

PERANCANGAN PENGOLAH LIMBAH CAIR KOMBINASI PROSES KONTAK DAN AEROBIC LAGOON DENGAN MENGUNAKAN VISUAL BASIC 6

Heru Subagyo

Pusat Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

Application of computer programming is cheaper and faster method to design waste water treatment reactor. The aim of the program are to calculate dimension of unit operation of waste water treatment type contact process, aerobic lagoon and sedimentation pond and to count BOD output from waste water treatment and arrange of unit operation. It uses Computer Language Visual Basic 6.

Key words: Contact Proses, Aerated Lagoon, dimension, BOD, computer programming

1. Pendahuluan

Pada makalah ini akan dibuat program *VISUAL BASIC 6* untuk penanganan limbah memanfaatkan alat pengendap (kolam sedimentasi atau *clarifier*) proses kontak dan *Aerobic lagoon*. Keluaran program *Basic* ini adalah dimensi unit operasi yang merupakan bagian dari proses dan juga susunannya. Sedangkan persamaan matematik diperoleh dengan penelusuran pustaka yang kemudian dari persamaan matematik tersebut dibuat program komputasinya dengan menggunakan *VISUAL BASIC 6*. Pemilihan penggunaan *visual basic 6* karena bahasa pemrograman ini dapat dibuat *user friendly* sehingga memudahkan bagi pemakai dan tampilannya dapat dibuat menarik. Dengan menggunakan program ini maka perancangan reaktor proses kontak, *aerobic lagoon* dan *clarifier* menjadi mudah, cepat dan biaya murah.

2. Proses Biologis

Syarat keberhasilan penanganan limbah secara biologis ditentukan oleh perbandingan BOD/COD ≤ 0.5 dan perbandingan Nitrogen, Fosfor dan

BOD memenuhi syarat berikut: 1 Kg Nitrogen untuk kira-kira 15 - 30 Kg BOD dan 1 Kg fosfor untuk kira-kira 80 - 150 Kg BOD. Bila kandungannya kurang berarti mikroorganisme kekurangan makanan dan untuk memenuhi makanannya dapat ditambah dengan pupuk urea.

Penanganan limbah secara biologis terdiri dari proses aerob dan proses anaerob. Proses aerob adalah proses biologis yang membutuhkan adanya udara, sedangkan proses anaerob adalah proses biologis yang tidak membutuhkan udara.

Pada paper ini hanya akan dibahas proses anaerob jenis Proses Kontak, yaitu proses yang digunakan bila Volatile suspended solid limbah lebih dari 4000 ppm dan proses aerob jenis *Aerobic lagoon*.

2.1. Proses Kontak

Hal yang amat penting dalam pemilihan unit operasi proses Biologis ini adalah laju pembebanan organik, Bv di mana harganya adalah tergantung pada limbahnya. Hal ini menyebabkan bahwa untuk tiap limbah perlu dilakukan percobaan untuk menentukan harga

Bv tersebut. Dengan menggunakan Persamaan (2.1), bisa dihitung volume bioreaktornya dan waktu tinggalnya (Hammer, Mark J....).

$$Bv = COD * Q/V \quad (2.1)$$

di mana

Bv = laju pembebanan organik ,
Kg COD/m³/hari

COD = ppm

V = Volume reaktor (m³)

Selain laju pembebanan organik, untuk proses kontak dan activated sludge perlu pula dihitung rasio F/M (food to microorganism ratio) menggunakan Persamaan (2.2)(Hammer, Mark J.....)

$$F/M = (Q*BOD)/(V*MLSS) \quad (2.2)$$

di mana

F/M = rasio F/M, gr BOD/hari/gr
MLSS

Q = debit limbah, m³/hari

BOD = BOD limbah, gr/m³ atau
ppm

V = volume cairan dalam tangki,
m³

MLSS = mixed liquor suspended solid
dalam kolam, gr/m³

Untuk mudahnya mengendap secara baik ditentukan oleh harga dari SVI (Sludge Volume Index) yang berada dalam daerah 50 sampai 150 ml/gr dan dihitung menggunakan Persamaan (2.3) (Hammer Mark J...) di bawah ini.

