

**TIPIKAL PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH  
DOMESTIK DENGAN SERI BIOFILTER MELALUI PROSES  
PENGENDAPAN  
(STUDI KASUS : PERUMAHAN DIAN REGENCY)**

**DISUSUN :  
JIMMI P SIBURIAN (3311100023)**

**DOSEN PEMBIMBING :  
PROF. DR. IR. NIEKE KARNANINGROEM, MSc**

**DOSEN CO-PEMBIMBING :  
IR. DIDIK BAMBANG SUPRIYADI, MT**

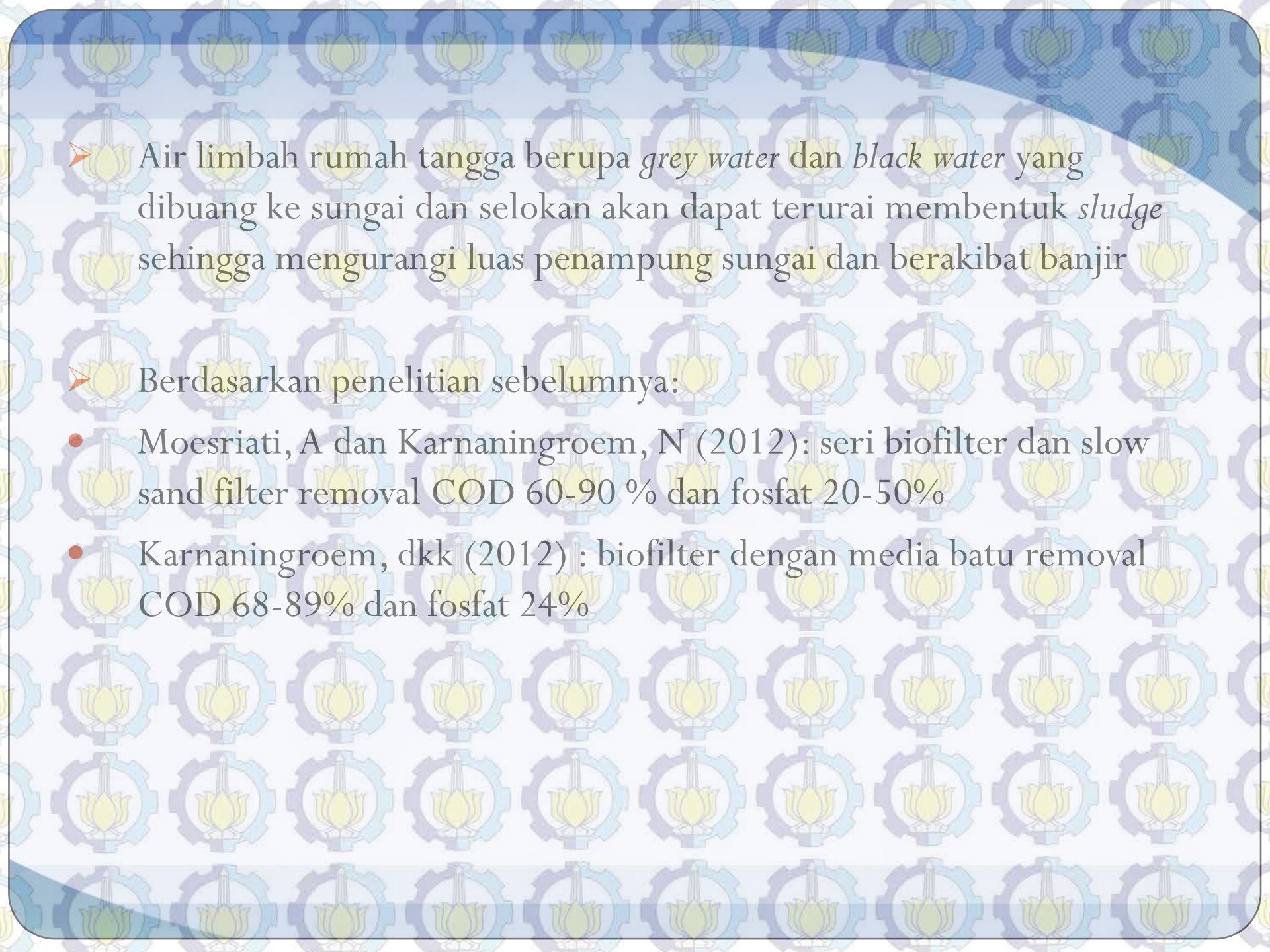


# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 LATAR BELAKANG

- Kualitas *grey water* yang belum terolah masih mengandung:
  - Rasio COD/BOD tinggi ( Morel dan Diener, 2006)
  - Bahan organik yang tinggi
  - Perbandingan SS/Turbiditas rendah (Jefferson, et al. 2004)
- Kualitas efluen tangki septik yang masih memiliki kandungan COD, Nitrat, dan Phosphat yang tinggi sehingga tidak memenuhi untuk dibuang maupun diresapkan ke tanah (Karnaningroem, 2012)



- 
- Air limbah rumah tangga berupa *grey water* dan *black water* yang dibuang ke sungai dan selokan akan dapat terurai membentuk *sludge* sehingga mengurangi luas penampung sungai dan berakibat banjir
  - Berdasarkan penelitian sebelumnya:
    - Moesriati, A dan Karnaningroem, N (2012): seri biofilter dan slow sand filter removal COD 60-90 % dan fosfat 20-50%
    - Karnaningroem, dkk (2012) : biofilter dengan media batu removal COD 68-89% dan fosfat 24%

## 1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana mendesain tipikal unit bangunan seri biofilter melalui proses pengendapan di Perumahan Dian Regency
- Bagaimana RAB dari pembangunan dan biaya OM tipikal unit bangunan seri biofilter melalui proses pengendapan di Perumahan Dian Regency

## 1.3 Tujuan

- Memperoleh desain bangunan tipikal unit bangunan seri biofilter melalui proses pengendapan di Perumahan Dian Regency
- Menghitung RAB dari pembangunan dan biaya OM tipikal unit bangunan seri biofilter melalui proses pengendapan di Perumahan Dian Regency

#### 1.4 Manfaat

- Perusahaan
  - DED dan Gambar tipikal unit bangunan sehingga dijadikan pertimbangan dalam pemilihan unit pengolahan
- Masyarakat
  - Membantu masyarakat dalam memilih pengolahan air limbah (*black dan grey water*) yang tepat dan efisien
- Pemerintah Kabupaten/Kota
  - Dasar Pemerintah Kota untuk mensosialisasikan tipikal unit bangun kepada masyarakat maupun perumahan baru

#### 1.5 Ruang Lingkup

- Perumahan Dian regency dengan tipikal rumah tipe 49, 79 dan 129
- Debit dan karakteristik air limbah yang dikumpulkan melalui data sekunder
- Perencanaan DED meliputi bangunan Tangki Septik dan unit seri biofilter anaerobik
- Perhitungan RAB dari pembangunan tipikal unit bangunan dengan pendekatan volume kegiatan dan Harga Satuan Pekerjaan Kegiatan (HSPK) kota Surabaya

# BAB 3 Metodologi Perencanaan

- Proses Pengolahan Air Limbah yang Direncanakan



# Penentuan Kualitas Air Limbah

Thailand

- Mix Wastewater
- BOD = 220 mg/L
- COD = 610 mg/L
- TSS = 300 mg/L

Polprasert dan Rajput,  
1987

Malaysia

- Mix Wastewater
- BOD = 239 mg/L
- COD = 420 mg/L

Kling, Sohami, 2007

Vietnam

- Mix Wastewater
- BOD = 364.2 mg/L
- COD = 367.8 mg/L
- TSS = 271.4 mg/L

Anh, Nguyen Viet et., al 2007

Kualitas Air Limbah  
Tipe Weak

- BOD = <200 mg/L
- COD = <400 mg/L

Tipe Medium

- BOD = 200-350 mg/L
- COD = 400-700 mg/L

Mara, 2004

# Penentuan Kualitas Air Limbah

Black  
Water

- BOD = 195 mg/L
- COD = 290 mg/L
- TSS = 480 mg/L

Grey  
Water

- BOD = 189 mg/L
- COD = 317 mg/L
- TSS = 200 mg/L



# Penentuan Debit Air Limbah

- Tipe Rumah 49

- Jumlah Penghuni = 5 orang

- Kebutuhan Air Bersih = 120 L/orang.hari

- Debit BlackWater = 10 L/orang.hari

(Sudarmadji dan Handi 2013)

