



# DESAIN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH PETERNAKAN BABI DAN PEMANFAATAAN KEMBALI HASIL PENGOLAHANNYA

oleh : I Komang Adi Putra

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

Co-Pembimbing : Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D

*Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember*



# Latar Belakang

Nusa Tenggara Timur, Bali, dan Sumatera Utara (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2012)

Permasalahan lingkungan dan penutupan secara sepihak.

Permen LH Nomor 11 Tahun 2009, BOD 100 mg/L, COD 200 mg/L, TSS 100 mg/L

Menurut Sombatsompop *et al.* (2011), BOD = 1.500 – 3.000 mg/L  
COD = 4.000 – 7.000 mg/L

Keuntungan *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland (horizontal gravel filter)*

Desain bangunan pengolahan air limbah agar pembuangan limbah ini tidak mencemari lingkungan



# Rumusan Masalah

1. Bagaimana perencanaan pengolahan limbah cair peternakan babi skala rumah tangga dengan unit *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland (horizontal gravel filter)*?
2. Berapakah *bill of quantity (BOQ)* dan rencana anggaran biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk membangun unit *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland (horizontal gravel filter)*?
3. Bagaimanakah pemanfaatan efluen air limbah dari unit *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland*?



# Tujuan Perencanaan

1. Merencanakan pengolahan limbah cair peternakan babi skala rumah tangga dengan unit *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland (horizontal gravel filter)*
2. Menghitung *bill of quantity* (BOQ) dan rencana anggaran biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk membangun unit *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland (horizontal gravel filter)*.
3. Menganalisis pemanfaatan efluen air limbah dari unit *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland (horizontal gravel filter)*.



# Manfaat Perencanaan

1. Memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengelolaan lingkungan melalui pembangunan unit *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland (horizontal gravel filter)*
2. Memberikan referensi kepada para peternak babi skala rumah tangga untuk mengelola limbah cair peternakan babi sehingga tidak mencemari lingkungan.
3. Memberikan referensi kepada instansi atau Badan Lingkungan Hidup terkait mengenai salah satu alternatif pengolahan limbah cair peternakan babi.



# Ruang Lingkup (1)

1. Debit air limbah didapatkan dari sampling di peternakan babi skala rumah tangga di Sanur, Denpasar, Bali.
2. Karakteristik air limbah didapatkan dari limbah cair peternakan babi skala rumah tangga di Sanur, Denpasar, Bali.
3. Baku mutu berdasarkan Lampiran II Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi.



## Ruang Lingkup (2)

4. Perhitungan desain ABR dan CW menggunakan metoda pada Excel (Sasse, 1998) dan (Tchobanoglous *et al.*, 2003).
5. Parameter yang digunakan yaitu BOD, COD, dan TSS.
6. Menggambar desain dengan menggunakan program AutoCAD 2007.
7. SNI 2835-2008 (pekerjaan tanah), SNI 2836-2008 (pekerjaan pondasi), SNI 2837-2008 (pekerjaan plesteran), SNI 6897-2008 (pekerjaan dinding), SNI 7394-2008 (pekerjaan beton)
8. Standar harga satuan barang dan jasa Pemerintah Kota Denpasar

Tahun 2015



# Karakteristik Limbah Peternakan Babi (2)

<b>Negara</b>	<b>Thailand<sup>[1]</sup></b>	<b>Italia<sup>[2]</sup></b>	<b>Korea Selatan<sup>[3]</sup></b>	<b>Korea Selatan<sup>[4]</sup></b>	<b>Australia Selatan<sup>[5]</sup></b>
<b>Parameter</b>					
BOD (mg/L)	1.500-3.000	-	4.000	7.280-9.690	5.000
COD (mg/L)	4.000-7.000	24.800	6.000	11.520-16.840	-
SS (mg/L)	4.000-8.000	-	500	-	-
Total N (mg/L)	-	-	-	2.170-3.680	-
Total P (mg/L)	-	547	-	-	-
pH	7,5-8,5	-	8,0-8,5	7,5-8,7	-

Sumber : [1] (Sambatsompop *et al.*, 2011), [2] (Bortone, 2009), [3] (Jung *et al.*, 2000), [4] (Im and Gil, 2010), [5] (FSA Environmental, 2000).



## *Anaerobic Baffled Reactor*

✓ Menurut Foxon *et al.* (2001) dalam Foxon *et al.* (2004), *anaerobic baffled reactor* memiliki keuntungan:

1. Tidak listrik selama operasi normal
2. Tahan terhadap *shock load*
3. Tidak memerlukan pemeliharaan yang kompleks
4. Desain fisik reaktor sederhana

## *Constructed Wetland*

✓ Menurut Kadlec *et al.* (2000) dan Haberl *et al.* (2003) dalam Langergraber (2007), unit *constructed wetland* tidak memerlukan operasi dan pemeliharaan yang kompleks dan dapat menambah estetika lingkungan.



# Analisis Keuntungan dan Biaya (Benefit and Cost Analysis)

$$\frac{B}{C} = \frac{PW_{\text{manfaat}}}{PW_{\text{biaya}}} = \frac{FW_{\text{manfaat}}}{FW_{\text{biaya}}} = \frac{AW_{\text{manfaat}}}{AW_{\text{biaya}}}$$

Berdasarkan Reksohadiprodo (2000) dalam Razif (2003), manfaat (*benefit*) merupakan nilai barang dan jasa bagi konsumen, sedangkan biaya (*cost*) merupakan manfaat yang tidak diambil, atau lepas dan hilang.



# METODE PERENCANAAN

## Judul Perencanaan

Desain Bangunan Pengolahan Limbah Cair Peternakan Babi dan Pemanfaatan Kembali Hasil Pengolahannya

## Tinjauan Pustaka

1. Karakteristik limbah peternakan babi di beberapa negara untuk parameter BOD, COD, TSS
2. Alternatif pengolahan limbah peternakan babi di beberapa negara
3. Proses anaerobik pada pengolahan air limbah dan *mass balance*
4. Pemanfaatan efluen
5. Analisis keuntungan dan biaya (*benefit and cost analysis*)
6. Hasil penelitian terdahulu mengenai *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland*

## Pengumpulan Data

### Data Sekunder

1. Karakteristik limbah peternakan babi di beberapa negara
2. Baku mutu limbah peternakan babi berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.11 Tahun 2009 parameter COD, BOD, dan TSS
3. Kriteria desain *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland*
4. Pemanfaatan efluen

### Data Primer

1. Debit limbah cair peternakan babi dari pembersihan ternak dan kandang ternak
2. Karakteristik limbah peternakan babi untuk parameter COD, BOD, dan TSS

A

## Pengolahan Data

1. Perhitungan dimensi *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland* dengan program Microsoft Excel (Sasse, 1998) dengan memerhatikan kriteria desain
2. Menggambar *detailed engineering design* (DED) menggunakan program AutoCAD 2007
3. Perhitungan *bill of quantity* (BOQ) berdasarkan gambar dan rencana anggaran biaya (RAB) berdasarkan harga satuan bahan dan upah kerja DPU Kota Denpasar tahun 2015
4. Merencanakan pemanfaatan efluen dari unit pengolahan air limbah dan menganalisis keuntungan dan biaya (*benefit and cost analysis*)

## Kesimpulan dan Saran

1. Dimensi, gambar denah, gambar potongan, dan gambar detail *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland*
2. BOQ dan RAB unit *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland*
3. Pemanfaatan efluen dari unit *anaerobic baffled reactor* dan *constructed wetland*

A



# *Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) (1)*

1. SNI 2835:2008 (Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan)
2. SNI 2836:2008 (Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Pondasi untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan)
3. SNI 2837:2008 (Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Plesteran untuk Konstruksi Bangunan dan Perumahan)



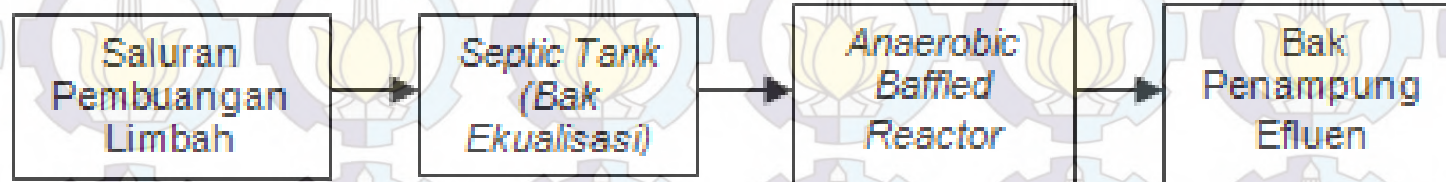
# Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) (2)

4. SNI 6897:2008 (Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Dinding untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan)
5. SNI 7394:2008 (Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan)
6. Standar Harga Satuan Barang dan Jasa Pemerintah Kota Denpasar Tahun 2015