$$SVI = v * 1000 / MLSS \quad (2.3)$$

di mana

SVI = sludge volume index, ml/gr

v = volume endapan dalam
tabung silinder 1 liter setelah
30 menit, ml/l

MLSS = mixed liquor suspended solid
mg/l

1000 = mgr / gr

2.2. Kolam Aerobic (Aerobic Lagoon)

Unit ini konstruksinya sangat mudah demikian pula biaya operasinya sangat murah dan prosesnya sangat sederhana. Umumnya

digunakan untuk pengolahan limbah dengan kadar BOD yang rendah . Proses dengan kolam ini sangat berbau sehingga minimal harus berjarak 500 m dari perkampungan terdekat dan juga untuk pembuatan kolamnya dibutuhkan tanah lapang yang sangat luas bisa lebih dari 4 Ha.

Secara umum spesifikasinya adalah sebagai berikut digunakan untuk beban BOD antara 9 - 12 ppm/hari, waktu tinggalnya sekitar 2 - 10 hari dengan kedalaman kolam 0,2 – 0.5 meter. Persentasi penurunan BOD antara 80% - 95%.

3. Proses Fisika

Pada proses ini hanya akan dibahas unit operasi atau alat pengendapan yang umumnya dinamakan kolam sedimentasi atau *clarifier*. Gunanya untuk memisahkan partikel padat dengan cairan. Kolam sedimentasi yang digunakan sebelum proses biologis dinamakan *clarifier*. Ada beberapa macam *clarifier* berdasarkan letaknya, misalnya: *clarifier* awal, *clarifier* tengah, dan *clarifier* akhir. Berdasarkan bentuknya: *clarifier* bundar dan *clarifier* persegi panjang. Untuk bentuk *clarifier* persegi panjang rasio panjang terhadap lebar bervariasi antara 3:1 sampai 5:1 (Mark J. Hammer), sedangkan waktu tinggalnya antara 1.5 jam - 3 jam dengan kedalaman kolam klarifikasi antara 2.1 m sampai 5 m dan kemiringan dasar kolam 8%.

Kriteria untuk menentukan dimensi kolam sedimentasi adalah :

- a. Laju pengendapan permukaan (*surface settling rate*) atau laju limpasan (*over-flow rate*) 2,9:

$$v_o = Q/A \quad (3.1)$$

di mana:

v_o = laju limpasan, m³/m²/hari

Q = debit rata-rata harian, m³/hari

A = luas kolam sedimentasi, m²

- b. Waktu tinggal (*detention time*):

Di dapat dengan melakukan serangkaian percobaan terhadap limbah tersebut dan atau bahan pengendap di laboratorium. Dengan mengukur lamanya waktu pengendapan akan

diperoleh waktu tinggalnya atau *detention time* limbah di dalam kolam sedimentasi atau *clarifier*. Percobaan ini biasa dinamakan jar test

$$t = 24 * V/Q \quad (3.2)$$

di mana:

- t = waktu tinggal (diketahui), jam
- V = volume kolam sedimentasi, m³
- Q = debit limbah rata-rata per hari, m³/hari
- 24 = jumlah jam dalam 1 hari

c. Pembebanan keliling (*weir loading*)

Untuk limbah dengan debit ≤ 4000 m³/hari maka harga batas pembebanan keliling, $wl \leq 125$ m³/m/hari. Sedangkan untuk debit limbah > 4000 m³/hari, harga batas pembebanan keliling, $wl \leq 250$ m³/m/hari (Hammer Mark J....).