- Q air bersih = 120 L/org.hari x 5 orang

= 600 L/hari

- Q air limbah = 0.8 x 600 L/hari

= 480 L/hari

- Q black Water = 10 L/org.hari x 5 orang

= 50 L/hari

- Qgrey water = (480 – 50) L/hari

= 430 L/hari

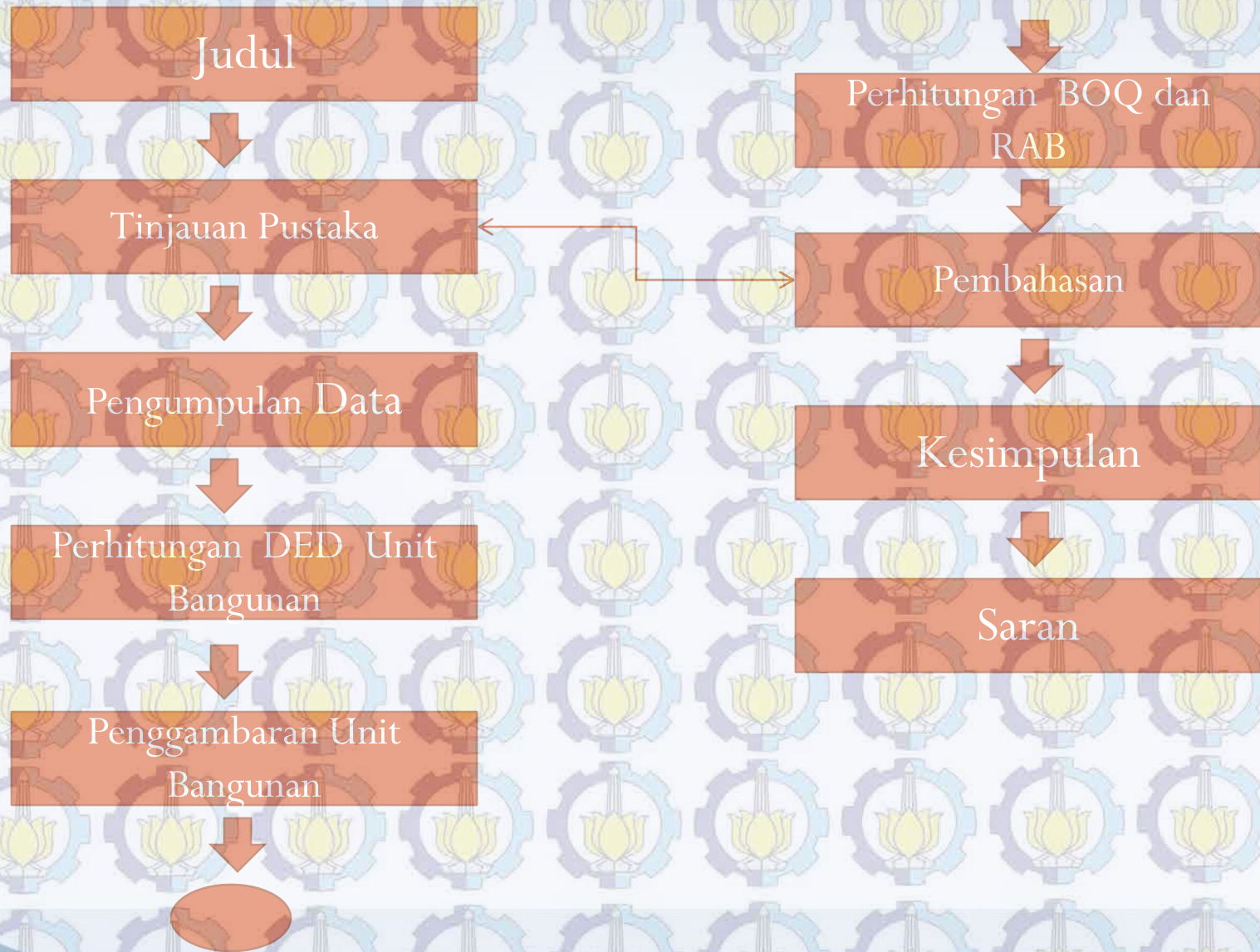
# Penentuan Debit Air Limbah

Tipe Rumah	Q Grey water (L/hari)	Q black water (L/hari)	Grey water (%)	Black water (%)
49	430	50	88.37	11.63
79	602	70	88.37	11.63
129	774	90	88.37	11.63

% Grey Water = 68-90%  
% Black Water = 10-32%

Pham, 2003

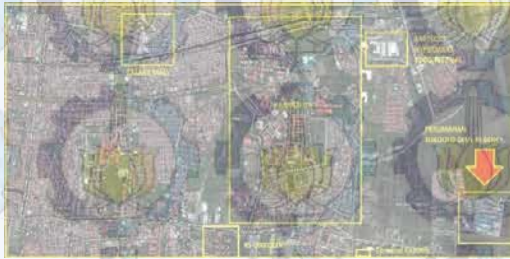
### 3.2 Tahapan Perencanaan



# BAB 4 PEMBAHASAN

## LOKASI PERENCANAAN

## PERUMAHAN DIAN REGENCY SUKOLILO 2



### KEUNGGULAN PERUMAHAN DIAN REGENCY SUKOLILO 2

- Perumahan ini dapat ditempuh hanya 50 meter dari outer east ring road
- Perumahan ini terletak 5 menit dari Kampus ITS
- Perumahan ini dapat ditempuh hanya membutuhkan waktu 8 menit dari middle east ring road
- Perumahan ini dapat ditempuh hanya membutuhkan waktu 10 menit dari Galaxy Mall

# FASILITAS PERUMAHAN



SUMBER : BROSUR  
PERUMAHAN

# PENGEMBANGAN TIPE RUMAH

Perumahan Dian Regency Sukolilo 2 memiliki tipe rumah

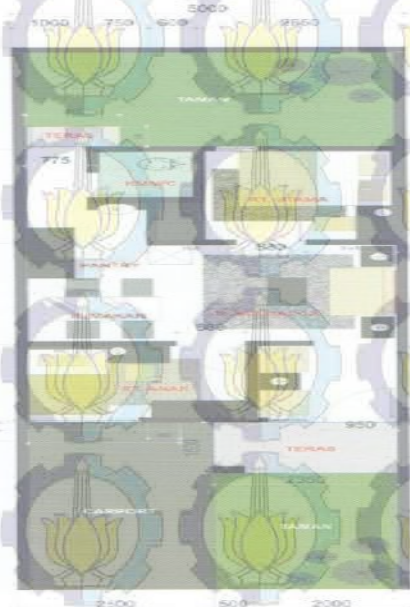
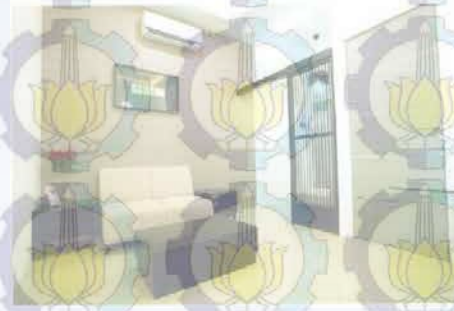
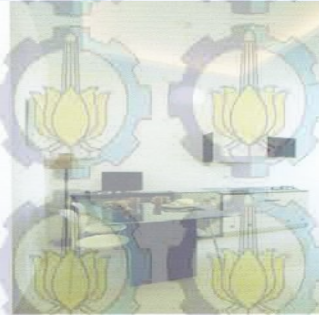
- Tipe 49 = 2 bedroom
- Tipe 59 dan Tipe 79 = 3 Bedroom
- Tipe 129 dan 169 = 4 Bedroom

TIPE RUMAH YANG  
DIRENCANAKAN

- TIPE 49
- TIPE 79
- TIPE 129

ASUMSI  
1 BEDROOM DIISI  
MAKS 2 ORANG

# TIPE RUMAH 49



LUAS LAHAN KOSONG

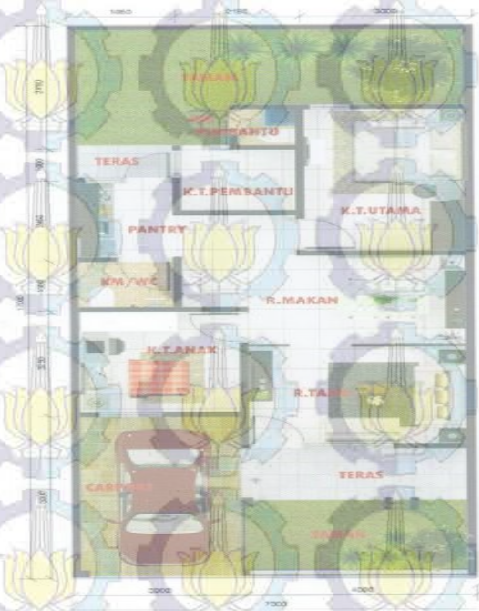
TAMAN DEPAN

= 3000 X 2500 mm

TAMAN BELAKANG

= 5000 X 3000 mm

# TIPE RUMAH 79

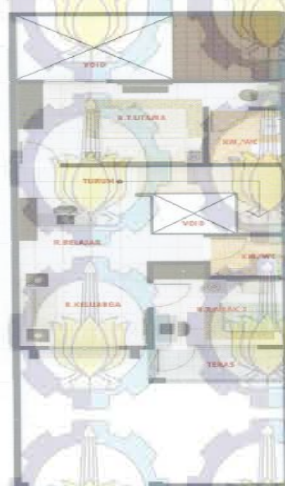
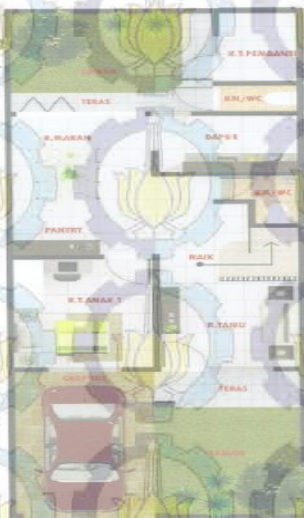
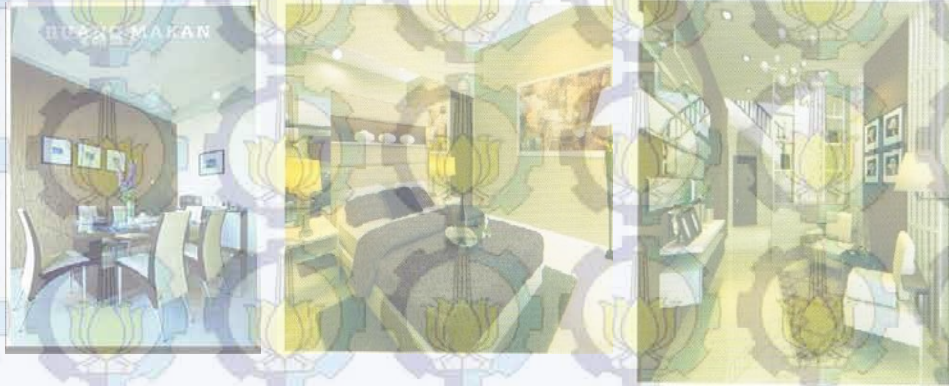