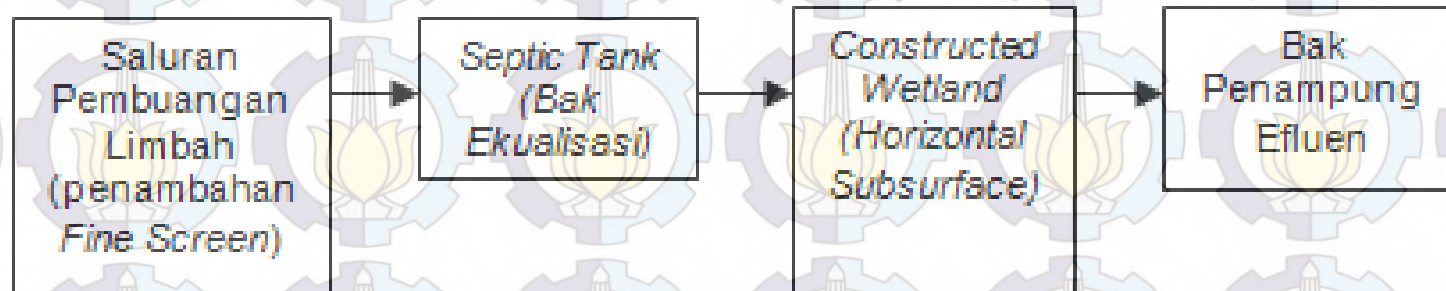


# Diagram Alir Pengolahan Limbah

## Alternatif Pertama



## Alternatif Kedua





# Gambaran Umum Perencanaan





# Pengukuran Volume Limbah Cair

Tanggal	Volume (L)		
	Pagi	Sore	Total
13/10/2014	1.077	1.295	2.372
14/10/2014	1.149	1.005	2.154
15/10/2014	969	897	1.866
16/10/2014	1.471	1.005	2.476
17/10/2014	1.005	1.076	2.081
18/10/2014	1.005	1.041	2.046
19/10/2014	1.077	933	2.010
20/10/2014	1.041	1.005	2.046



# Komposisi Volume dalam Sampel Komposit

- Contoh perhitungan pada hari pertama (13 Oktober 2014)
- Volume pagi hari = 1.077 L
- Volume sore hari = 1.295 L
- Perbandingan volume = 1.077 L : 1.295 L  
= 1 : 1,2
- Total perbandingan = 1 + 1,2  
= 2,2
- Komposisi pagi =  $(1 : 2,2) \times 1.500 \text{ mL} = 680 \text{ mL}$
- Komposisi sore =  $(1,2 : 2,2) \times 1.500 \text{ mL} = 820 \text{ mL}$
- Total volume = 680 mL + 820 mL = 1.500 mL

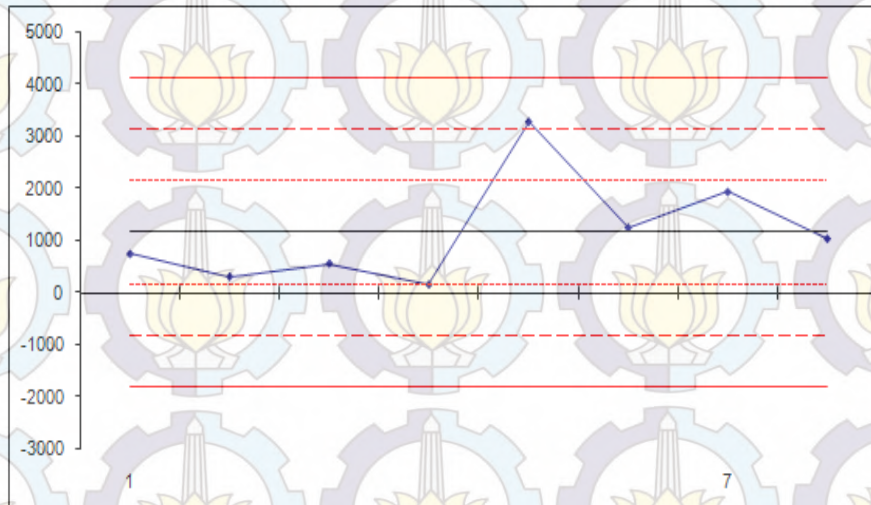


# Hasil Pemeriksaan Limbah Cair

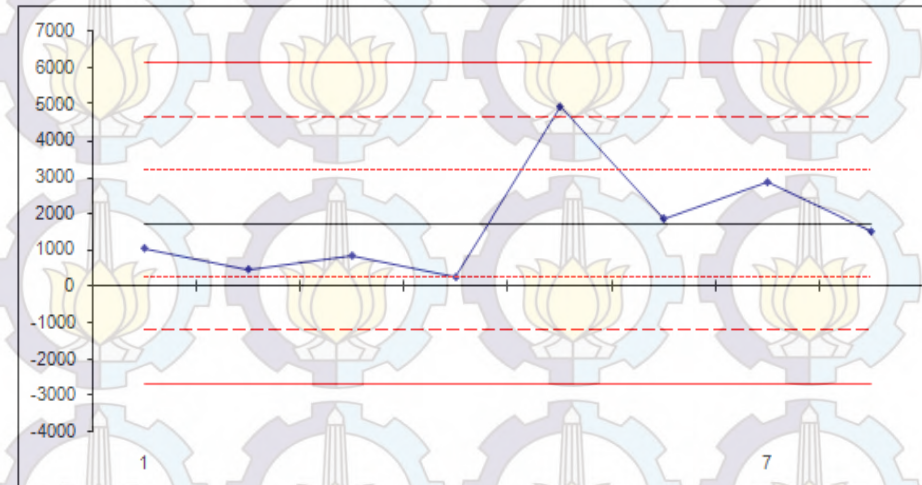
Tanggal	Hasil Pemeriksaan (mg/L)		
	TSS	BOD	COD
13/10/2014	1.320	748,8	1.048,32
14/10/2014	1.200	318,53	465,05
15/10/2014	2.190	568,8	841,82
16/10/2014	1.190	168,12	252,18
17/10/2014	2.050	3.273,76	4.910,64
18/10/2014	962	1.248	1.859,52
19/10/2014	678	1.934	2.843,57
20/10/2014	1.260	1.040	1.508



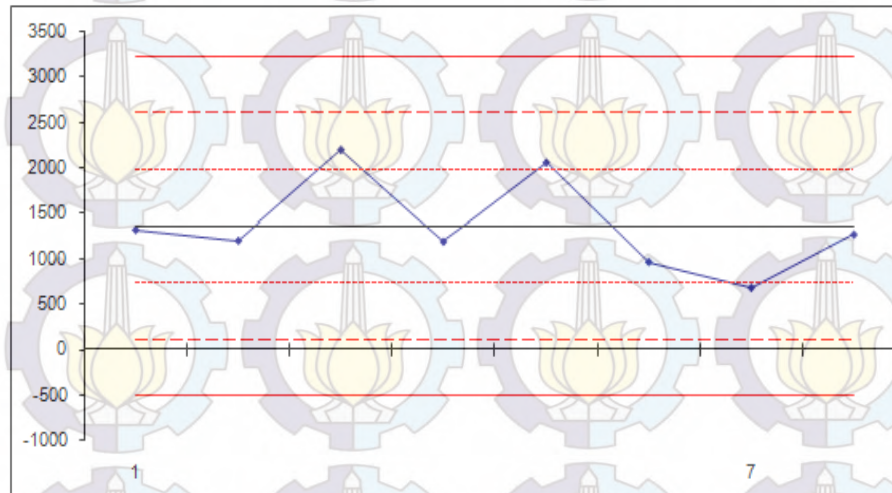
# Control Chart



Control Chart untuk Data BOD<sub>5</sub>



Control Chart untuk Data COD



Control Chart untuk Data TSS



# Nilai TSS, BOD, dan COD Hari ke-1 hingga Hari ke-7

++

Hari ke-	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	Q pagi (m <sup>3</sup> /jam)	Q sore (m <sup>3</sup> /jam)	rasio BOD/COD
1	1.320,00	748,80	1.048,32	1,08	1,30	0,7
2	1.200,00	318,53	465,05	1,15	1,01	0,7
3	2.190,00	568,80	841,82	0,97	0,90	0,7
4	1.190,00	168,12	252,18	1,47	1,01	0,7
5	2.050,00	3.273,76	4.910,64	1,01	1,08	0,7
6	962,00	1.248,00	1.859,52	1,01	1,04	0,7
7	678,00	1.934,40	2.843,57	1,08	0,93	0,7
8	1.260,00	1.040,00	1.508,00	1,04	1,01	0,7

Rasio BOD/COD untuk air limbah pada hari pertama hingga kedelapan menunjukkan nilai 0,7. Air limbah peternakan babi ini dapat diolah dengan proses biologis karena rasio BOD/CODnya bernilai lebih dari 0,5.



# Perhitungan Dimensi Bak Ekualisasi

Interval Waktu	Volume air limbah yang masuk selama periode waktu (m <sup>3</sup> )	Volume di bak penyimpanan pada akhir interval (m <sup>3</sup> )
6-7	1,47	1,36
7-8	0	1,24
8-9	0	1,13
9-10	0	1,01
10-11	0	0,89
11-12	0	0,78
12-13	0	0,66
13-14	0	0,55
14-15	0	0,43
15-16	0	0,32
16-17	1,30	1,50
17-18	0	1,38
18-19	0	1,27
19-20	0	1,15
20-21	0	1,04
21-22	0	0,92
22-23	0	0,81
23-24	0	0,69
24-1	0	0,58
1-2	0	0,46
2-3	0	0,35
3-4	0	0,23
4-5	0	0,12
5-6	0	0,00
Rata-rata	0,12	

Volume Bak Ekualisasi =  
1,5 m<sup>3</sup>



# Perhitungan TSS, BOD<sub>5</sub>, COD rata-rata

Hari ke-	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	Q total (m <sup>3</sup> /hari)	TSS x Q (kg/hari)	BOD x Q (kg/hari)	COD x Q (kg/hari)
1	1.320,00	748,80	1.048,32	2,37	3,13	1,78	2,49
2	1.200,00	318,53	465,05	2,15	2,58	0,69	1,00
3	2.190,00	568,80	841,82	1,87	4,09	1,06	1,57
4	1.190,00	168,12	252,18	2,48	2,95	0,42	0,62
5	2.050,00	3.273,76	4.910,64	2,08	4,27	6,81	10,22
6	962,00	1.248,00	1.859,52	2,05	1,97	2,55	3,80
7	678,00	1.934,40	2.843,57	2,01	1,36	3,89	5,72
8	1.260,00	1.040,00	1.508,00	2,05	2,58	2,13	3,09
Total				17,05	22,92	19,32	28,51