Rumusnya adalah :

$$wl = Q/\text{keliling kolam} \quad (3.3)$$

dimana

- wl = pembebanan keliling (*weir loading*), m³/m/hari

Berdasarkan Persamaan (3.1) dan (3.2) dapat dihitung kedalaman kolam sedimentasi:

$$dlm = t * v_0 / 24 \quad (3.4)$$

di mana

- dlm = kedalaman air dalam kolam sedimentasi, meter.

Efisiensi penurunan BOD adalah antara 30% - 40%.

4. Program Visual Basic (*Listing Program Basic*)

Pada pemrograman ini digunakan bahasa pemrograman *VISUAL BASIC 6*. Alasan penggunaan bahasa pemrograman ini adalah karena *VISUAL BASIC 6* dapat dibuat *user friendly* sehingga memudahkan pengguna untuk menjalankannya dan tampilannya juga dapat dibuat lebih menarik.

Listing programnya dapat dilihat pada Lampiran 1 di bawah ini, sedangkan contoh untuk lembaran *input* data ditampilkan pada Lampiran 2 dan contoh tampilan *output*nya diperlihatkan pada Lampiran 3

5. Kesimpulan

Bila program ini dijalankan, maka akan keluar pertanyaan yang harus dijawab dengan benar. Bila semua pertanyaan yang diajukan oleh program ini sudah dijawab, maka akan diperoleh keluaran (*output*) berupa dimensi unit operasi pengolah limbah yaitu, dimensi fisik digester proses kontak dan kolam sedimentasi atau *clarifier* serta BOD yang dihasilkan dan susunan unit operasinya. Dengan demikian program ini akan membantu perancangan dengan biaya yang murah dan cepat.

Daftar Pustaka

1. Eckenfelder, W.W. Jr., 1989, *Industrial Water Pollution Control, second edition*, McGraw- Hill Book Company.
2. Hammer, Mark J.,....., *Water and Wastewater Technology, second edition*, John Wiley & Sons.
3. Imhoff's, Karl, et al., 1989, *Handbook Of Urban Drainage And Wastewater Disposal*, John Wiley & Sons.
4. Mahida, U.N. dan Otto Soemarwoto, 1993, *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri, P.T. Raja Grafindo Persada*,.
5. Metcalf & Eddy, Inc., 2003, *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse, Fourth Edition*, McGraw-Hill Book Company.
6. Nemerow, Nelson L., 1978, *Industrial Water Pollution, Origins, Characteristics, and Treatment*, Addison-Wesley Publishing Company.
7. Poesponegoro, Milono. 1993. *Pengolahan Air Limbah Industri Dengan Proses Biologis Aerobik Bagian I, Kursus Teknik Pengolahan Air Limbah Cair Industri Secara Fisika, Kimia dan Biologi, Bandung*,
8. Reynolds, Tom D., 1982, *Unit Operations and Processes In Environ Mental Engineering*, Wadsworth, Inc., Belmont.
9. Viessman, Warren Jr. dan Mark J. Hammer, 1985, *Water Supply And Pollution Control, fourth edition*, Harper & Row, Publishers, New York,.