## LOKASI LAHAN KOSONG

- TAMAN DEPAN = 4000 X 4000 mm
- TAMAN BELAKANG = 7000 X 3750 mm



# TIPE RUMAH 129



LOKASI LAHAN KOSONG

- TAMAN DEPAN = 4000 X 3000 mm
- TAMAN BELAKANG = 4250 X 3500

# PERHITUNGAN DED

## 1. TANGKI SEPTIK

Diketahui:

$$\text{BOD} = 195 \text{ mg/L} \quad \text{Q}_{49} = 50 \text{ L/hari}$$

$$\text{COD} = 290 \text{ mg/L} \quad \text{Q}_{79} = 70 \text{ L/hari}$$

$$\text{TSS} = 480 \text{ mg/L} \quad \text{Q}_{129} = 90 \text{ L/hari}$$

Direncanakan

$$\text{HRT} = 48 \text{ jam (48 jam-120 jam)}$$

$$\text{Pengurasan Lumpur} = 36 \text{ bulan (24-36 bulan)}$$

$$\text{Rasio SS/COD} = 0.42 \quad (0.35-0.42)$$

## PERHITUNGAN KAPASITAS TANGKI SEPTIK

$$A = P \times N \times S \text{ (Volume Lumpur)}$$

$$B = P \times Q \times T_h \text{ (Kapasitas Air)}$$

Untuk tangki septik hanya menampung limbah WC (terpisah)

$$T_h = 2,5 - 0,3 \log (P.Q) > 0,5$$

(Suharmadji, 2013)

## ➤ TIPE RUMAH 49

- Jumlah penghuni 1KK = 5 orang
- Waktu pengurasan direncanakan setiap (N) = 3 tahun (IKK *Sanitation Improvement Programme*, 1987)
- Rata-rata Lumpur terkumpul l/orang/tahun (S) = 40 lt, untuk air limbah dari KM/WC. (IKK *Sanitation Improvement Programme*, 1987)
- Air limbah yang dihasilkan tiap orang/hari = 10 l/orang/hari (tangki septik hanya untuk menampung air kotor)
- Kebutuhan kapasitas penampungan untuk lumpur.

$$A = P \times N \times S$$

$$A = 5 \text{ org} \times 3 \text{ tahun} \times 40 \text{ l/orang/tahun}$$

$$= 600 \text{ L}$$

- Kebutuhan kapasitas penampungan air.

$$B = P \times Q \times Th$$

$$Th = 2.5 - 0,3 \log (P \times Q) > 0,5$$

$$B = 5 \text{ org} \times 10 \text{ l/org/hari} \times (2,5 - 0,3 \log (5 \text{ org} \times 10 \text{ l/org/hari})) \\ = 99,52 \text{ L}$$

$$\text{Volume Total Tangki Septik} = A + B \\ = 600 + 99.52 \\ = 699.52 \text{ L} = 700 \text{ L} = 0.7 \text{ m}^3$$

- Tinggi tangki septik (h) = 1,00 m

- Luas Permukaan Tangki Septik =  $V/h$   
 $= 0.7 \text{ m}^3 / 1 \text{ m}$   
 $= 0.7 \text{ m}^2$

- Lebar tangki septik (L) : Panjang tangki (P) = 1 : 2

- Lebar tangki (L) = 0,60 m

- Panjang tangki (P) = 1,20 m

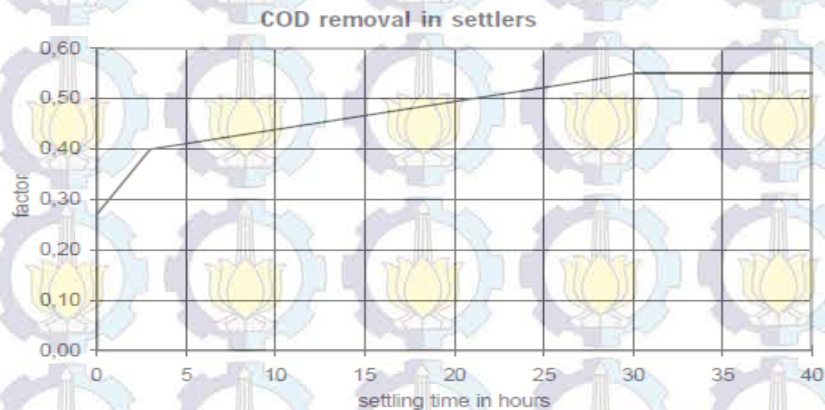
TIPE RUMAH	VOLUME (m <sup>3</sup> )	KEDALAMAN (m)	PANJANG (m)	LEBAR (m)
49	0.7	1	1.2	0.6
79	0.9763	1	1.4	0.7
129	1.252	1	1.6	0.8

$$P = 1.2 + 0.1n$$

$$L = 0.6 + 0.05n$$

N = Jumlah tambahan orang jika dianggap tipe rumah 49 merupakan rumah paling sederhana dengan kapasitas 5 orang

# PERHITUNGAN PERSENTASE REMOVAL TANGKI SEPTIK



HRT = 48 JAM

=IF(HRT<1;HRT\*0,3;IF(HRT<3;(HRT-1)\*0,1/2+0,3;IF(HRT<30;(HRT-3)\*0,15/27+0,4;0,55)))

% Removal COD

= (SS/COD) / 0.6 x Faktor

COD

= 0.385

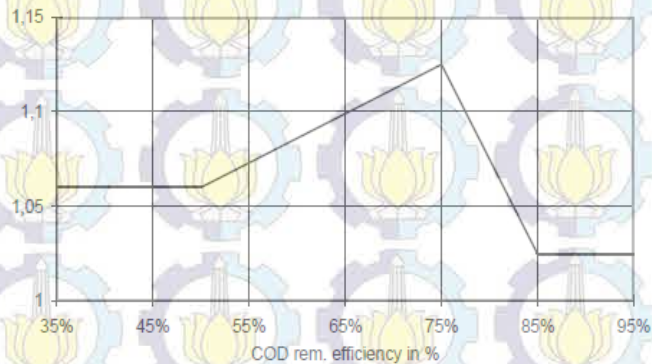
= 38.5%

FAKTOR COD

= 0.55

# ● PERHITUNGAN PERSENTASE REMOVAL TANGKI SEPTIK

simplified curve of ratio of efficiency of BOD removal to COD removal



Removal COD  
= 38.5%



Faktor CODrem = IF (CODrem<0.5; 1.06; IF(CODrem<0.75; (CODrem-0.5)\*0.065 /0.25 +1.06; IF(CODrem<0.85; 1.125-(CODrem-0.75)\*0.1/0.1;1.025))

Faktor = 1.06  
%Removal BOD = 40.81%



● %Removal TSS = 2 x %RBOD

## • KUALITAS EFLUEN TANGKI SEPTIK

BOD = 195 mg/L  
COD = 290 mg/L  
TSS = 480 mg/L

**Tangki Septik**  
CODrem = 38.5%  
BODrem = 40.81%  
TSSrem = 81.62%

BOD = 115.42 mg/L  
COD = 178.35 mg/L  
TSS = 88.224 mg/L

## 2. BAK KONTROL + GREASE TRAP

Kualitas Grey Water:

- BOD<sub>5</sub> = 189 mg/L
- COD = 317 mg/L
- TSS = 200 mg/L

Kualitas Efluen Tangki Septik:

- BOD<sub>5</sub> = 115.42 mg/L
- COD = 178.35 mg/L
- TSS = 88.224 mg/L



TIPE RUMAH	Q BLACK	QGREY	BODmix	CODmix	TSSmix
49	50	430	181.33	302.56	188.36
79	70	602	181.33	302.56	188.36
129	90	774	181.33	302.56	188.36

BOD = 189 mg/L  
 COD = 317 mg/L  
 TSS = 200 mg/L

BOD = 115.42 mg/L  
 COD = 178.35 mg/L  
 TSS = 88.224 mg/L

**BAK KONTROL**

BOD = 181.33 mg/L  
 COD = 302.56 mg/L  
 TSS = 188.36 mg/L

## TIPE RUMAH 49

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Q bak control} &= 50 \text{ L/hari} + 430 \text{ L/hari} \\ &= 480 \text{ L/hari} \\ &= 0.02 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ Td} = 48 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ V} &= \text{Q} \times \text{td} \\ &= 0.02 \text{ m}^3/\text{jam} \times 48 \text{ jam} \\ &= 0.96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ H} = 1.5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ A} &= \text{V}/\text{H} \\ &= 0.96/1.5 \\ &= 0.64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ L} = 0.56 \text{ m}$$

$$\bullet \text{ P} = 1.13 \text{ m}$$

TIPE RUMAH	VOLUME (M3)	KEDALAMAN (M)	PANJANG (M)	LEBAR (M)
49	0.96	1.5	1.14	0.56
79	1.344	1.5	1.34	0.67
129	1.728	1.5	1.54	0.77

$$P = 1.14 + 0.1n$$

$$L = 0.57 + 0.05n$$

n = Jumlah tambahan orang jika dianggap tipe rumah 49 merupakan rumah paling sederhana dengan kapasitas 5 orang

### 3. ANAEROBIK BIOFILTER

Penentuan Kamar (Chamber) Biofilter

Direncanakan:

- HRT = 48 jam (24-48 jam)
- OLR = 5 kgCOD/m<sup>3</sup>.hari (5-10 kgCOD/m<sup>3</sup>.hari)
- HLR = 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari (maks 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari)

Media Kerikil

**Type Rumah 49**

- Volume Media = (QxCOD)/OLR
- Volume Media = (480 L/d x 0.0030256 KgCOD/L)/5kgCOD/m<sup>3</sup>.d
- Volume Media = 0.3 m<sup>3</sup>
- Volume Rongga = Porositas x Vmedia  
= 0.3 x 0.5  
= 0.15
- Asurface = Vrongga/HLR  
= 0.15/1  
= 0.15m<sup>2</sup>

- Total tinggi media =  $0.3 \text{ m}^3 / 0.15 \text{ m}^2$   
= 2 m
- Tinggi 1 media = 1.25 m
- Jumlah Media = Total tinggi media / tinggi 1 media  
=  $2 / 1.25 = 1.6 = 2$  kompartemen