BOD rata-rata =  $19,32 \text{ kg/hari} : 17,05 \text{ m}^3/\text{hari} = 1.133 \text{ mg/L}$

COD rata-rata =  $28,51 \text{ kg/hari} : 17,05 \text{ m}^3/\text{hari} = 1.672 \text{ mg/L}$

TSS rata-rata =  $22,92 \text{ kg/hari} : 17,05 \text{ m}^3/\text{hari} = 1.344 \text{ mg/L}$



# Septik Tank

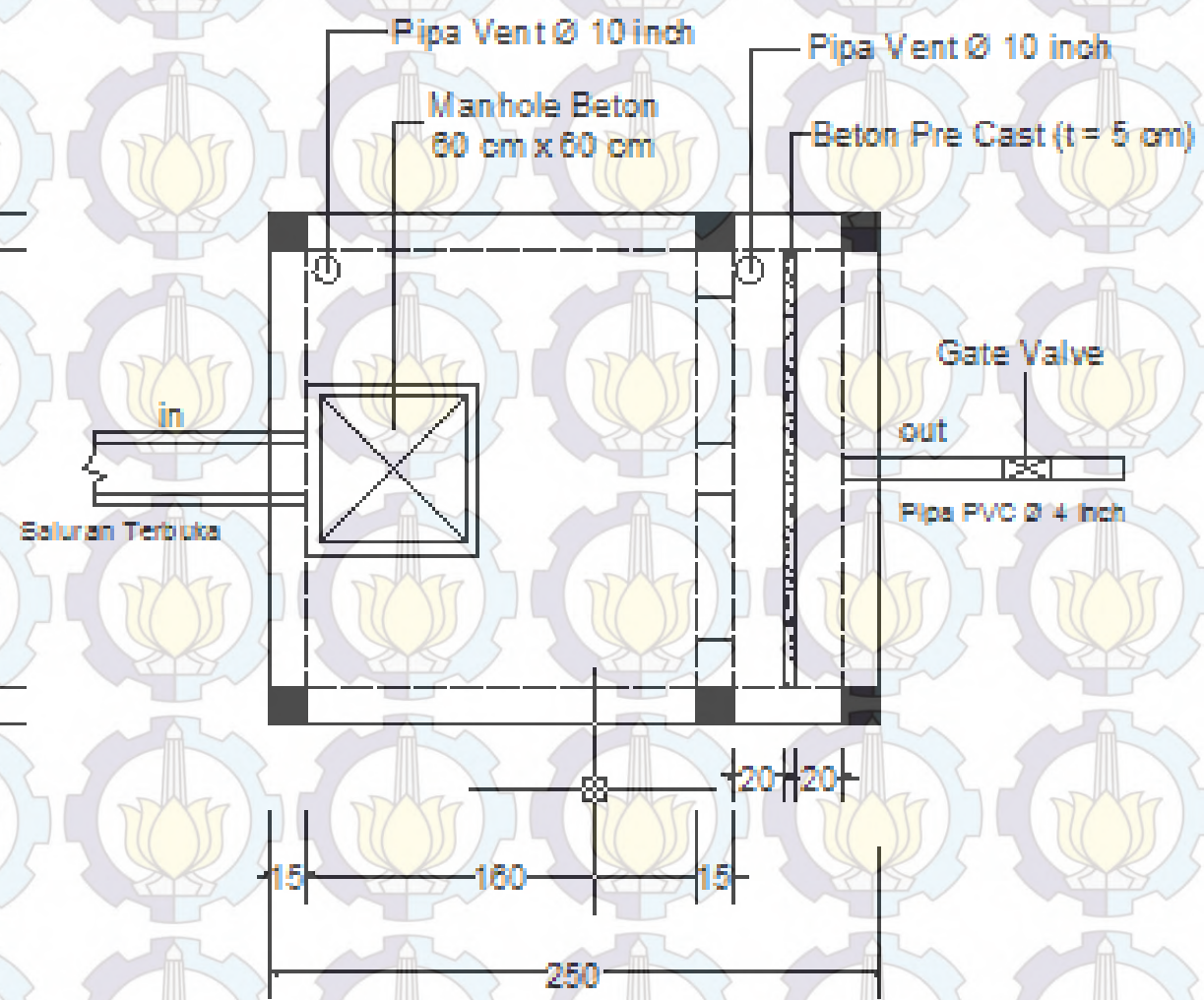
- $Q \text{ hari} = 2,77 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $\text{HRT} = V/Q$  ( $V_{\text{septic tank}} = V_{\text{bak ekualisasi}} = 1,5 \text{ m}^3$ )
- $= 1,5 \text{ m}^3 / 2,77 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,542 \text{ hari} = 13 \text{ jam}$
- $\text{Volume lumpur} = 1,7 \text{ m}^3$
- $\text{Volume air} = Q \times \text{HRT} = 2,77 \text{ m}^3/\text{hari} \times (13 \text{ jam}/24) = 1,5 \text{ m}^3$
- $\text{Volume tangki septik} = 1,7 \text{ m}^3 + 1,5 \text{ m}^3 = 3,2 \text{ m}^3$
- $\text{Lebar tangki septik} = 1,8$  (ditentukan)
- $\text{Panjang kompartemen pertama} = 1,6$  (ditentukan)
- $\text{Produksi biogas} = 0,4 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $\text{Penyisihan BOD, COD, TSS} = 36\%, 34\%, 65\%$



# Septic Tank

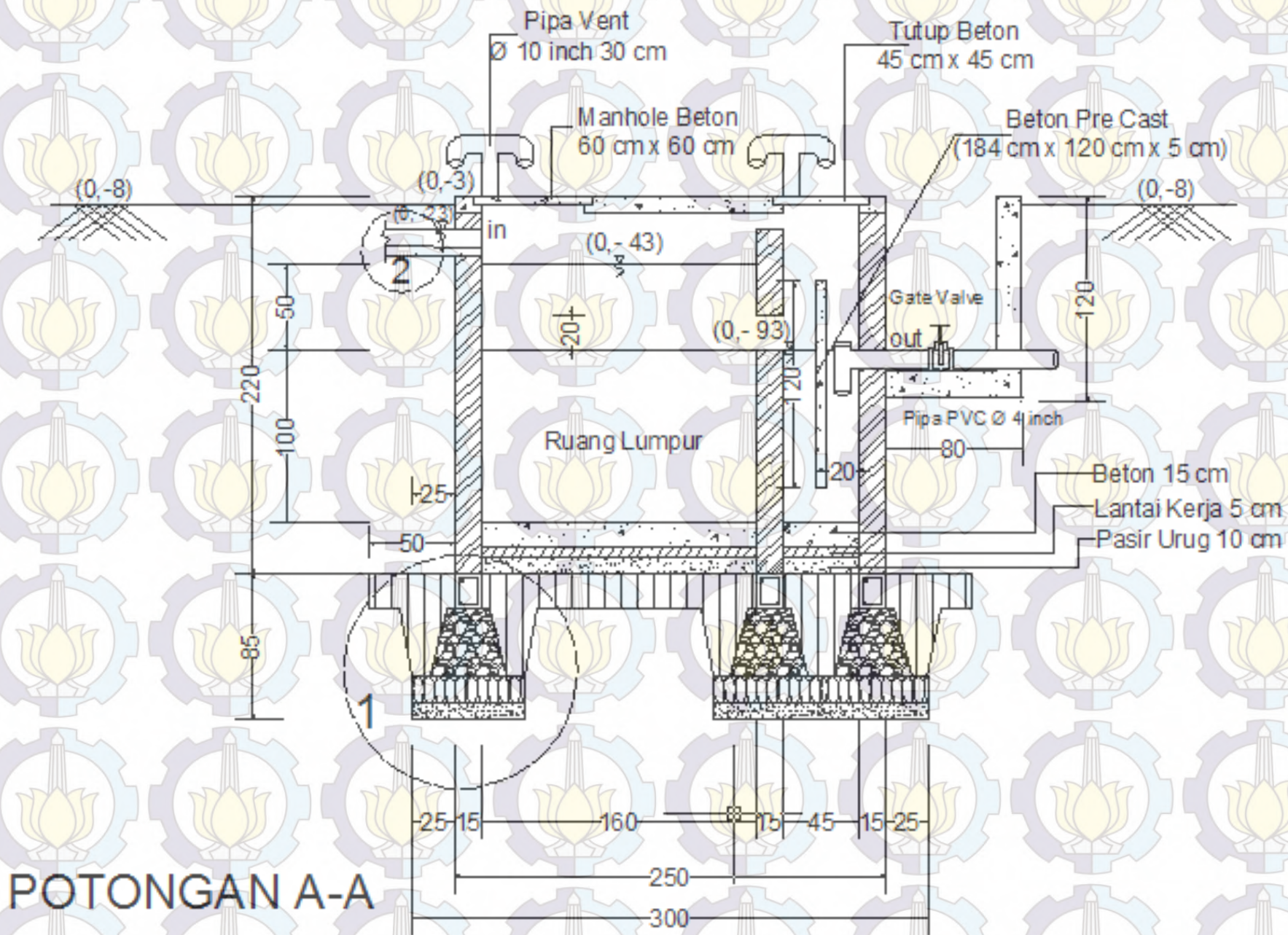
- Volume lumpur = biomassa + cell debris + inert TSS
  - Data-data untuk perhitungan lumpur per hari (Tchobanoglous *et al.*, 2003)
  - $Y = 0,08 \text{ g VSS/g COD}$
  - $k_d = 0,03 \text{ g/g hari}$
  - $\text{SRT} = \text{HRT} \times 5 = 14 \text{ jam} \times 5 = 70 \text{ jam} \approx 3 \text{ hari}$
  - $f_d = 0,15 \text{ g VSS/g VSS}$
1. Lumpur biomassa = 116,9 g VSS/hari
  2. Lumpur dari cell debris = 1,4 g VSS/hari
  3. Lumpur dari inert TSS = 557,8 g TSS/hari