Lampiran 1. Listing Program

```
Private Sub Command1_Click()  
Unload Me  
End Sub  
  
Private Sub Option1_Click()  
Dim rc As Single  
Dim dlmc As Single  
Dim wl As Double  
Dim sed As Single  
Dim vol As Single  
efs = Val(efcl.Text)  
wktdet = Val(t.Text)  
boda = Val(bod.Text)  
efisiensi sed, efs, boda  
Clarifier_ling wktdet, rc, dlmc  
jari_claw.Caption = "Jari-jari clarifier=" & rc  
Label15.Caption = "meter"  
Label17.Visible = False  
Label16.Visible = False  
dalam_claw.Caption = "Kedalaman clarifier=" &  
dlmc  
Label18.Caption = "meter"  
Label31.Visible = False  
Label32.Caption = "BOD keluar clarifier=" &  
bodkluar.Text = sed  
Label37.Caption = "ppm"  
End Sub  
Sub Clarifier_ling(wktdet, rc, dlmc)  
voaw = 33  
lup70: aclar = Val(q.Text) / voaw  
vol = wktdet * Val(q.Text) / 24  
dlmc = vol / aclar  
If dlmc > 4 Then GoTo lup72  
rc = Sqr(aclar / 3.14286)  
kel = 2 * 3.14286 * rc  
wl = Val(q.Text) / kel  
If Val(q.Text) > 4000 Then GoTo lup75  
If wl <= 125 Then GoTo lup80
```

```

lup72: voaw = voaw - 0.1
GoTo lup70
lup75: If wl <= 250 Then GoTo lup80
voaw = voaw - 0.1
GoTo lup70
lup80:
End Sub

Private Sub Option2_Click()
Dim pjgclar As Single
Dim lbclar As Single
Dim dlmc As Single
efs = Val(efcl.Text)
wktdet = Val(t.Text)
boda = Val(bod.Text)
Clarifier_psg wktdet, pjgclar, lbclar, dlmc
efisiensi sed, efs, boda
jari_claw.Caption = "panjang clarifier= " &
pjgclar
Label15.Caption = "meter"
Label31.Caption = "meter"
Label31.Visible = True
Label17.Visible = True
Label17.Caption = "lebar clarifier= " & lbclar
dalam_claw.Caption = "Kedalaman clarifier= " &
dlmc
End Sub

Sub Clarifier_psg(wktdet, pjgclar, lbclar, dlmc)
voaw = 33
lup50: aclar = Val(q.Text) / voaw
vol = wktdet * Val(q.Text) / 24
dlmc = vol / aclar
If dlmc > 4 Then GoTo lup60
c = 3
lup55: lbclar = Sqr(aclar / c)
pjgclar = c * lbclar
kelclar = 2 * (lbclar * (c + 1))
wl = Val(q.Text) / kelclar
If Val(q.Text) > 4000 Then GoTo lup45

```

```

If wl <= 125 Then GoTo lup65
c = c + 0.1
If c > 5 Then GoTo lup60
GoTo lup55
lup45: If wl <= 250 Then GoTo lup65
c = c + 0.1
If c > 5 Then GoTo lup60
GoTo lup55
lup60: voaw = voaw - 0.1
GoTo lup50
lup65:
End Sub
Private Sub Option3_Click()
Dim volas As Single
Dim rsr As Single
Dim sean As Single
Dim diameter As Single
efa = Val(efas.Text)
bodfb = Val(bodkluar.Text)
efisiensi sean, efa, bodfb
pkl minaer, diameter, sean, rsr, mlss, fm
Label23.Caption = "Waktu detensi= " & minaer
Label24.Caption = "Diameter Proses Kontak= "
& diameter
Label25.Caption = "BOD keluar Proses Kontak= "
bodfb1.Text = sean
Label55.Caption = "Rasio Resirkulasi= " & rsr
Label56.Caption = "MLSS hasil perhitungan = "
& mlss
Label57.Caption = "Rasio F/M =" & fm
Label26.Caption = "jam"
Label35.Caption = "mtr"
Label36.Caption = "ppm"
End Sub

Sub pkl(minaer, diameter, sean, rsr, mlss, fm)
mlss = Val(mlss.Text)
blrm = Val(blrm.Text)
minaer = Val(bodkluar.Text) * 24 / blrm

```

```

volas = Val(q.Text) * Val(bodkluar.Text) / blrm
lup320:
fm = blrm / mlss
svi = Val(vp.Text) * 1000 / mlss
If svi > 150 Then GoTo lup380
If svi < 50 Then GoTo lup360
GoTo lup340
lup380:
mlss = mlss + 1
GoTo lup320
lup360:
mlss = mlss - 1
GoTo lup320
lup340:
rsr = Val(vp.Text) / (100 - Val(vp.Text))
luasan = volas / Val(hen.Text)
diameter = 2 * Sqr(luasan / 3.14286)
End Sub

