	1	1	1	Buah
6	Pipa Inlet 12"	1	1	1	Buah
7	Pipa Distribusi	1	1	1	Buah

Sludge Drying Bed (SDB)					
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan
Sludge Drying Bed (SDB)					
1	Volume Beton	50,79	2	101,58	m3
2	Volume Galian	254	2	508	m3
3	Pasir	1	1	1	m
4	Kerikil	1	1	1	m
5	Grundfos Sentrifugal Pump	1	1	1	Buah
6	Pipa Outlet 1"	1	1	1	m

7.2. Analisis Harga Satuan Pekerjaan dan Perhitungan RAB

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

Penggalian Tanah Biasa Untuk Konstruksi									
No	Uraian	Volume /	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)		Total Harga Satuan (Rp)	
1	Pekerja	0,75	1	0,75	oh	Rp	115.000	Rp	86.250
2	Mandor	0,025	1	0,025	oh	Rp	163.000	Rp	4.075
TOTAL RINCIAN BIAYA								Rp	90.325

Untuk Membuat 1 m3 Dinding Beton Bertulang									
No	Uraian	Volume / Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)		Total Harga Satuan (Rp)	
1	Semen PC 40 kg	8,4	1	8,4	zak	Rp	61.300	Rp	514.920
2	Batu Pecah	0,81	1	0,81	m3	Rp	395.200	Rp	320.112
3	Pasir Cor	0,54	1	0,54	m3	Rp	260.000	Rp	140.400
4	Besi Beton Polos	157,5	1	157,5	kg	Rp	13.000	Rp	2.047.500
5	Paku Usuk	3,2	1	3,2	kg	Rp	15.600	Rp	49.920
6	Plywood	2,8	1	2,8	Lembar	Rp	128.900	Rp	360.920
7	Kawat Beton	2,25	1	2,25	kg	Rp	26.500	Rp	59.625
8	Kayu Meranti Bekisting	0,24	1	0,24	m3	Rp	3.484.000	Rp	836.160
TOTAL RINCIAN BIAYA								Rp	4.329.557

Intake							
No	Uraian	Volume / Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
Pipa Sadap Air Baku							
1	Pipa Galvanis 14"	14	1	14	meter	Rp 470.925	Rp 6.592.950
2	Volume beton	2,3	1	2,3	m3	Rp 4.329.557	Rp 9.957.981
Bar Screen							
1	Kisi Diameter 6 mm	10	1	10	Buah	Rp 150.000	Rp 1.500.000
Sumur Pengumpul							
1	Volume Beton	34,84	1	34,84	m3	Rp 4.329.557	Rp 150.841.766
2	Pompa Penguras	1	1	1	Buah	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
3	Pipa Penguras 7	1	1	1	Buah	Rp 470.925	Rp 470.925
4	Volume galian	30	1	30	m3	Rp 90.325	Rp 2.709.750
Rumah Pompa							
1	Pompa Outlet	1	1	1	Buah	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
2	Gate Valve	1	1	1	Buah	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
3	Check Valve	1	1	1	Buah	Rp 1.250.000	Rp 1.250.000
4	Elbow 90°	1	1	1	Buah	Rp 400.000	Rp 400.000
5	Pipa Suction 14	3	1	3	Buah	Rp 470.925	Rp 1.412.775
6	stainer	1	1	1	buah	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
Saluran pembawa							
1	Volume Beton	48,57	1	48,57	m3	Rp 4.329.557	Rp 210.286.583
TOTAL RINCIAN BIAYA							Rp 487.422.730