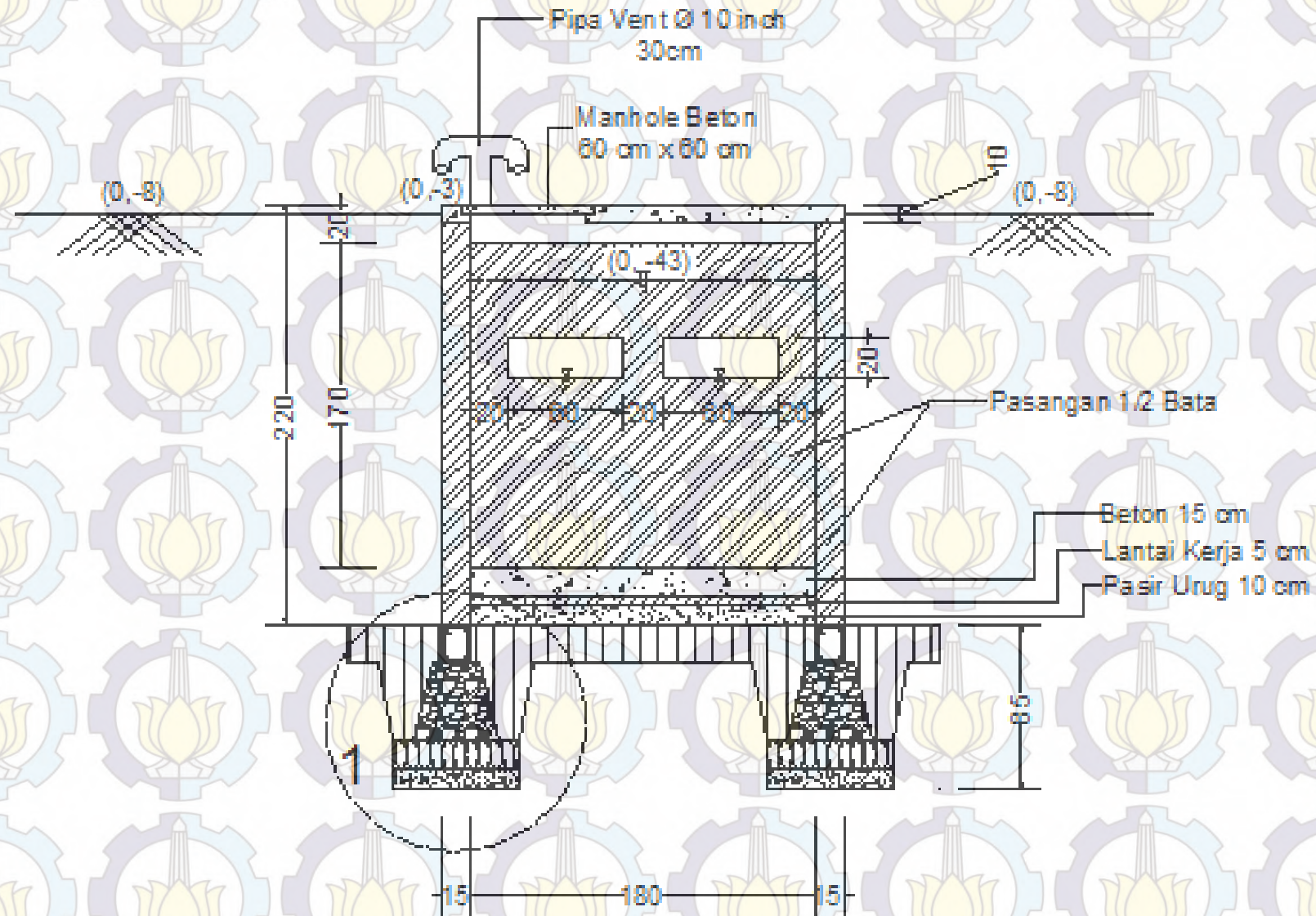


TAMPAK ATAS





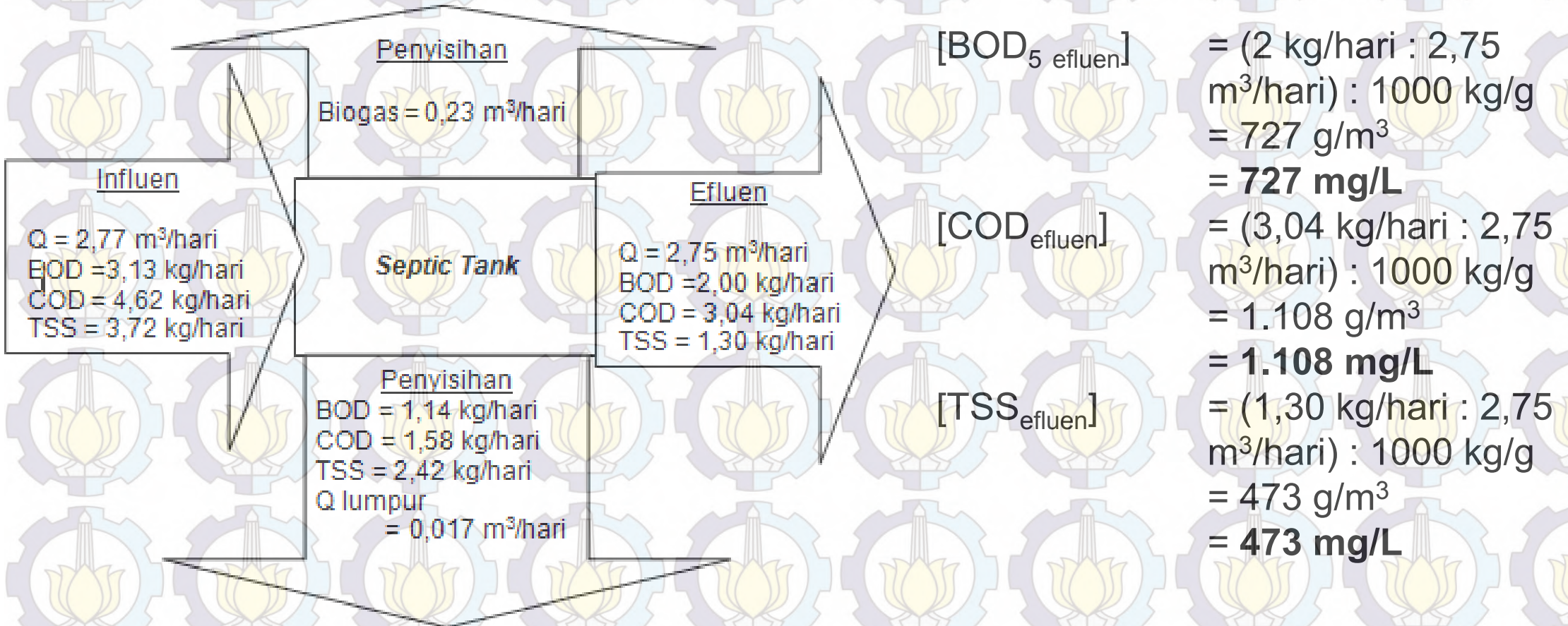




**POTONGAN B-B**



# Keseimbangan Massa Septic Tank





# ABR

- Q hari =  $2,75 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Waktu air limbah mengalir = 24 jam
- Q rata-rata =  $2,75 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ jam} = 0,11 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Volume lumpur di tangki pengendap =  $0,83 \text{ m}^3$
- Volume air di tangki pengendap =  $Q \times \text{HRT} = 0,23 \text{ m}^3$
- Panjang, lebar, kedalaman tangki pengendap =  $0,8 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$
- Jumlah kompartemen up-flow = 4 buah
- Kedalaman kompartemen up-flow =  $0,8 \text{ m}$
- Panjang kompartemen up-flow =  $0,8 \text{ m} \times 50\% = 0,4 \text{ m}$



# ABR

- A satu kompartemen =  $Q/v \text{ up-flow} = 0,11 \text{ m}^3 / \text{jam} : 0,5 \text{ m}^3 / \text{jam} = 0,23 \text{ m}^2$
- Lebar satu kompartemen =  $0,23 \text{ m}^2 : 0,4 \text{ m} = 1 \text{ m}$
- Cek  $v \text{ up-flow} = 0,29 \text{ m/jam}$  (*memenuhi kriteria desain untuk kecepatan up-flow  $< 2 \text{ m/jam}$  berdasarkan Sasse, 2009*)
- Panjang, lebar, kedalaman ABR =  $2,6 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$
- HRT aktual ABR =  $V/Q = 2,08 \text{ m}^3 : 0,11 \text{ m}^3 / \text{jam} = 18 \text{ jam}$  (*memenuhi kriteria desain untuk kecepatan HRT  $\geq 8 \text{ jam}$  berdasarkan Sasse, 2009*)
- Cek OLR =  $1,1 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$  (*memenuhi kriteria desain untuk organic loading rate  $\leq 3,0 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{hari}$  berdasarkan Sasse, 2009*)