```

```

Sub pkp(minaer, luasan, sean, rsr, mlss, fm)
mlss = Val(mlss.Text)
blrm = Val(blrm.Text)
mيناer = Val(bodkluar.Text) * 24 / blrm
volas = Val(q.Text) * Val(bodkluar.Text) / blrm
lup320:
fm = blrm / mlss
svi = Val(vp.Text) * 1000 / mlss
If svi > 150 Then GoTo lup380
If svi < 50 Then GoTo lup360
GoTo lup340
lup380:
mlss = mlss + 1
GoTo lup320
lup360:
mlss = mlss - 1
GoTo lup320
lup340:
rsr = Val(vp.Text) / (100 - Val(vp.Text))
luasan = volas / Val(hen.Text)
End Sub

```

```

Private Sub Option4_Click()
Dim luasan As Single
Dim sean As Single
Dim volantot As Single
Dim volas As Single
Dim rsr As Single
Dim diameter As Single
efa = Val(efas.Text)
bodfb = Val(bodkluar.Text)
efisiensi sean, efa, bodfb
pkp minaer, luasan, sean, rsr, mlss, fm
Label23.Caption = "Waktu detensi=" & minaer
Label24.Caption = "Luas permukaan Proses
Kontak=" & luasan
Label25.Caption = "BOD keluar Proses Kontak="
bodfb1.Text = sean
Label55.Caption = "Rasio Resirkulasi=" & rsr
Label56.Caption = "MLSS hasil perhitungan ="
& mlss
Label57.Caption = "Rasio F/M =" & fm
Label26.Caption = "jam"
Label35.Caption = "sq.m"
Label36.Caption = "ppm"
End Sub

```

```

Private Sub Option5_Click()
Dim rcak As Single
Dim bodak As Single
Dim dlmc As Single
efsak = Val(efak.Text)
waktu = Val(tak.Text)
bodcl = Val(bodfb1.Text)
efisiensi bodak, efsak, bodcl
Clarifier_ling waktu, rcak, dlmc
jari_clak.Caption = "Jari-jari clarifier " & rcak
Label28.Caption = "meter"
lbr_clak.Visible = False
Label29.Visible = False
dalam_clak.Caption = "Kedalaman clarifier=" &
dlmc

```

```

Label30.Caption = "meter"
Label33.Caption = "BOD keluar clarifier=" &
bodcla.Text = bodak
Label34.Caption = "ppm"
End Sub

Private Sub Option6_Click()
Dim pjgclar As Single
Dim lbclar As Single
Dim dlmc As Single
efs = Val(efak.Text)
wktdet = Val(tak.Text)
Clarifier_psg wktdet, pjgclar, lbclar, dlmc
jari_clak.Caption = "panjang clarifier akhir=" &
pjgclar
Label28.Caption = "meter"
lbr_clak.Caption = "lebar clarifier akhir=" &
lbclar
lbr_clak.Visible = True
Label29.Visible = True
Label29.Caption = "meter"
Label30.Caption = "meter"
dalam_clak.Caption = "Kedalaman clarifier
akhir=" & dlmc
End Sub
Private Sub Option7_Click()
Dim luasmat As Single
Dim lamasimp As Single
Dim blrl1 As Single
Dim sedaer As Single
bodcla = Val(bodcla.Text)
efaer = Val(efaer.Text)
efisiensi_sedaer, efaer, bodcla
aerobic_lag luasmat, blrl1, lamasimp
Label43.Caption = "Luas aerobic lagoon = " &
luasmat
Label44.Caption = "Perhitungan waktu detensi(2-
10hari)=" & lamasimp
Label45.Caption = "Perhitungan BOD loading
rate = " & blrl1