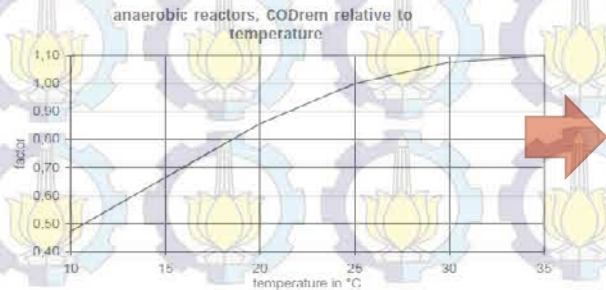
☐ Media Sarang Tawon

TIPE RUMAH	JUMLAH KOMPARTEME	
	KERIKIL	SARANG TAWON
49	2	1
79	2	1
129	2	1

- Total tinggi media =  $0.3 \text{ m}^3 / 0.294 \text{ m}^2$   
= 1.02 m
- Tinggi 1 media = 1.25 m
- Jumlah Media = Total tinggi media / tinggi 1 media  
=  $1.02 / 1.25$   
= 0.82 = 1 kompartemen

# B. PENENTUAN EFISIENSI REMOVAL ANAEROBIK BIOFILTER

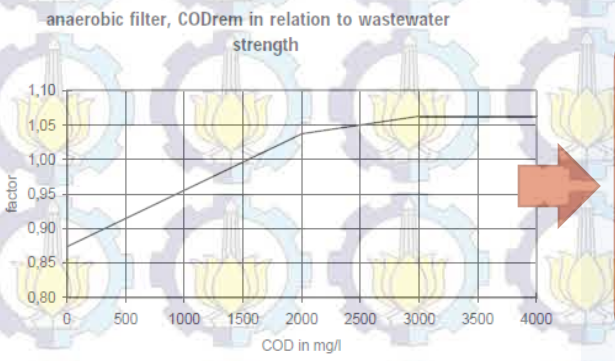
## ➤ FAKTOR SUHU (SUHU REAKTOR = 27°C)



$$= IF(\text{Suhu Reaktor} < 20; (\text{Suhu Reaktor} - 10) * 0,39 / 20 + 0,47; IF(\text{Suhu Reaktor} < 25; (\text{Suhu Reaktor} - 20) * 0,14 / 5 + 0,86; IF(\text{Suhu Reaktor} < 30; (\text{Suhu Reaktor} - 25) * 0,08 / 5 + 1; 1,1)))$$

Faktor suhu = 1.032

## ➤ FAKTOR STRENGTH WASTEWATER (COD = 302.56 mg/L)

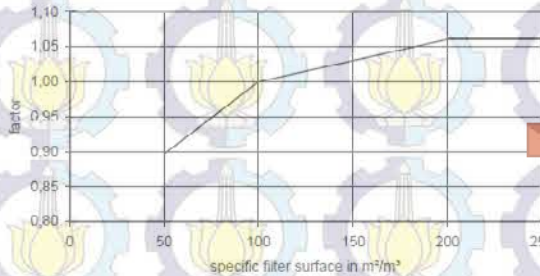


$$= IF(\text{CODin} < 2000; \text{CODin} * 0,17 / 2000 + 0,87; IF(\text{CODin} < 3000; (\text{CODin} - 2000) * 0,02 / 1000 + 1,04; 1,06))$$

Faktor = 0.895

## ➤ FAKTOR LUAS PERMUKAAN MEDIA

anaerobic filter, CODrem in relation to specific filter surface



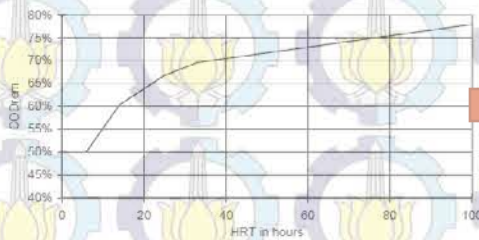
=IF(CODin<2000; CODin  
\*0,17/2000+0,87;IF(COD  
in<3000;(CODin 2000)\*  
0,02/1000+1,04; 1,06))

Media Kerikil  
Faktor = 1

Media Sarang  
Tawon  
Faktor = 1.03

## ➤ FAKTOR HRT (HRT = 48 JAM)

anaerobic filter, CODrem in relation to HRT,  
CODin 1500 mg/l; 25°C



= IF(HRT<12;HRT\*0,1612+0,44;  
IF(HRT<24;(HRT-12)\*(0,07/12)  
+0,6;IF(HRT<33;(HRT-24)\*(0,03/  
9)+0,67; IF(HRT<100;(HRT-33)\*  
0,09/67+0,7;0,78))))

Faktor HRT =  
0.69

## PENENTUAN PERSENTASE REMOVAL

$$\% \text{REMOVAL COD} = (f_{\text{suhu}} \times f_{\text{waste}} \times f_{\text{surface}} \times f_{\text{HRT}}) \times (1 + \text{jumlah chamber} \times 0.04)$$

### ❑ MEDIA KERIKIL

Jumlah Chamber = 2 ruang

$$\begin{aligned} \% \text{REMOVAL COD} &= (1.032 \times 0.895 \times 1 \times 0.69) \times (1 + (2 \times 0.04)) \\ &= 68.8\% \end{aligned}$$

### ❑ MEDIA SARANG TAWON

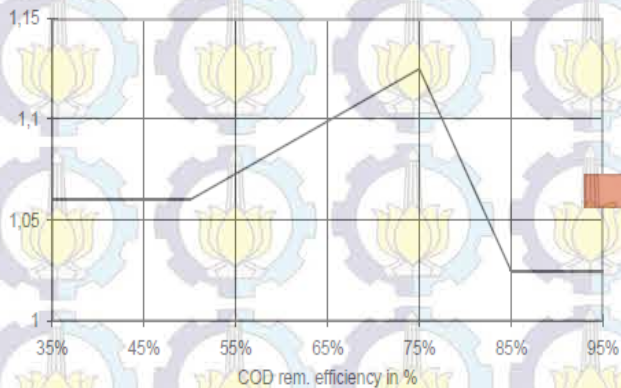
Jumlah Chamber = 1 ruang

$$\begin{aligned} \% \text{REMOVAL COD} &= (1.032 \times 0.895 \times 1.03 \times 0.69) \times (1 + (1 \times 0.04)) \\ &= 68.3\% \end{aligned}$$



# PERSENTASE REMOVAL BOD dan TSS

simplified curve of ratio of efficiency of BOD removal to COD removal



$= IF (CODrem < 0.5; 1.06;$   
 $IF(CODrem < 0.75; (CODrem - 0.5) * 0.065 / 0.25 + 1.06;$   
 $IF(CODrem < 0.85; 1.125 - (CODrem - 0.75) * 0.1 / 0.1; 1.025)$

Kerikil  
Faktor = 1.102

Sarang Tawon  
Faktor = 1.107

■ % Removal BOD =  $1.102 \times 68.8\%$   
 = 75.82% (MEDIA KERIKIL)

■ % Removal BOD =  $1.107 \times 68.3\%$   
 = 76.16% (MEDIA PLASTIK)

■ %REMOVAL TSS = 97.1%

BOD = 181.33 mg/L  
COD = 302.56 mg/L  
TSS = 188.36 mg/L

**Anaerobik Biofilter  
(Media Kerikil)**  
BODrem = 75.82%  
CODrem = 68.8%  
TSSrem = 97.1%

BOD = 43.84 mg/L  
COD = 94.4 mg/L  
TSS = 5.46 mg/L

BOD = 181.33 mg/L  
COD = 302.56 mg/L  
TSS = 188.36 mg/L

**Anaerobik Biofilter  
(Media Sarang  
Tawon)**  
BODrem = 76.16%  
CODrem = 68.3%  
TSSrem = 97.1%

BOD = 43.223 mg/L  
COD = 94.6 mg/L  
TSS = 5.46 mg/L

## PERHITUNGAN DED

- Direncanakan:

Kedalaman Total = 2.2 m

Panjang = 1.25 m

Jumlah Kompartemen

Media Kerikil = 2 Kompartemen

Media Sarang Tawon = 1 Kompartemen

Ruang dibawah Media = 50 cm

Ketebalan Penyangga = 5 cm

Ketinggian Filter = 1.25 m (40 cm dibawah muka air)

- TIPE RUMAH 49

- Volume Filter =  $Q \times t_d$   
= 0.02 m<sup>3</sup>/jam x 48 jam  
= 0.96 m<sup>3</sup>

■ Lebar Kamar =  $V_{\text{filter}} / (\text{jlh filter}) \times (H_{\text{filter}} \times 0.25) + (P_{\text{filter}} \times (H_{\text{total filter}} - H_{\text{filter}}) \times (1 - \text{Porositas}))$

• Media Kerikil

Lebar Kamar =  $0.96 / (2) \times ((2.2 \times 0.25) + (1.25 \times (2.2 - 1.25) \times (1 - 0.5)))$   
= 0.42 m

• Media Kerikil

Lebar Kamar =  $0.96 / (1) \times ((2.2 \times 0.25) + (1.25 \times (2.2 - 1.25) \times (1 - 0.98)))$   
= 0.53 m

TIPE RUMAH	PANJANG (m)	TEBAL FILTER (m)	MEDIA KERIKIL		MEDIA SARANG TAWON	
			POROSITAS (%)	LEBAR (m)	POROSITAS (%)	LEBAR (m)
49	1.25	1.25	50	0.42	98	0.53
79	1.25	1.25	50	0.58	98	0.72
129	1.25	1.25	50	0.72	98	0.92

↓

$$P = 1.25$$

$$L = 0.42 + 0.52 \log(n)$$

↓

$$P = 1.25$$

$$L = 0.5 + 0.631 \log(n)$$

n = Jumlah tambahan orang jika dianggap tipe rumah 49 merupakan rumah paling sederhana dengan kapasitas 5 orang

## CHECK & RECHECK

$$\text{❖ OLR} = \text{COD}_{\text{in}} / (Q / 1000) \times (\text{H}_{\text{fil}} \times \text{L}_{\text{kamar}} \times \text{P}_{\text{kamar}} \times \text{Porositas} \times \text{jlh kompartemen})$$

$$\text{❖ Vupflow} = \text{Q per jam} / (\text{L}_{\text{kamar}} \times \text{P}_{\text{kamar}} \times \text{Porositas} \text{ Media})$$