# ABR

- Penyisihan BOD, COD, dan TSS = 92%, 90%, 80%

- Volume lumpur = biomassa + cell debris + inert TSS

1. Lumpur biomassa = 194,8g VSS/hari

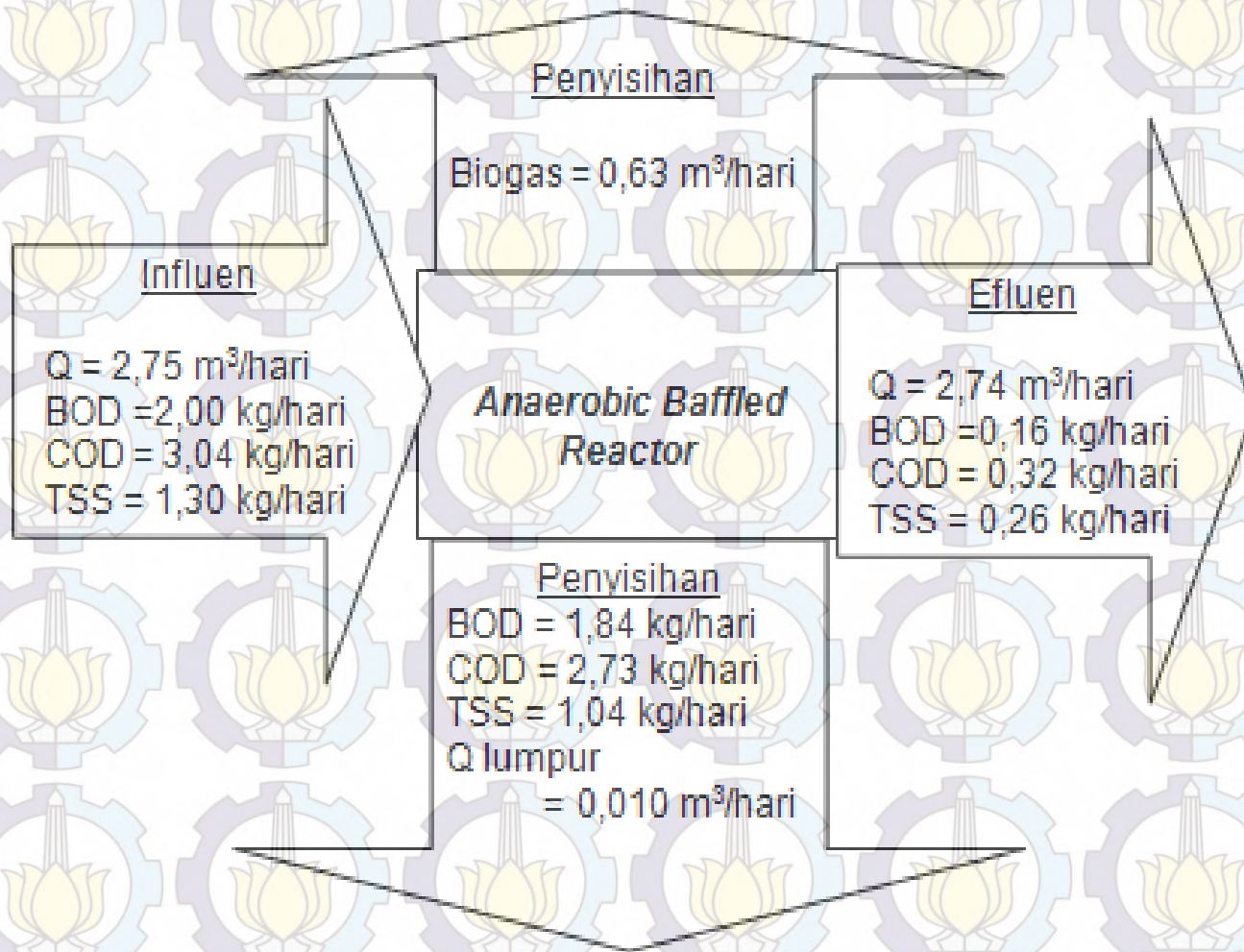
2. Lumpur dari cell debris = 3,5 g VSS/hari

3. Lumpur dari inert TSS = 156,2 g TSS/hari

4. Total lumpur = 0,4 kg TSS/hari

5. Volume lumpur = 0,01 m<sup>3</sup> /hari



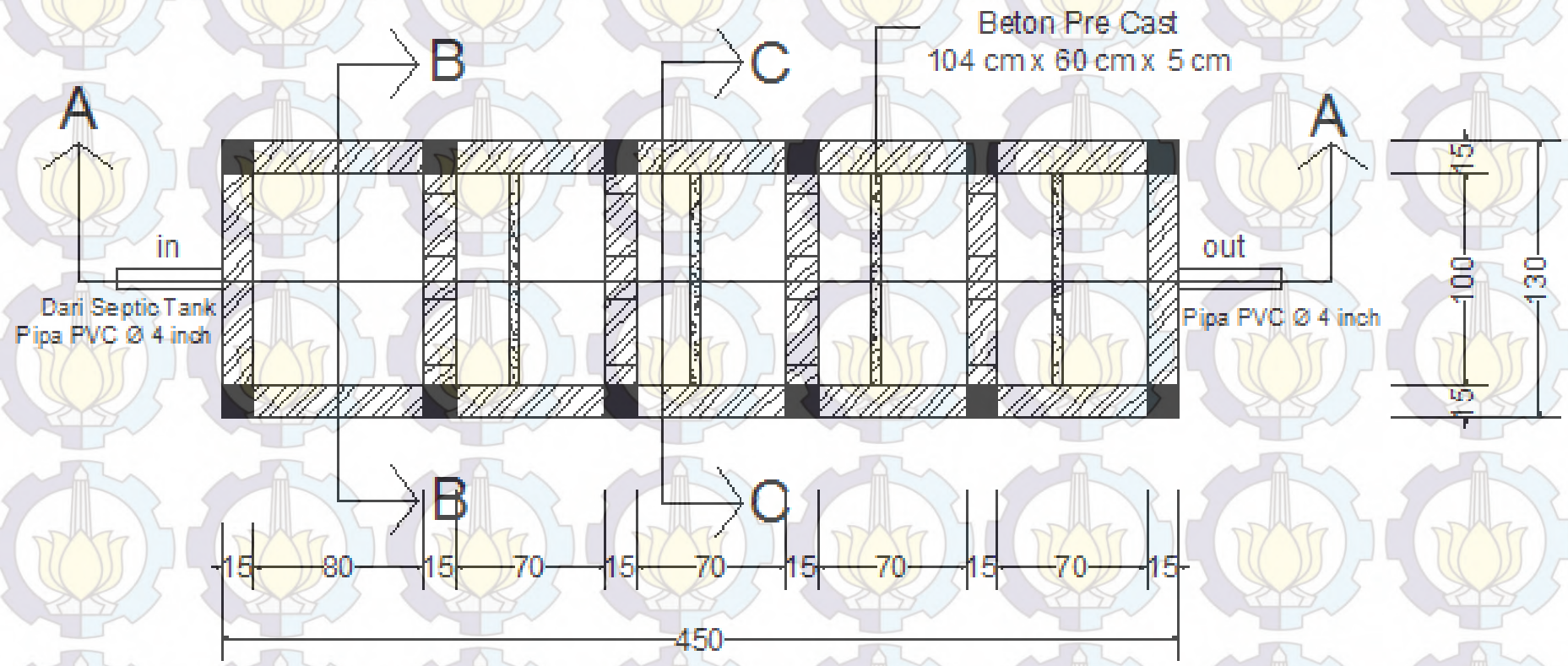


$[[\text{BOD}_5_{\text{efluen}}] = (0,16 \text{ kg/hari} : 2,74 \text{ m}^3/\text{hari}) : 1000 \text{ kg/g}$   
 $= 59 \text{ g/m}^3$   
 $= 59 \text{ mg/L}$  (memenuhi baku mutu BOD<sub>5</sub> berdasarkan Permen LH No. 11 Tahun 2009 – baku mutu BOD<sub>5</sub> = 100 mg/L)

$[\text{COD}_{\text{efluen}}] = (0,32 \text{ kg/hari} : 2,74 \text{ m}^3/\text{hari}) : 1000 \text{ kg/g}$   
 $= 115 \text{ g/m}^3$   
 $= 115 \text{ mg/L}$  (memenuhi baku mutu COD berdasarkan Permen LH No. 11 Tahun 2009 – baku mutu COD = 200 mg/L)