```

```

Label50.Caption = "BOD keluar aerobic lagoon="
& sedaer
Label46.Caption = "sq. mtr"
Label47.Caption = "hari"
Label48.Caption = "ppm/hari"
Label51.Caption = "ppm"
End Sub

Sub aerobic_lag(luasmat, blrl1, lamasimp)
kgbod = Val(q.Text) * Val(bodcla.Text)
blrl1 = Val(blrl.Text)
lup44:
volmat = kgbod / blrl1
luasmat = volmat / Val(dlmp.Text)
airhilang = (Val(evap.Text) - Val(curah.Text)) *
luasmat / 365
lamasimp = volmat / (Val(q.Text) - airhilang)
If lamasimp >= 2 And lamasimp <= 10 Then
GoTo lup40
If lamasimp > 10 Then GoTo lup42
blrl1 = blrl1 - 0.1
GoTo lup44
lup42: blrl1 = blrl1 + 0.1
GoTo lup44
lup40:
End Sub

Sub efisiensi(sed, efis, bodmasuk)
sed = (100 - efis) * bodmasuk / 100
End Sub

```

Lampiran 2. Tampilan untuk masukan

The screenshot shows a software window titled "PROSES KONTAK DENGAN AEROBIC LAGOON" with a subtitle "Karakteristik Limbah". Below the subtitle are input fields for "Beban BOD (kg/m³·hari)" and "Tdk. suhu (suhu udara) (°C)".

The main section is titled "PERALATAN PENGOLAH LIMBAH YANG DIGUNAKAN" and contains three columns of input fields:

- Clarifier Awal**: Includes fields for "Efisiensi (%)", "Waktu detensi (Det. 30 min)", "Jenis" (with radio buttons for "Ingkisan" and "Sangat halus"), and "Mod. Pelebaran (footprint)".
- Proses Kontak**: Includes fields for "BOD loading (kg/1000 liter·hari)", "Flux (kg/1000 liter·hari)", "H. t. permukaan (m)", "Faktor pengalihan (kondisi)", "Tinggi (m)", and "Jenis" (with radio buttons for "Ingkisan" and "Sangat halus").
- Clarifier Akhir**: Includes fields for "Efisiensi (%)", "Waktu detensi (Det. 30 min)", "Jenis" (with radio buttons for "Ingkisan" and "Sangat halus"), and "Mod. Pelebaran (footprint)".

Below these columns is the "Aerobic Lagoon" section with input fields for "Faktor pengalihan (kondisi)", "Faktor pengalihan (kondisi)", "Amplop detensi (hari)", "C. t. (hari)", and "Flux (kg/1000 liter·hari)". A "Finlay" radio button and "Mod. Pelebaran (footprint)" field are also present. A "SELESAI" button is located at the bottom right.

Lampiran 3. Tampilan Keluaran

The screenshot shows the same software window as in Lampiran 2, but with calculated values filled in the input fields:

- PERALATAN PENGOLAH LIMBAH YANG DIGUNAKAN**:
 - Clarifier Awal**: Efisiensi (%) = 100, Waktu detensi (Det. 30 min) = 30, Jenis = Ingkisan, Mod. Pelebaran (footprint) = 100000.
 - Proses Kontak**: BOD loading (kg/1000 liter·hari) = 1, Flux (kg/1000 liter·hari) = 1, H. t. permukaan (m) = 2, Faktor pengalihan (kondisi) = 2, Tinggi (m) = 2, Jenis = Ingkisan.
 - Clarifier Akhir**: Efisiensi (%) = 85, Waktu detensi (Det. 30 min) = 30, Jenis = Sangat halus, Mod. Pelebaran (footprint) = 100000.
- Aerobic Lagoon**: Faktor pengalihan (kondisi) = 2, Faktor pengalihan (kondisi) = 3, Amplop detensi (hari) = 2, C. t. (hari) = 100, Flux (kg/1000 liter·hari) = 100.

The "Finlay" radio button is now selected. The "SELESAI" button is visible at the bottom right.