TIPE RUMAH	MEDIA KERIKIL				MEDIA SARANGTAWON			
	(%)	LEBAR (m)	OLR (kg/m <sup>3</sup> .d)	Vupflow (m/jam)	%	LEBAR (m)	OLR (kg/m <sup>3</sup> .d)	Vupflow m/jam
49	50	0.42	4.2	1.92	98	0.53	2.43	0.72
79	50	0.58	2.4	1.96	98	0.72	1.7	0.762
129	50	0.72	1.56	2	98	0.92	1.035	0.766

↓  
OLR < 4.5  
kg/m<sup>3</sup>.d

↓  
V < 2 m/jam

#### 4. BAK PENAMPUNG

##### TIPE RUMAH 49

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Q bak control} &= 50 \text{ L/hari} + 430 \text{ L/hari} \\ &= 480 \text{ L/hari} \\ &= 0.02 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ Td} = 48 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ V} &= \text{Q} \times \text{td} \\ &= 0.02 \text{ m}^3/\text{jam} \times 48 \text{ jam} \\ &= 0.96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ H} = 1.5 \text{ m}$$

$$\bullet \text{ A} = \text{V}/\text{H}$$

$$\begin{aligned} &= 0.96/1.5 \\ &= 0.64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ L} = 0.56 \text{ m}$$

$$\bullet \text{ P} = 1.13 \text{ m}$$

TIPE RUMAH	VOLUME (M3)	KEDALAMAN (M)	PANJANG (M)	LEBAR (M)
49	0.96	1.5	1.14	0.56
79	1.344	1.5	1.34	0.67
129	1.728	1.5	1.54	0.77

$$P = 1.14 + 0.1n$$

$$L = 0.57 + 0.05n$$

n = Jumlah tambahan orang jika dianggap tipe rumah 49 merupakan rumah paling sederhana dengan kapasitas 5 orang



## ● PENENTUAN PIPA INLET DAN OUTLET

TIPE RUMAH	Ø Pipa inlet (mm) Tangki Septik	Ø Pipa inlet (mm) Bak Kontrol	Ø Pipa inlet (mm) Anaerobik Biofilter	Ø Pipa inlet (mm) Bak Penampung
49	100	100	100	100
79	100	100	100	100
129	100	100	100	100

TIPE RUMAH	Ø Pipa Outlet (mm) Tangki Septik	Ø Pipa Outlet (mm) Bak Kontrol	Ø Pipa Outlet (mm) Anaerobik Biofilter	Ø Pipa Outlet (mm) Bak Penampung
49	100	100	100	100
79	100	100	100	100
129	100	100	100	100

# WATER DAN MASS BALANCE

## 1. MASS BALANCE

### □ TANGKI SEPTIK

#### TIPE RUMAH 49

#### • Tipe Rumah 49 (INFLUEN)

$$Q = 50 \text{ L/hari} = 0.05 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\bullet \text{ MBOD5} = Q \times \text{BOD}$$

$$\bullet = 0.05 \text{ m}^3/\text{hari} \times (195 \text{ mg/L}/1000)$$

$$= 0.00975 \text{ kg BOD/hari}$$

$$= 9.75 \text{ g BOD/hari}$$

$$\bullet \text{ MCOD} = Q \times \text{COD}$$

$$= 0.05 \text{ m}^3/\text{hari} \times (290 \text{ mg/L}/1000)$$

$$= 0.0145 \text{ kg COD/hari}$$

$$= 14.5 \text{ g COD/hari}$$

$$\bullet \text{ MTSS} = Q \times \text{TSS}$$

$$= 0.05 \text{ m}^3/\text{hari} \times (480 \text{ mg/L}/1000)$$

$$= 0.024 \text{ kg TSS/hari}$$

$$= 24 \text{ g TSS/hari}$$

- **Mass Balance Tangki Septik**

- Efisiensi Removal

- $BOD_{rem} = 40.81\%$        $MBOD_{5out} = Q \times BOD_{out}$

- $COD_{rem} = 38.5\%$        $MCOD_{out} = Q \times BOD$

- $TSS_{rem} = 81.62\%$        $MTSS_{out} = Q \times TSS$

Type Rumah	Satuan	Min	Mout	Mp
49	gBOD/d	9.75	5.77	3.98
	gCOD/d	14.5	8.92	5,58
	gTSS/d	24	4.441	19.559
79	gBOD/d	13.65	8.1	5.55
	gCOD/d	20.3	12.5	7.8
	gTSS/d	33.6	6.2 g	27.4
129	gBOD/d	17.55	10.4	7.15
	gCOD/d	26.1	16.05	10.05
	gTSS/d	43.2	7.94	35.28

## BIOFILTER ANAEROBIK

<b>Type</b>	<b>Stn</b>	<b>Min</b>	<b>Media</b>	<b>Mout</b>	<b>Mp</b>
<b>49</b>	gBOD/d	87	Kerikill	21 g	66
	gCOD/d	145.2		45.3	99.9
	gTSS/d	90.4		2.62 g	87.8
	gBOD/d		Plastic	20.7	66.3
	gCOD/d			46	99.2
	gTSS/d			2.62	87.8
<b>79</b>	gBOD/d	122	Kerikill	29.4	92.6 g
	gCOD/d	203.3		63.4	139.9
	gTSS/d	126.5		3.67	122.83
	gBOD/d		Plastic	29.05	92.95
	gCOD/d			64.4	139.9
	gTSS/d			3.67	122.83
<b>129</b>	gBOD/d	162.7	Kerikill	37.9	124.8
	gCOD/d	261.4		81.5	179.9
	gTSS/d	162.7		4.72	157.98
	gBOD/d		Plastic	37.3	124.4 \
	gCOD/d			83	179.9
	gTSS/d			4.72	157.98 g

## • PRODUKSI BIOGAS

Asumsi :

➤ Diasumsikan bahwa biogas yang terbentuk terdiri dari 70% gas Methana ( $\text{CH}_4$ ) dan 30% gas Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) (Sasse, 1998)

➤ 350 L gas methane diproduksi setiap kg COD terremoval

➤ Gas yang terbentuk =  $(\text{COD}_{\text{in}} - \text{COD}_{\text{out}}) \times Q \times (0.35 / 1000 / (0.7 \times 0.5))$

### • Tipe Rumah 49

Gas yang terbentuk pada tangki septik

$$= (\text{COD}_{\text{in}} - \text{COD}_{\text{out}}) \times Q \times (0.35 / 1000 / (0.7 \times 0.5))$$

$$= (290 \text{ mg/L} - 178.35 \text{ mg/L}) \times 0.48 \text{ m}^3/\text{hari} \times (0.35 / 1000 / (0.7 \times 0.5))$$

$$= 0.053 \text{ m}^3/\text{hari}$$

## • Tippe Rumah 49

### Media Kerikil

Gas yang terbentuk

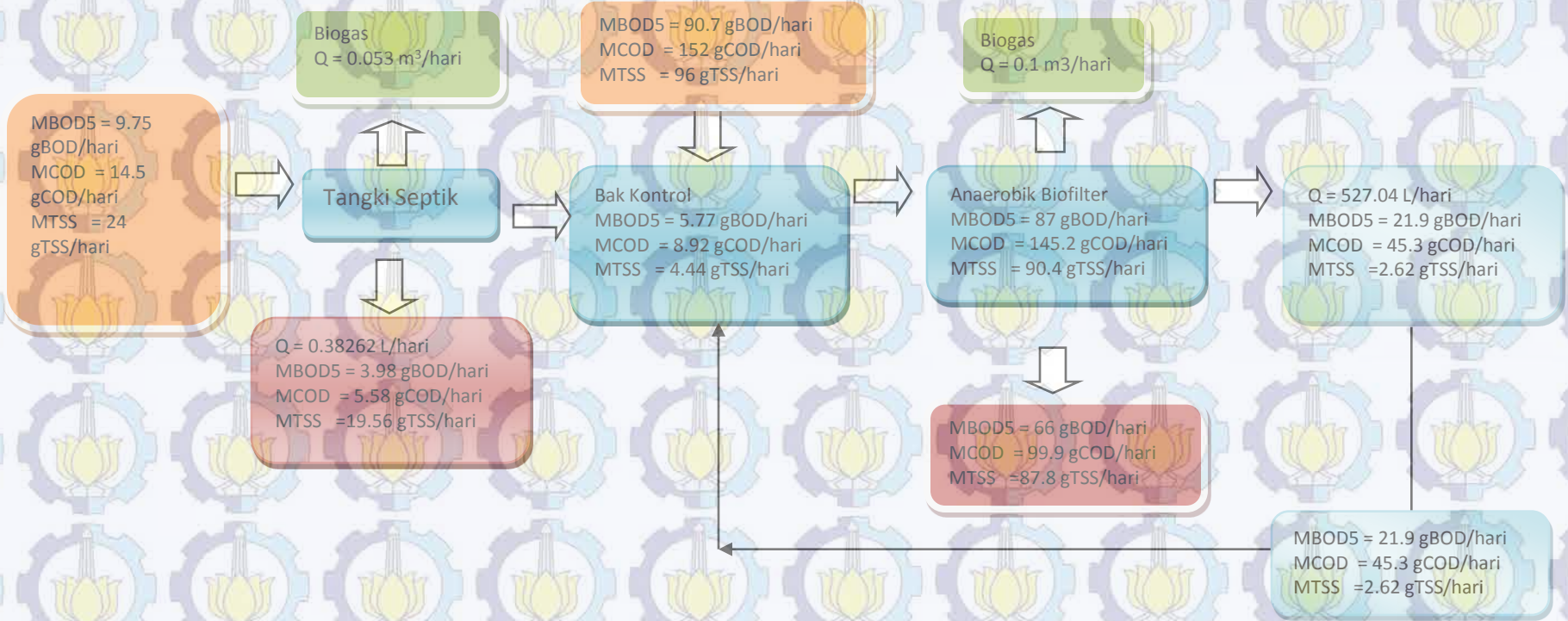
$$= (\text{COD}_{\text{in}} - \text{COD}_{\text{out}}) \times Q \times (0.35 / 1000 / (0.7 \times 0.5))$$

$$= (302.56 \text{ mg/L} - 94.4 \text{ mg/L}) \times 0.48 \text{ m}^3/\text{hari} \times (0.35 / 1000 / (0.7 \times 0.5))$$

$$= 0.1 \text{ m}^3/\text{hari}$$

### Media Sarang Tawon

TIPE RUMAH	BIOGAS PADA TANGKI SEPTIK	BIOGAS PADA ANAEROBIK BIOFILTER	
		MEDIA KERIKIL	MEDIA SARANG TAWON
49	0.053 m <sup>3</sup> /hari	0.1 m <sup>3</sup> /hari	0.098 m <sup>3</sup> /hari
79	0.075 m <sup>3</sup> /hari	0.1396 m <sup>3</sup> /hari	0.1392 m <sup>3</sup> /hari
129	0.1073 m <sup>3</sup> /hari	0.18 m <sup>3</sup> /hari	0.179 m <sup>3</sup> /hari