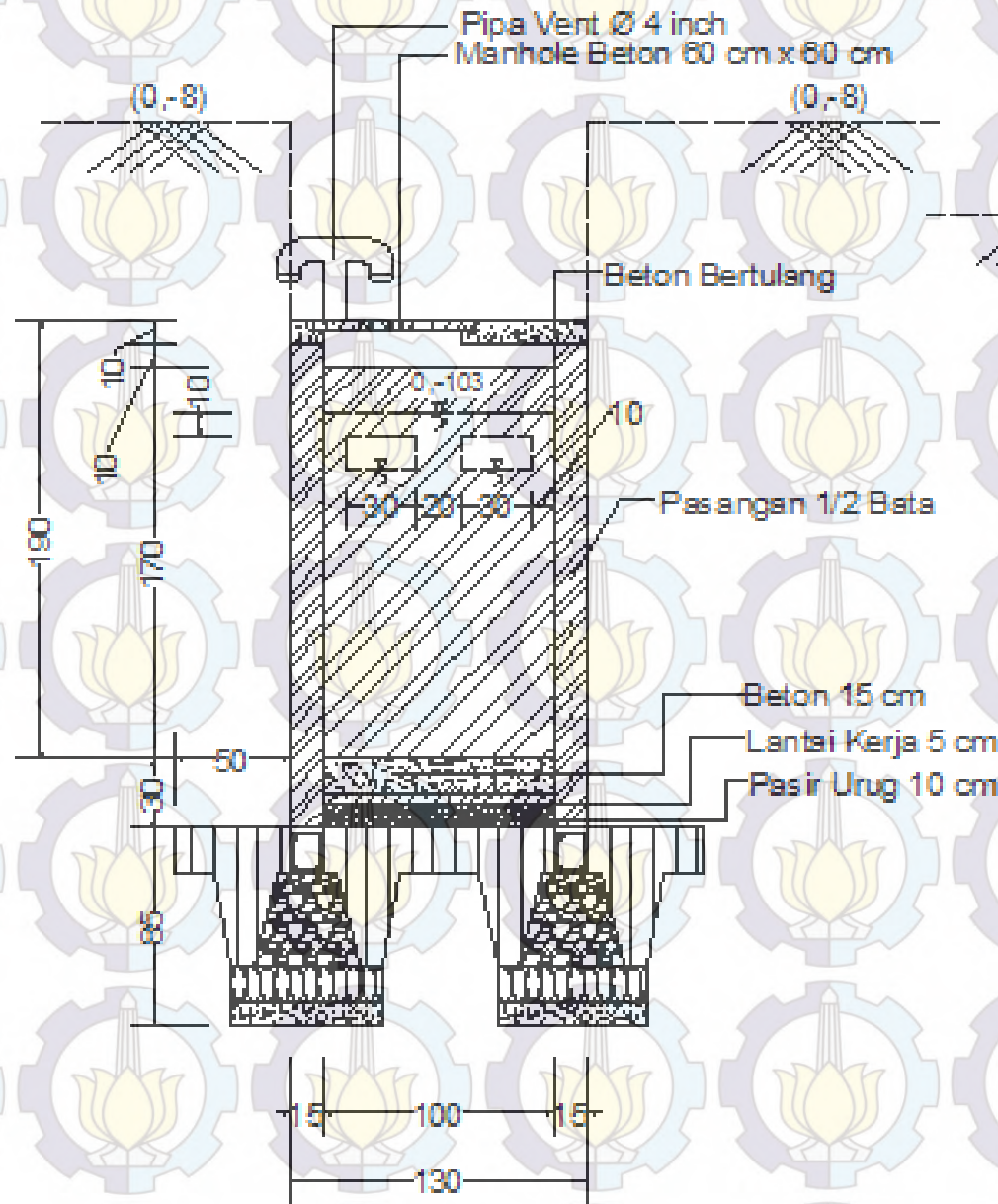
$[\text{TSS}_{\text{efluen}}] = (0,26 \text{ kg/hari} : 2,74 \text{ m}^3/\text{hari}) : 1000 \text{ kg/g}$   
 $= 95 \text{ g/m}^3$   
 $= 95 \text{ mg/L}$  (memenuhi baku mutu TSS berdasarkan Permen LH No. 11 Tahun 2009 – baku mutu TSS = 100 mg/L)



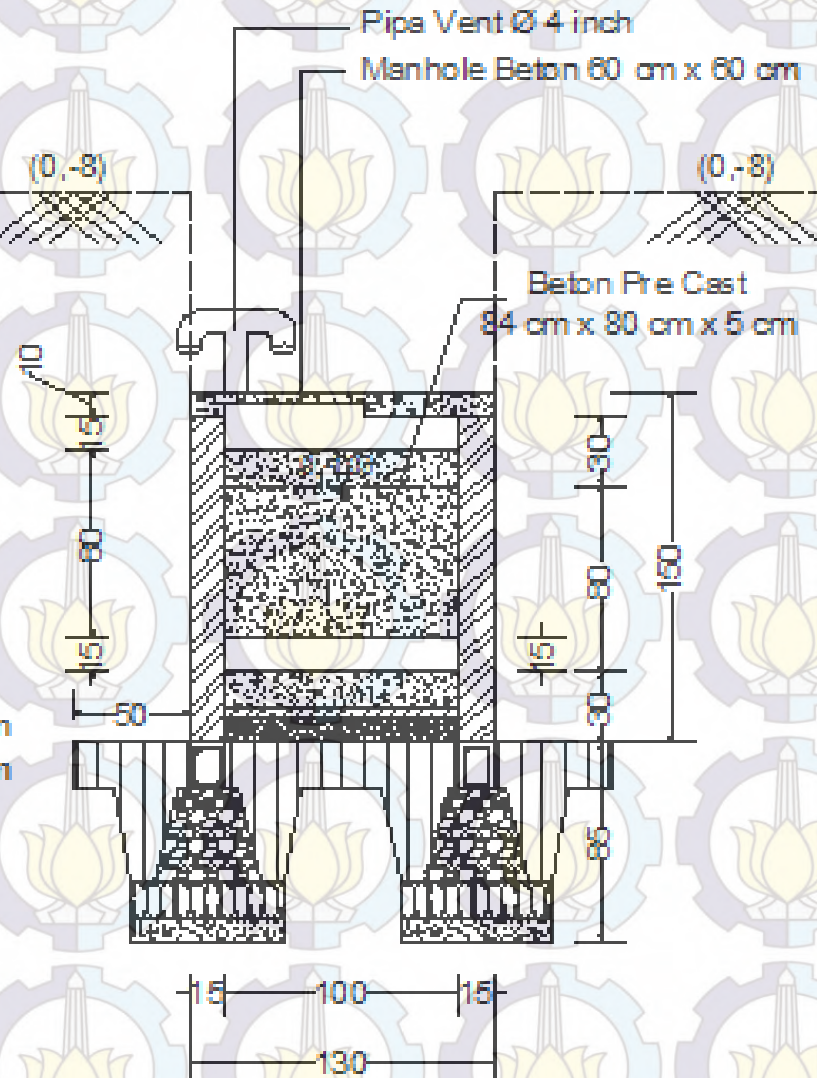


DENAH



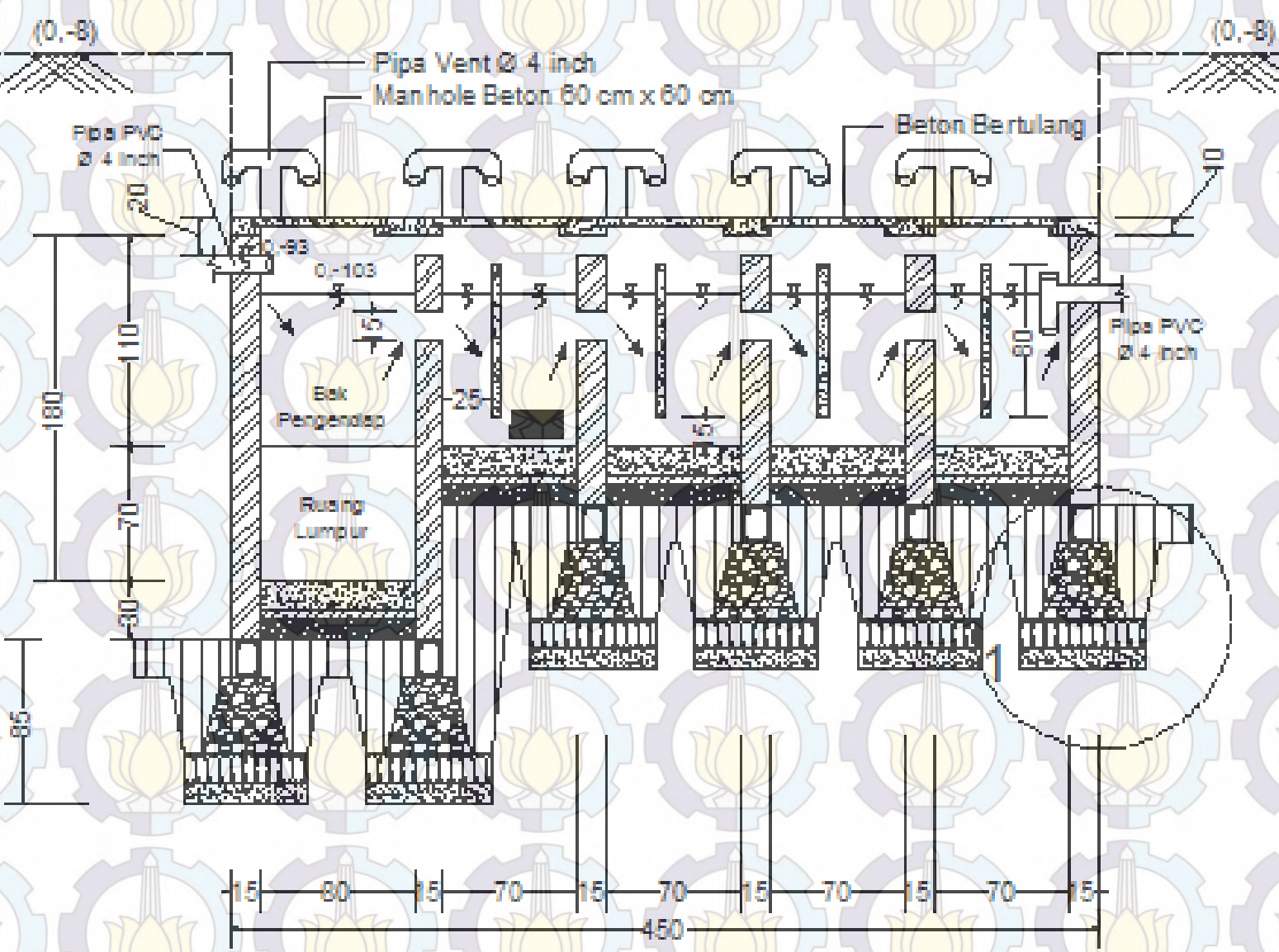


POTONGAN B-B



POTONGAN C-C





POTONGAN A-A



# Constructed Wetland

- $Q_{\text{influen}} = 2,74 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $\text{COD}_{\text{influen}} = 1.113 \text{ mg/L}$
- $\text{BOD}_{\text{influen}} = 585 \text{ mg/L}$
- Penyisihan BOD, COD, TSS = 91%, 89%, 85%
- $A_{\text{cross}} = Q : (\text{Konduktivitas hidrolis} \times S) = 0,53 \text{ m}^2$
- Kedalaman media filter = 0,3 m
- Lebar media filter =  $0,53 \text{ m}^2 : 0,3 \text{ m} = 1,8 \text{ m}$
- Beban organik maksimum = **10 g BOD/m<sup>2</sup>.hari**
- Luas permukaan filter =  $(2,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 585 \text{ mg/L}) : 10 \text{ g BOD/m}^2.\text{hari} = 160 \text{ m}^2$