Prasedimentasi							
No	Uraian	Volume / Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
Zona Inlet							
1	Volume Beton	48,57	1	48,57	m3	Rp 4.329.557	Rp 210.286.583
2	Volume Galian	0,86	1	0,86	m3	Rp 90.325	Rp 77.680
Zona Pengendapan							
1	Volume Beton	89,6	1	89,6	m3	Rp 4.329.557	Rp 387.928.307
2	Volume Galian	735	1	735	m3	Rp 90.325	Rp 66.388.875
Zona Lumpur							
1	Volume Beton	9,28	1	9,28	m3	Rp 4.329.557	Rp 40.178.289
2	Volume Galian	37,38	1	37,38	m3	Rp 90.325	Rp 3.376.349
3	Pipa Sludge 18"	1	1	1	Buah	Rp 470.925	Rp 470.925
Zona Outlet							
1	Volume Beton	6,2	2	12,4	m3	Rp 4.329.557	Rp 53.686.507
2	Pipa Outlet 14"	1	1	1	Buah	Rp 470.325	Rp 470.325
TOTAL RINCIAN BIAYA							Rp 762.863.839

Koagulasi							
No	Uraian	Volume/ Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
Bak Pembubuh Koagulan							
1	PAC	864	1	864	kg/hari	Rp 11.000	Rp 9.504.000
2	Satake Portable Mixer ZTF-2500	1	1	1	Buah	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
3	Tacmina Agritator C2T-2,2	1	1	1	Buah	Rp 3.750.000	Rp 3.750.000
4	Flat Paddles, 2 blade	1	1	1	Buah	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
5	Pipa Pembubuh 0,21"	1	1	1	Buah	Rp 50.000	Rp 50.000
6	Dosing Pump Grundfoss *"PDME 375-10 AP"*	1	1	1	Buah	Rp 2.500.000	Rp 2.500.000
7	Menara Air 2,5 meter	1	1	1	Buah	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
Bak Koagulasi							
1	Grundfos Sentrifugal Pump Tipe NK 250-350/277 AA2F1AESB AQENW5	1	1	1	Buah	Rp 75.000.000	Rp 75.000.000
2	Satake Portable Mixer ZTF-5000	1	1	1	Buah	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
3	Tacmina Agritator C2T-3,7	1	1	1	Buah	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
Pipa Inlet dan Outlet							
1	Pipa Galvanis 14"	1	1	1	Buah	Rp 470.235	Rp 470.235
TOTAL RINCIAN BIAYA							Rp 179.274.235

Flokulasi							
No	Uraian	Volume / Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
Bak Flokulasi							
1	Volume Beton	46,92	1	46,92	m3	Rp 4.329.557	Rp 203.142.814
2	Volume Galian	270	1	270	m3	Rp 90.325	Rp 24.387.750
Kompartemen							
1	Volume beton komp I	42,5	1	42,5	m3	Rp 4.329.557	Rp 184.006.173
2	Volume beton komp II	35,4	1	35,4	m3	Rp 4.329.557	Rp 153.266.318
3	Volume beton komp III	27	1	27	m3	Rp 4.329.557	Rp 116.898.039
TOTAL RINCIAN BIAYA							Rp 681.701.094

Sedimentasi							
No	Uraian	Volume / Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
Zona Inlet							
1	Volume Beton	48,57	1	48,57	m3	Rp 4.329.557	Rp 210.286.583
2	Volume Galian	0,86	1	0,86	m3	Rp 90.325	Rp 77.680
Zona Pengendapan							
1	Volume Beton	75,6	2	151,2	m3	Rp 4.329.557	Rp 654.629.018
2	Volume Galian	250	2	500	m3	Rp 90.325	Rp 45.162.500
Plate Settler							
1	Besi plat	10,35	1	10,35	m3	Rp 230.000	Rp 2.380.500
Zona Lumpur							
1	Volume Beton	15,3	2	30,6	m3	Rp 4.329.557	Rp 132.484.444
2	Volume Galian	48,16	2	96,32	m3	Rp 90.325	Rp 8.700.104
3	Pipa Sludge 23"	1	1	1	Buah	Rp 470.925	Rp 470.925
Zona Outlet							
1	Volume Beton	9,3	1	9,3	m3	Rp 4.329.557	Rp 40.264.880
2	Pipa Outlet 14"	1	1	1	Buah	Rp 470.325	Rp 470.325
TOTAL RINCIAN BIAYA							Rp 1.094.926.960

Filtrasi							
No	Uraian	Volume / Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
Zona Inlet dan bak filtrasi							
1	Volume Beton	15,12	4	60,48	m3	Rp 4.329.557	Rp 261.851.607
2	Volume Galian	39	4	156	m3	Rp 90.325	Rp 14.090.700
3	Pipa Galvanis 7'	3	4	12	meter	Rp 2.000.000	Rp 24.000.000
Zona Pengendapan							
1	Media Kerikil	6,7	4	26,8	m3	Rp 292.500	Rp 7.839.000
2	Media Pasir	7,9	4	31,6	m3	Rp 350.000	Rp 11.060.000
3	Media Antrasit	3,4	4	13,6	m3	Rp 16.752	Rp 227.827
Sistem Underdrain							
1	Pipa Manifold 7	1	4	4	Buah	Rp 720.200	Rp 2.880.800
2	Pipa Lateral 2"	9	4	36	Buah	Rp 95.200	Rp 3.427.200
3	Oriface 1/2"	159	4	636	Buah	Rp 65.000	Rp 41.340.000
Penampung Backwash							
1	Volume Beton	17,11	4	68,44	m3	Rp 4.329.557	Rp 296.314.881
2	Volume Galian	84,22	4	336,88	m3	Rp 90.325	Rp 30.428.686
TOTAL RINCIAN BIAYA							Rp 693.460.702

Desinfeksi (Klorinasi)							
No	Uraian	Volume / Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
Unit Desinfeksi							
1	Satake Portable Mixer	1	1	1	m3	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
2	Kebutuhan klor	24,47	1	24,47	kg/hari	Rp 60.000	Rp 1.468.200
3	Pipa Injeksi 0,1	1	1	1	Buah	Rp 50.000	Rp 50.000
4	Dosing Pump DMX 17-4 AR-PVC/E/T-S-G1U3U3FEMN	1	1	1	Buah	Rp 2.500.000	Rp 2.500.000
5	Tacmina Agritator C2T-	1	1	1	Buah	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
6	Menara	3	1	3	Buah	Rp 3.000.000	Rp 9.000.000
TOTAL RINCIAN BIAYA							Rp 33.018.200

Reservoar							
No	Uraian	Volume / Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
Bak Reservoar							
1	Volume Beton	28,78	1	28,78	m3	Rp 4.329.557	Rp 124.604.650
2	Volume Galian	120	1	120	m3	Rp 90.325	Rp 10.839.000
3	Gate Valve Pom	1	1	1	Buah	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
4	Check Valve	1	1	1	Buah	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
5	Pompa Distribu	1	1	1	Buah	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
6	Pipa Inlet 12"	1	1	1	Buah	Rp 470.235	Rp 470.235
7	Pipa Distribusi	1	1	1	Buah	Rp 1.250.000	Rp 1.250.000
TOTAL RINCIAN BIAYA							Rp 190.663.885

Sludge Drying Bed (SDB)							
No	Uraian	Volume / Panjang	Jumlah Unit	Total	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
Sludge Drying Bed (SDB)							
1	Volume Beton	50,79	2	101,58	m3	Rp 4.329.557	Rp 439.796.400
2	Volume Galian	254	2	508	m3	Rp 90.325	Rp 45.885.100
3	Pasir	1	1	1	m	Rp 395.200	Rp 395.200
4	Kerikil	1	1	1	m	Rp 395.200	Rp 395.200
5	Grundfos Sentrifugal	1	1	1	Buah	Rp 75.000.000	Rp 75.000.000
6	Pipa Outlet 1"	1	1	1	m	Rp 800.000	Rp 800.000
TOTAL RINCIAN BIAYA							Rp 562.271.900

No	Unit	RAB
1	Intake	Rp 487.422.730
2	Prasedimentasi	Rp 762.863.839
3	Koagulasi	Rp 179.274.235
4	Flokulasi	Rp 681.701.094
5	Sedimentasi	Rp 1.094.926.960
6	Filtrasi	Rp 693.460.702
7	Desinfeksi	Rp 33.018.200
8	Reservoar	Rp 190.663.885
9	Sludge Drying Bed (SDB)	Rp 562.271.900
Total		Rp 4.685.603.546