- Water Balance

1. Debit Air Lumpur

Sludge Concentration = 5% ( $50 \text{ kg/m}^3$  atau  $50 \text{ g/L}$ )  
(Metcalf dan Eddy, 1991)

- **Type Rumah 49**

Sludge Loading

MBOD =  $5.77 \text{ gBOD/hari}$

MCOD =  $8.92 \text{ gCOD/hari}$

MTSS =  $4.441 \text{ gTSS/hari}$

- Lumpur dari Degradasi BOD

Qlumpur = (Massa Lumpur) / Konsentrasi Lumpur

Qlumpur =  $0.1154 \text{ L/hari}$

- Lumpur dari Degradasi COD

Qlumpur = (Massa Lumpur) / Konsentrasi Lumpur

Qlumpur =  $0.1784 \text{ L/hari}$

- Lumpur dari Degradasi TSS

- Qlumpur =  $0.0882 \text{ L/hari}$



TIPE RUMAH	BOD (L/Hari)	COD (L/Hari)	TSS (L/Hari)	TOTAL (L/Hari)
49	0.1154	0.1784	0.0882	0.383
79	0.162	0.246	0.124	0.532
129	0.208	0.33	0.158	0.7

### LUMPUR DARI ANAEROBIK BIOFILTER

- $Y = 0.5 \text{ g/g}$  (0.4-0.6 g biomass/g substrat)
- $K_d = 0,06/\text{hari}$
- $\Theta_c = 10 \text{ hari}$  (3-15 hari)
- $VSS = 10000$  (8000-12000 gMLSS/m<sup>3</sup>)
- $MLVSS = 80\%MLSS$
- $S_o$  (BOD) = 181.33 mg/L
- $S_e$  (BOD<sub>ef</sub>) = 43.84 mg/L (Media Kerikil)
- $S_e$  (BOD<sub>ef</sub>) = 43.223 (Media Sarang Tawon)
- $Q_{49} = 0.48 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $Q_{79} = 0.72 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $Q_{129} = 0.864 \text{ m}^3/\text{hari}$

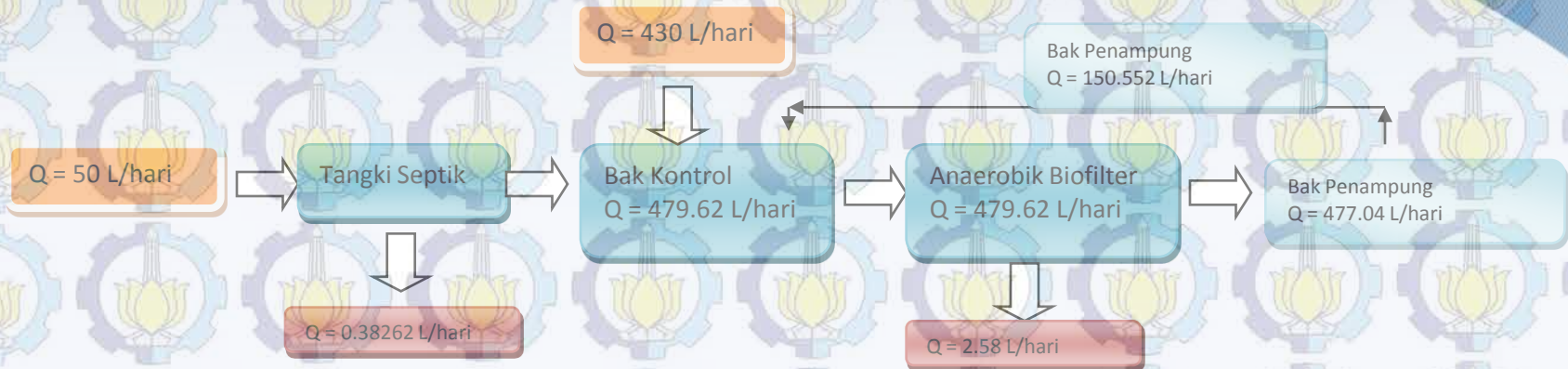
- $Y_{obs} = 0.3125 \text{ g/g}$
- $P_x = Y_{obs} \times Q_{49} \times (S_o - S_e)$
- $Q_w = P_x / TSS$

TIPE RUMAH	$Q_w$ MEDIA KERIKIL (L/Hari)	$Q_w$ MEDIA SARANG TAWON (L/Hari)
49	2.58	2.6
79	3.61	3.625
129	4.64	4.66

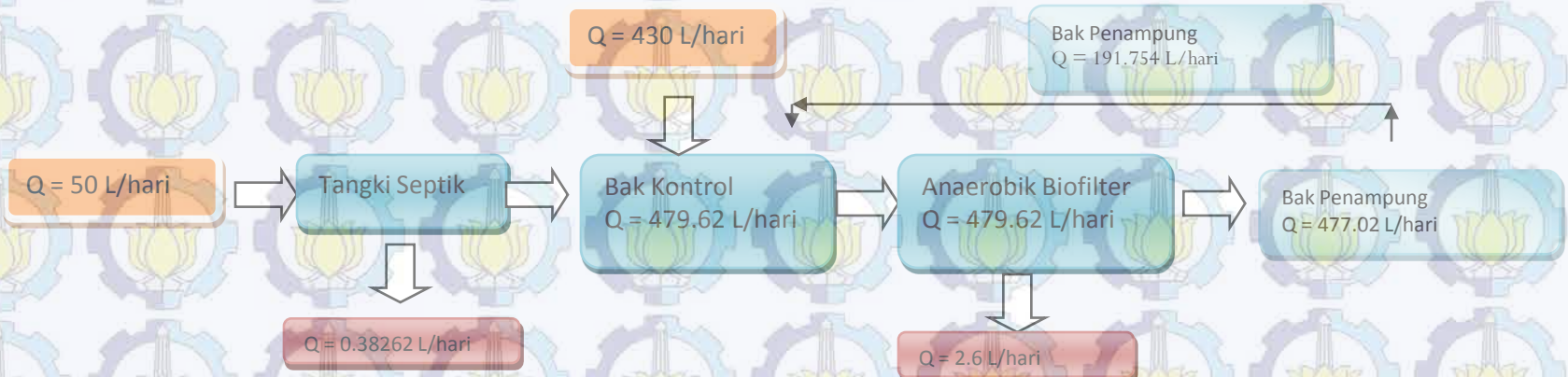
# PERHITUNGAN FAKTOR RESIRKULASI AIR EFLUEN

TIPE RUMAH	MEDIA KERIKIL		MEDIA SARANGTAWON	
	Q resirkulai	% Resirkulasi	Q resirkulai	% Resirkulasi
49	150.552 L/hari	30.56%	191.754 L/hari	38.4%
79	213 L/hari	31%	260.5 L/hari	39%
129	264.384 L/hari	31%	332.856 L/hari	39%

## • TIPE RUMAH 49 (MEDIA KERIKIL)



## • TIPE RUMAH 49 (MEDIA SARANG TAWON)

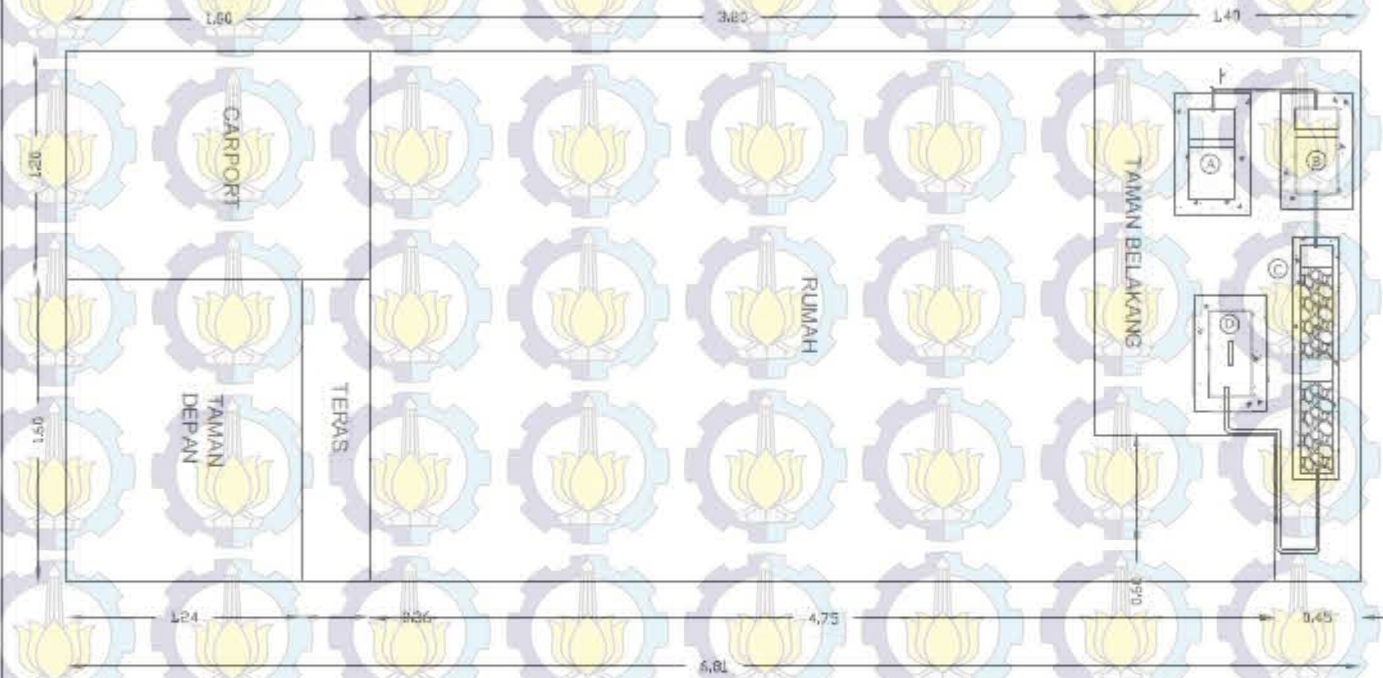


# Bidang Resapan

Jenis tanah di lokasi perencanaan adalah Lempung kepasiran

Type Rumah	Debit total (L/hari)	Debit Resirkulasi (L/hari)	Debit Resapan (L/hari)	Debit Penampung (L/hari)
49	477.04	150.552	108	218.448
79	667.86	213	108	346.86
129	856.66	264.384	108	484.276

Type Rumah	Debit total (L/hari)	Debit Resirkulasi (L/hari)	Debit Resapan (L/hari)	Debit Penampung (L/hari)
49	477.04	191.754	108	177.286
79	667.86	260.5	108	299.36
129	856.66	332.856	108	415.804



# LOKASI TIPE RUMAH 129

## 1:40



TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

LOKASI TIPE RUMAH 129

NAMA MAHASISWA

JIMMI P SIBURIAN  
3311100023

KETERANGAN

- A = TANGKI SEPTIK
- B = BAK KONTROL
- C = BIOFILTER ANAEROBIK
- D = BAK PENAMPUNG

DOSEN PEMBIMBING

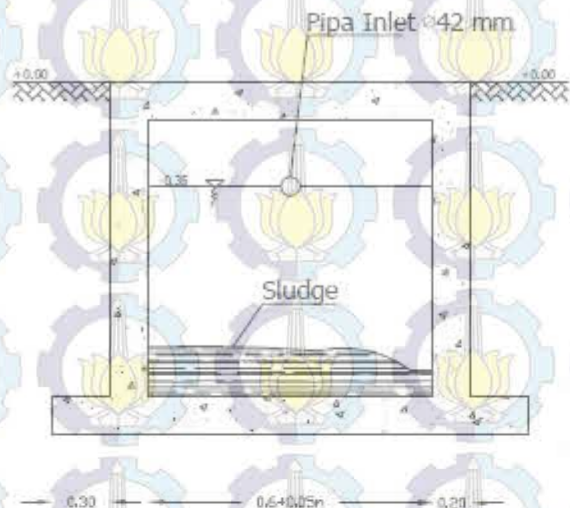
Prof. NIEKE  
KARNANINGROEM, MSc

DOSEN CO-PEMBIMBING

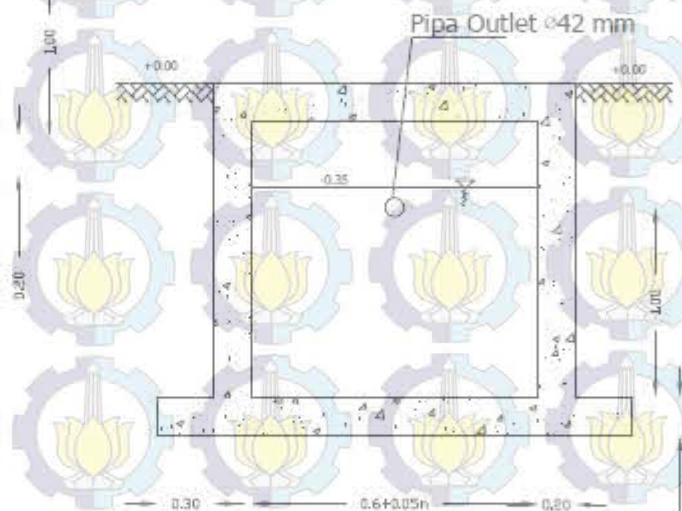
IR. DIDIK B. SUPRIYADI, MT

HALAMAN

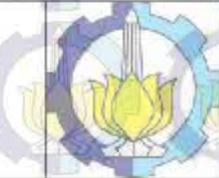
NO. GAMBAR



POTONGAN B-B  
1:20



POTONGAN C-C  
1:20



TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

POTONGAN B-B  
POTONGAN C-C  
TANGKI SEPTIK

NAMA MAHASISWA

JIMMI P SIBURIAN  
3311100023

LEGENDA

- NOTASI BETON
- NOTASI TANAH

DOSEN PEMBIMBING

Prof. NIEKE  
KARNANINGROEM, MSc

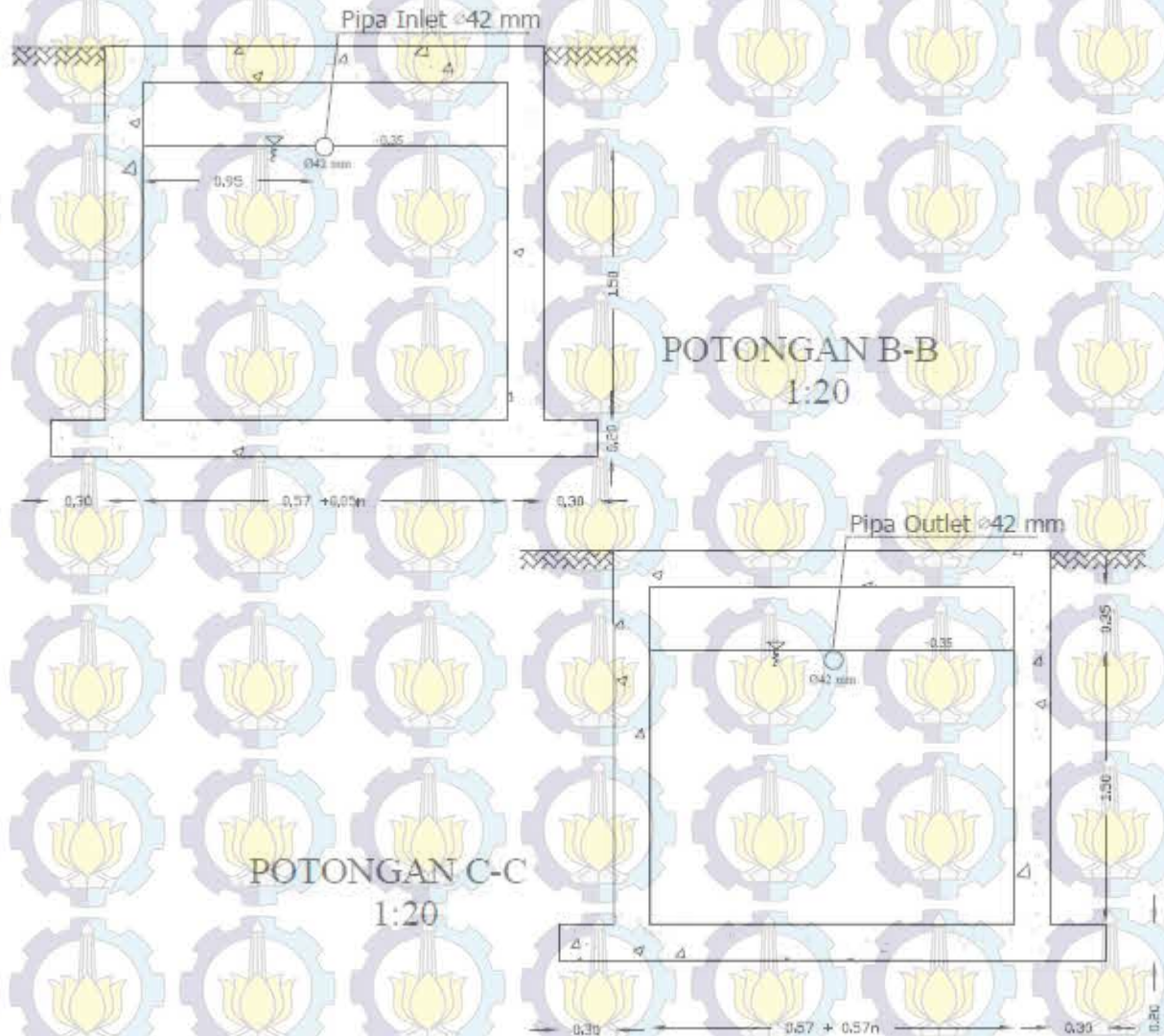
DOSEN CO-PEMBIMBING

IR. DIDIK B. SUPRIYADI, MT

HALAMAN

NO. GAMBAR





TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

POTONGAN B-B  
POTONGAN C-C  
BAK KONTROL

NAMA MAHASISWA

JIMMI P SIBURIAN  
3311100023

LEGENDA

- NOTASI BETON
- NOTASI TANAH

DOSEN PEMBIMBING

Prof. NIEKE  
KARNANINGROEM, MSc

DOSEN CO-PEMBIMBING

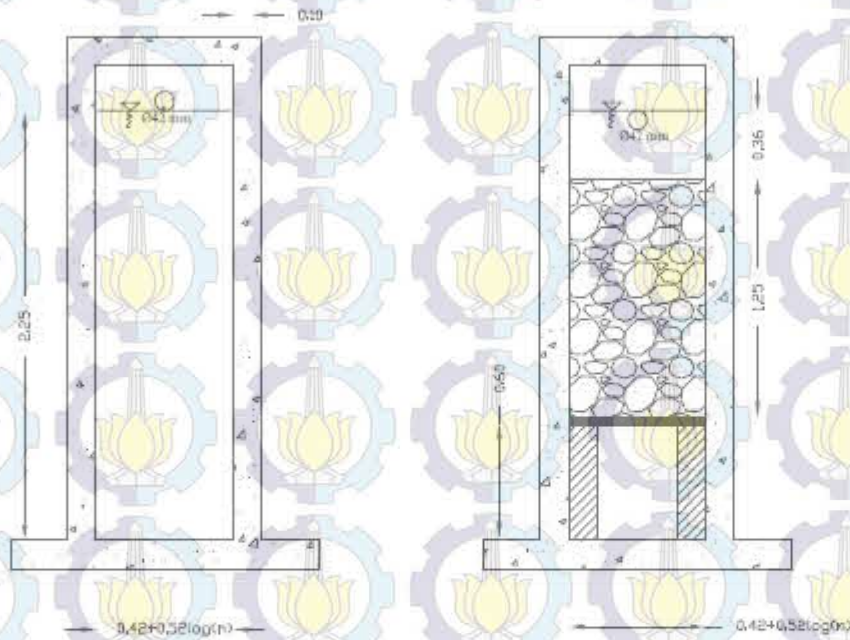
IR. DIDIK B. SUPRIYADI, MT

HALAMAN

NO. GAMBAR







POTONGAN B-B  
1:20

POTONGAN C-C  
1:20



TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

POTONGAN B-B  
POTONGAN C-C  
BIOFILTER ANAEROBIK

NAMA MAHASISWA

JIMMI P SIBURIAN  
3311100023

LEGENDA

- NOTASI BETON
- NOTASI TANAH
- NOTASI MEDIA

DOSEN PEMBIMBING

Prof. NIEKE  
KARNANINGROEM, MSc

DOSEN CO-PEMBIMBING

IR. DIDIK B. SUPRIYADI, MT

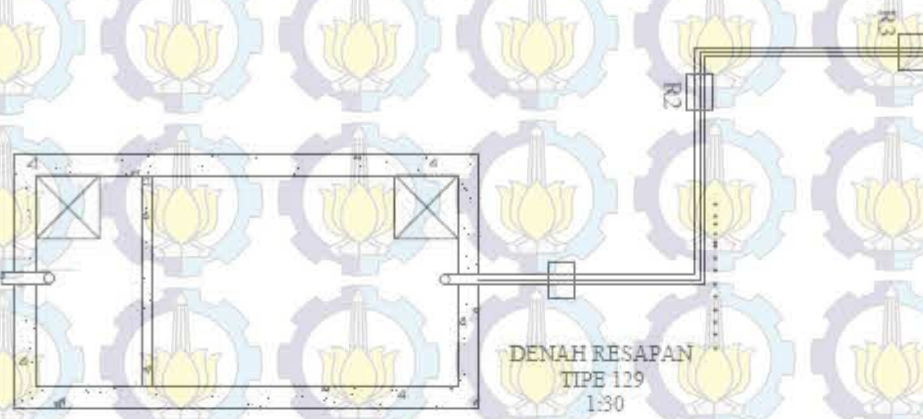
HALAMAN

NO. GAMBAR

DETAIL PERFORATED SLABS MEDIA KERIKIL  
 TIPE RUMAH 129,49, DAN 79  
 1:20

Detail Penyangga Media  
 1:10

<b>TUGAS AKHIR</b>	
<b>JUDUL GAMBAR</b>	
DETAIL PERFORATED SLABS DETAIL PENYANGGA MEDIA	
<b>NAMA MAHASISWA</b>	
JIMMI P SIBURLAN 3311100023	
<b>LEGENDA</b>	
	NOTASI BETON
	NOTASI TANAH
	NOTASI MEDIA
<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	
Prof. NIEKE KARNANINGROEM, MSc	
<b>DOSEN CO-PEMBIMBING</b>	
IR. DIDIK B. SUPRIYADI, MT	
<b>HALAMAN</b>	
<b>NO. GAMBAR</b>	



DENAH RESAPAN  
Tipe 129  
1:30



POTONGAN PENAMPANG  
BIDANG RESAPAN  
1:20



TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DENAH RESAPAN TIPE 129  
POTONGAN RESAPAN

NAMA MAHASISWA

JIMMI P SIBURIAN  
3311100023

KETERANGAN

- R1 : RESAPAN 1
- R2 : RESAPAN 2
- R3 : RESAPAN 3

DOSEN PEMBIMBING

Prof. NIEKE  
KARNANINGROEM, MSc

DOSEN CO-PEMBIMBING

IR. DIDIK B. SUPRIYADI, MT

HALAMAN

NO. GAMBAR

# BOQ DAN RAB TIPE RUMAH 49

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>				
	1 m <sup>2</sup> Pembersihan Lapangan "Ringan" dan Perataan	m <sup>2</sup>	0.8118	7707.5	6256.9
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN TANAH</b>				
	1 m <sup>2</sup> Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi	m <sup>2</sup>	1.2656	73787.5	93385.46
	1 m <sup>3</sup> Pengurugan Pasir	m <sup>3</sup>	0.0317	181315	5736.8
<b>III</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>				
	1 m <sup>3</sup> Pekerjaan Pondasi Beton Bertulang (150 kg Besi + Bekisting)	m <sup>3</sup>	0.1266	846765.3	107166.62
	Pekerjaan Berstruktur K-225				
	Pekerjaan Lantai	m <sup>3</sup>	0.1602		
	Pekerjaan Dinding	m <sup>3</sup>	0.4032		
	Pekerjaan Atap	m <sup>3</sup>	0.1266		
	Total Pekerjaan Berstruktur	m <sup>3</sup>	0.6899	106130	73221.2
	Pekerjaan Bekisting				
	Pekerjaan Lantai	m <sup>3</sup>	0.1602		
	Pekerjaan Dinding	m <sup>3</sup>	0.4032		
	Pekerjaan Atap	m <sup>3</sup>	0.1266		
	Total Pekerjaan Berstruktur	m <sup>3</sup>	0.6899	954112.7	658261.4
<b>IV</b>	<b>FINISHING</b>				
	Pemasangan Pipa	m	1.87	13753.9	6429.95
	<b>TOTAL BIAYA PEMBANGUNAN BAK PENAMPUNG</b>				<b>950,458</b>

# BOQ DAN RAB

BANGUNAN	TIPE 49	TIPE 79	TIPE 129
TANGKI SEPTIK	Rp 976.986	Rp 1.224.173	Rp 1.499.893
BAK KONTROL	Rp 1.029.065	Rp 1.336.842	Rp 1.652.332
ABF MEDIA PLASTIK	Rp 1.795.356	Rp 2.436.566	Rp 3.111.524
BAK PENAMPUNG	Rp 950.458	Rp 1.245.344	Rp 1.552.091
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 4.751.865</b>	<b>Rp 6.242.925</b>	<b>Rp 7.815.840</b>

# KESIMPULAN

- 1.a Hasil perhitungan desain IPAL dengan media kerikil batuan didapatkan dimensi dari tangki septik mengikuti pola dimensi  $((1.2+0.1n) \times (0.6+0.05n) \times 1)$  m, bak control mengikuti pola dimensi  $((1.14+0.1n) \times (0.57+0.05n) \times 1.5)$  m, bak biofilter anaerobik mengikuti pola dimensi  $(1.25 \times (0.42+0.52\log(n)) \times 1.25)$  m.
- 1.b Hasil perhitungan desain IPAL dengan media kerikil batuan didapatkan dimensi dari tangki septik mengikuti pola dimensi  $((1.2+0.1n) \times (0.6+0.05n) \times 1)$  m, bak control mengikuti pola dimensi  $((1.14+0.1n) \times (0.57+0.05n) \times 1.5)$  m, bak biofilter anaerobik mengikuti pola dimensi  $(1.25 \times (0.5+0.631\log(n)) \times 1.25)$  m
- 2.a Biaya total yang dibutuhkan untuk pembangunan bangunan pengolahan (IPAL) dengan media kerikil batuan untuk tipe rumah 49 adalah Rp 4.693.954. Tipe Rumah 79 adalah Rp 6.187.803. Tipe rumah 129 adalah Rp 7.660.932.
- 2.b Biaya total yang dibutuhkan untuk pembangunan bangunan pengolahan (IPAL) dengan media plastic sarang tawon untuk tipe rumah 49 adalah Rp 4.751.865. Tipe Rumah 79 adalah Rp 6.242.925. Tipe rumah 129 adalah Rp 7.815.840
- 2.c Biaya Operation and Maintance (OM) dari pembangunan IPAL adalah Rp 1.750.000.

# SARAN

- Adanya pengolahan lanjutan berupa bisand filter untuk meningkatkan kualitas air buangan sebelum dibuang ke tanah.
- Mencari alternative selain bangunan anaerobic biofilter dengan pengolahan yang memiliki tingkat efisiensi pengolahan lebih tinggi dan biaya OM yang lebih rendah
- Kualitas air limbah sebaiknya diambil dari data lapangan, sehingga perencanaan ini bisa diterapkan langsung ke lokasi perencanaan.

- Morel, A. dan Dinier, S. 2006. *Greywater Management In Low Middle-Income Countries, Review Of Different Treatment System For Households Or Neighbourhoods*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science (EAWAG). Department Of Water And Sanitation In Developing Countries (SANDEC). Duebendorf:Switzerland.
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pada ayat 14
- Sasse, L. 1998. *DEWATS; Decentralized Wastewater Treatment In Developing Countries*. Bremen: BORDA
- Siregar, S. A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Penerbit: Kanisius.
- Slamet, Agus dan Ali Masduqi. 2000. *Satuan Proses*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Suarabaya
- Sugiharto, 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI-PRESS, Jakarta.
- Tangahu, B.V. dan Warmadewanthi, I.D.A.A., 2001, *Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Typha angustifolia) dalam Sistem Constructed Wetland*, Purifikasi, Volume 2 Nomor 3, ITS – Surabaya.
- Tilley, E., Luethi, C., Morel, A., Zurbruegg, C., Schertenleib, R. 2008. *Compendium Of Sanitation System And Technologies*. Duebendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute Of Aquatic Science (EAWAG). .
- Veenstra. 1995. *Wastewater Treatment international Institute For Infrastructural Hydraulic and environmental Engineering (IHE)*. Delf, Netherland





TERIMAKASIH