# Constructed Wetland

- Panjang media filter =  $160 \text{ m}^2 / 1,8 \text{ m} = 92 \text{ m}$
- Cek *Hydraulic Loading Rate* =  $2,74 \text{ m}^3 / \text{hari} : 166 \text{ m}^2 = 0,02 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari}$
- Cek *Organic Loading Rate* =  $\text{HLR} \times \text{BOD}_5 \text{ influen}$   
 $= 0,02 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari} \times 585 \text{ g} / \text{m}^3 = 9,7 \text{ g BOD} / \text{m}^2 \cdot \text{hari}$



Influen  
Q = 2,74 m<sup>3</sup>/hari  
BOD = 1,60 kg/hari  
COD = 3,04 kg/hari  
TSS = 0,91 kg/hari

*Constructed  
Wetland*

Penyisihan  
BOD = 1,46 kg/hari  
COD = 2,72 kg/hari  
TSS = 0,77 kg/hari  
Q lumpur  
= 0,095 m<sup>3</sup>/hari

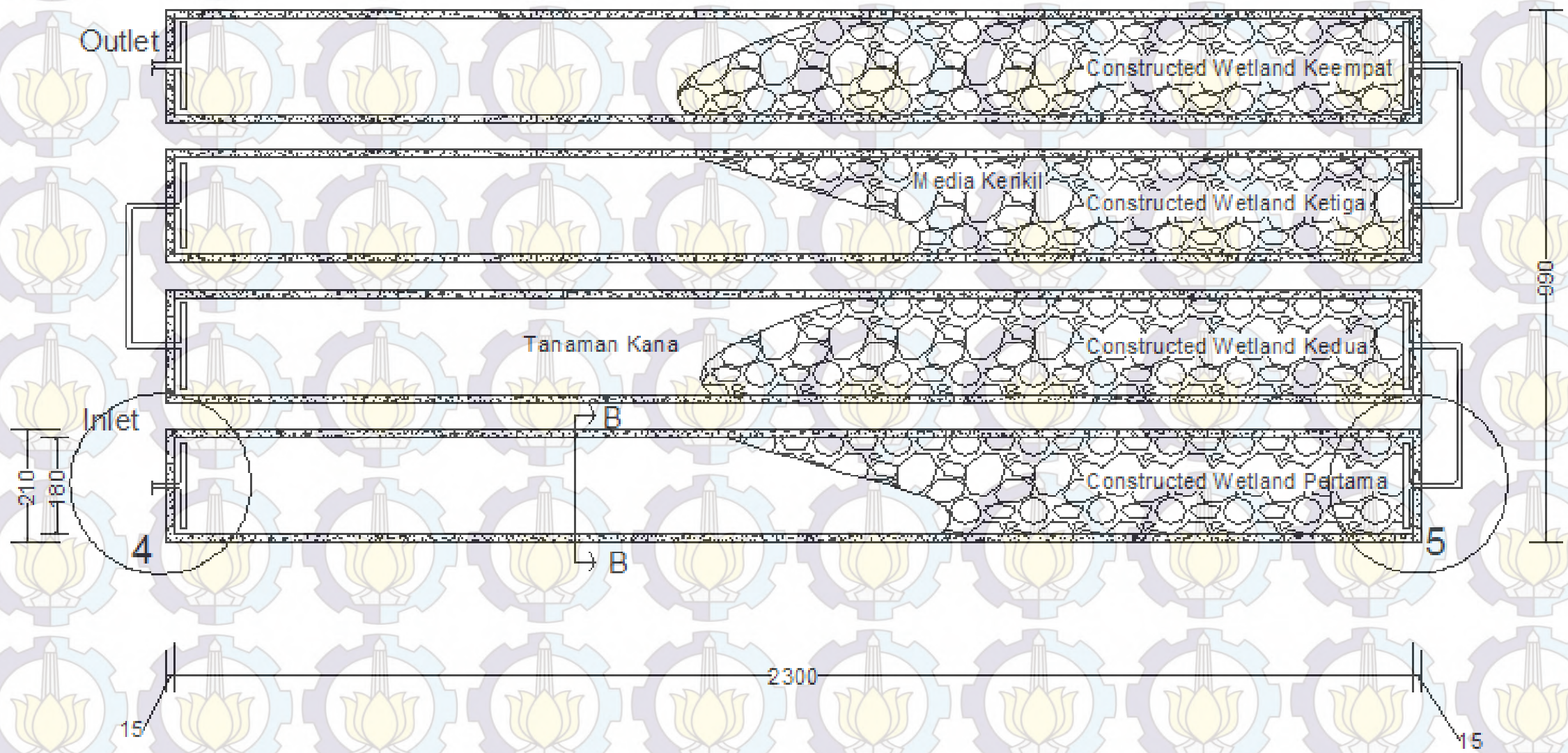
Efluen  
Q = 2,64 m<sup>3</sup>/hari  
BOD = 0,14 kg/hari  
COD = 0,33 kg/hari  
TSS = 0,14 kg/hari

[BOD<sub>5</sub> efluen] = (0,14 kg/hari : 2,64 m<sup>3</sup>/hari) : 1000 kg/g  
= 52 g/m<sup>3</sup>  
= 52 mg/L (memenuhi baku mutu BOD<sub>5</sub> berdasarkan Permen LH No. 11 Tahun 2009 – baku mutu BOD<sub>5</sub> = 100 mg/L)

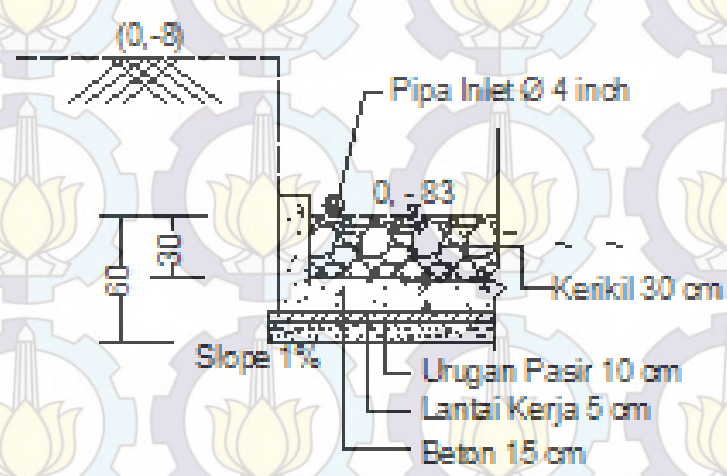
[COD efluen] = (0,33 kg/hari : 2,64 m<sup>3</sup>/hari) : 1000 kg/g  
= 124 g/m<sup>3</sup>  
= 124 mg/L (memenuhi baku mutu COD berdasarkan Permen LH No. 11 Tahun 2009 – baku mutu COD = 200 mg/L)

[TSS efluen] = (0,14 kg/hari : 2,64 m<sup>3</sup>/hari) : 1000 kg/g  
= 52 g/m<sup>3</sup>  
= 52 mg/L (memenuhi baku mutu TSS berdasarkan Permen LH No. 11 Tahun 2009 – baku mutu TSS = 100 mg/L)

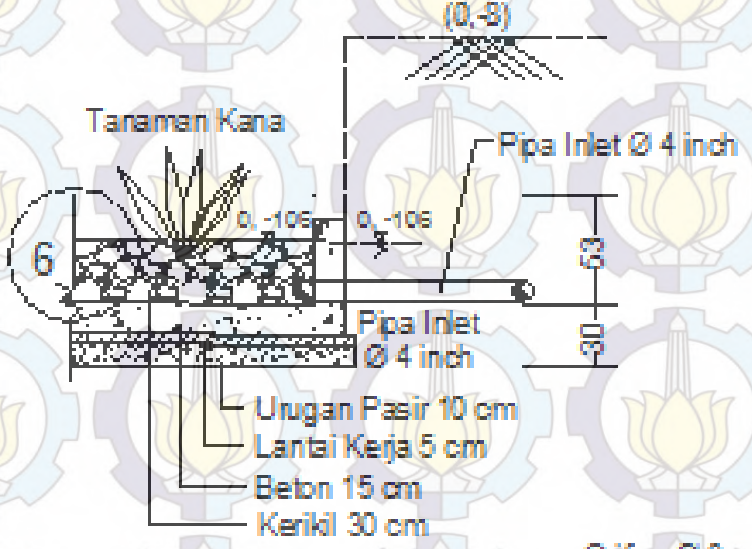




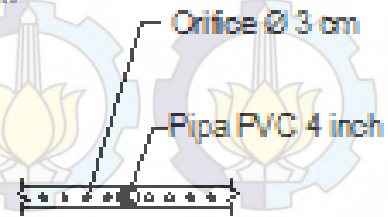




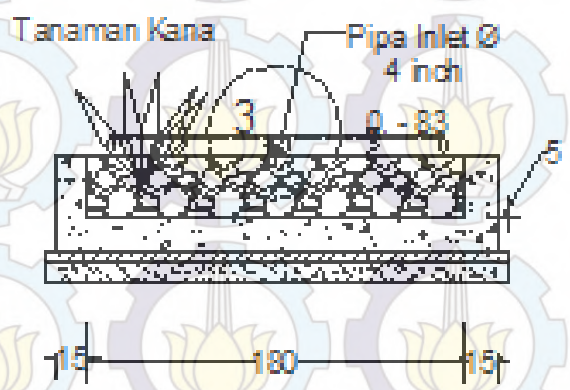
DETAIL - 4  
INLET



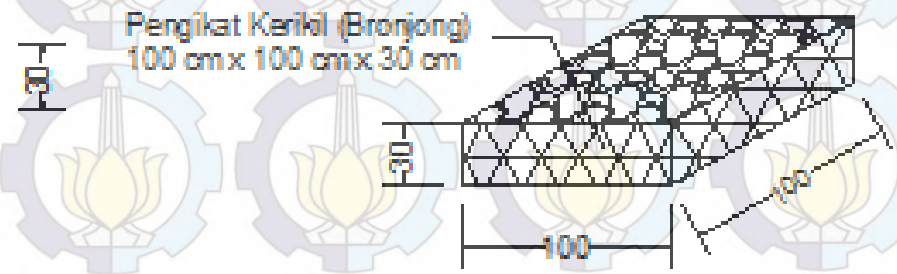
DETAIL - 5  
OUTLET



DETAIL - 3  
PIPA INLET



POTONGAN B-B



DETAIL - 6



# RAB

Tabel 5. 38 Rekapitulasi Biaya Konstruksi Bangunan IPAL

Alternatif Pertama	
Nama Bangunan	Biaya Konstruksi
<i>Septic Tank</i>	Rp 29.700.000
ABR	Rp 35.700.000
Bak Penampung	Rp 15.400.000
<b>Total</b>	<b>Rp 80.800.000</b>

Tabel 5. 39 Rekapitulasi Biaya Konstruksi Bangunan IPAL  
Alternatif Kedua

Nama Bangunan	Biaya Konstruksi
Septic Tank	Rp 29.800.000
CW	Rp 134.400.000
Bak Penampung	Rp 31.600.000
<b>Total</b>	<b>Rp 195.800.000</b>



OM

Tabel 5. 46 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Per Tahun  
untuk *Septic Tank*

Jenis Pekerjaan	Biaya
Pengurasan lumpur	Rp 150.000
Perbaikan baffled dan dinding yang keropos	Rp 576.533
Pembersihan scum	Rp 150.000
Total	Rp 876.533
<i>(dibulatkan)</i>	<b>Rp 880.000</b>

Tabel 5. 47 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Per Tahun  
untuk *Anaerobic Baffled Reactor*

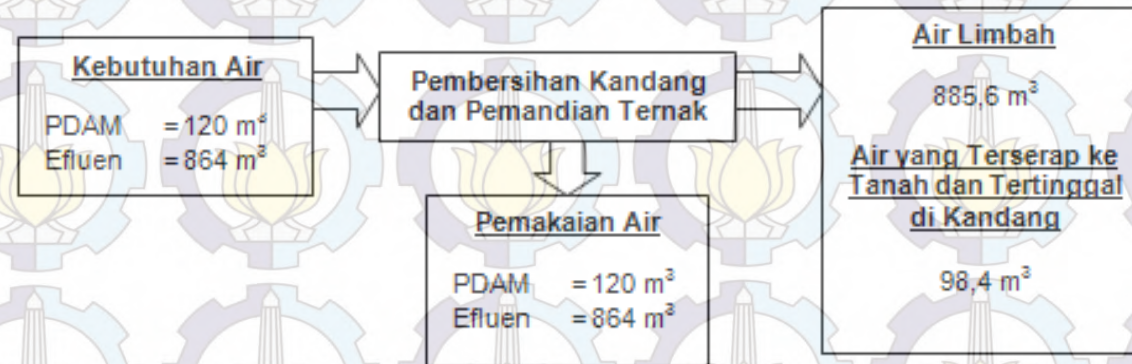
Jenis Pekerjaan	Biaya
Pengurasan lumpur	Rp 150.000
Perbaikan baffled dan dinding yang keropos	Rp 576.533
Pembersihan scum	Rp 150.000
Total	Rp 876.533
<i>(dibulatkan)</i>	<b>Rp 880.000</b>

Tabel 5. 48 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Per Tahun  
untuk *Constructed Wetland*

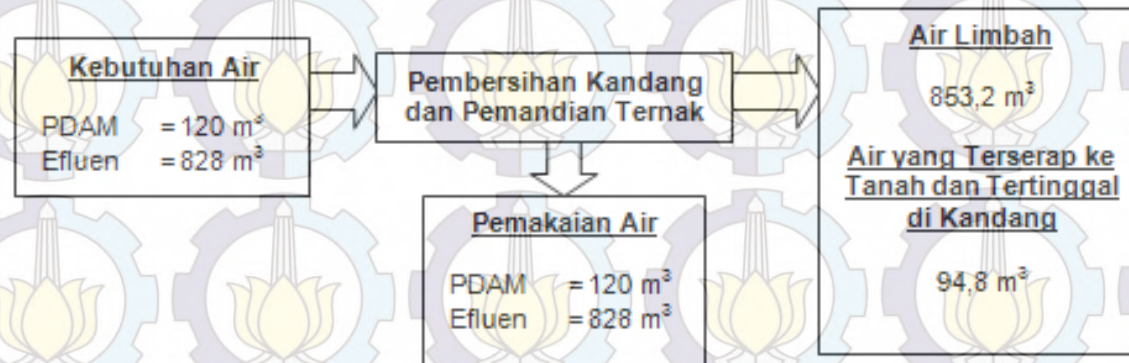
Jenis Pekerjaan	Biaya
Penggantian tanaman	Rp 124.200
Flushing pipa inlet dan outlet	Rp 100.000
Flushing media kerikil	Rp 100.000



# Pemanfaatan Efluen



Gambar 5. 25 Neraca Penggunaan Air untuk Alternatif Pertama dalam 1 Tahun



Gambar 5. 26 Neraca Penggunaan Air untuk Alternatif Kedua dalam 1 Tahun



# B/C Rasio

## 1. Alternatif Pertama

- Proyeksi biaya masa depan (*future worth*)
- Asumsi tingkat suku bunga = 8 %
- Asumsi umur teknis IPAL = 20 tahun
- Total cost masa depan = Rp 482.776.640
- Total benefit masa depan = Rp 2.364.804.434
- B/C rasio =  $\text{Rp } 2.364.804.434 / \text{Rp } 482.776.640 = 4,89$



# B/C Rasio

## 2. Alternatif Kedua

- Proyeksi biaya masa depan (*future worth*)
- Asumsi tingkat suku bunga = 8 %
- Asumsi umur teknis IPAL = 20 tahun
- Total cost masa depan = Rp 1.040.757.400
- Total benefit masa depan = Rp 2.361.608.416
- B/C rasio =  $\text{Rp } 2.361.608.416 / \text{Rp } 1.040.757.400 = 2,27$



# Kesimpulan

1. Telah diperoleh dimensi bangunan pengolahan air limbah cair peternakan babi dengan menggunakan alternatif pertama (*anaerobic baffled reactor*) dan alternatif kedua (*constructed wetland-horizontal sub-surface flow*). Dimensi untuk alternatif pertama masing-masing sebagai berikut: *septic tank* 2 m x 1,8 m x 1,5 m; *anaerobic baffled reactor* 3,4 m x 1 m x 0,8 m; dan bak penampung 1,2 m x 1,2 m x 2 m. Selain itu, dimensi untuk alternatif kedua masing-masing sebagai berikut: *septic tank* 2 m x 1,8 m x 1,5 m; *constructed wetland* 92 m x 1,8 m x 0,3 m; dan bak penampung 2,4 m x 2,4 m x 2 m.



# Kesimpulan

2. Telah didapatkan biaya konstruksi untuk kedua alternatif bangunan pengolahan limbah cair peternakan babi. Biaya konstruksi untuk bangunan IPAL alternatif pertama (*septic tank + anaerobic baffled reactor + bak penampung*) yaitu Rp 80.800.000,00 dengan biaya operasi dan pemeliharaan Rp 2.320.000 per tahun. Di sisi lain, biaya konstruksi untuk bangunan IPAL alternatif kedua (*fine screen + septic tank + constructed wetland + bak penampung*) yaitu Rp 195.800.000 dengan biaya operasi dan pemeliharaan yaitu Rp 2.800.000 per tahun.



## Kesimpulan

3. Efluen dari kedua alternatif bangunan pengolahan limbah cair peternakan babi direncanakan untuk dimanfaatkan kembali untuk pencucian kandang dan pemandian ternak. Apabila menggunakan alternatif pertama, maka diperkirakan dapat menghemat air PDAM sebanyak  $864 \text{ m}^3$  per tahun. Jika menggunakan alternatif kedua, maka diperkirakan dapat menghemat air sebanyak  $828 \text{ m}^3$  per tahun. Di samping itu, telah dilakukan pula *benefit and cost ratio analysis* pada kedua alternatif. Rasio B/C pada alternatif pertama yaitu 4,89, sedangkan rasio B/C pada alternatif kedua yaitu 2,27.





## Saran

1. Dilakukan kajian terhadap konsentrasi nutrisi N dan P pada limbah cair peternakan babi.
2. Dilakukan kajian terhadap desain tipikal (sesuai dengan jumlah babi per ekor yang terdapat di peternakan) untuk desain peternakan babi yang lain.





# Terima Kasih

*Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember*