



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

Siburian, Jimmi P^{1,}), Karnaningroem, Nieke²) dan Supriyadi, Didik B.³)*

*1) Jurusan Teknik Lingkungan, ITS Surabaya
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60117, Indonesia
e-mail: nieke@enviro.its.ac.id*

2) Jurusan Teknik Lingkungan, ITS Surabaya

3) Jurusan Teknik Lingkungan, ITS Surabaya

ABSTRAK

Air Limbah yang disalurkan melalui saluran drainase dan efluen tangki septic yang memiliki kualitas air yang buruk. Air limbah akan mengalami penguraian atau pendegradasian, sehingga membentuk biomassa baru yang berupa lumpur endapan atau *sludge* yang dapat mengurangi luas penampang sungai atau selokan sehingga menyebabkan banjir, sehingga diperlukan perencanaan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke badan air.

Limbah diolah menggunakan anaerobik biofilter dan tangki septic. Jumlah pemakai dari bangunan yang direncanakan adalah 9 orang (Tipe Rumah 129). Media yang ditinjau didasarkan atas perbedaan porositas dan luas permukaan dimana kerikil memiliki porositas 50% dan luas permukaan $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$ dan media plastik memiliki porositas 98% dan luas permukaan $150 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

Hasil perhitungan didapatkan dimensi bangunan tangki septic yakni panjang (1.6x1.2x1) m. Bak biofilter media kerikil berdimensi (1.25x0.72x1.25) m, dan media plastik berdimensi dengan (1.25x0.92x1.25) m. Hasil perhitungan didapatkan bahwa tangki septic mampu mereduksi konsentrasi COD 38.5% dan konsentrasi BOD 40.81%. Biofilter Anaerobik media kerikil dan media plastic masing-masing dapat mereduksi konsentrasi COD 68.8% BOD 75.82% dan konsentrasi COD 68.3% BOD 76.16%.

Kata Kunci : Air Limbah Domestik, Unit pengolahan air limbah, tangki septic, anaerobic biofilter, media kerikil dan media plastik

ABSTRACT

Wastewater is distributed through drainage and septic tank effluent which has bad water quality. Waste water will undergo decomposition or degradation, thus forming new biomass in the form of mud sediment or sludge which can reduce the cross-sectional area of the river or ditch, causing flooding, so needed of wastewater treatment before being discharged into water bodies.

Waste processed using anaerobic biofilter and septic tank. The number of users of the planned buildings are 9 people (House Type 129). Media were reviewed based on the difference in porosity and surface area where gravel has porosity of 50% and surface area of $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$ and plastic media has porosity of 98% and surface area of $150 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

The result of the calculation, the septic tank construction dimensions (1.6x1.2x1)m. Biofilter Tank with media gravel dimension (1.25x0.72x1.25)m, and plastic media dimension (1.25x0.92x1.25)m. The result of the calculation, that the septic tank can reduce the concentration of COD 38.5% and 40.81% BOD concentration. Anaerobic biofilter media



gravel and plastic media each can reduce the concentration of COD 68.8% 75.82% BOD and COD concentration of 68.3% BOD 76.16%.

Keywords: Domestic waste water, waste water treatment unit, septic tank, anaerobic biofilter, gravel media and plastic media

PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Grey water masih memiliki kandungan yang masih berbahaya ke lingkungan, kandungan yang terdapat berupa senyawa makronutrien dan mikronutrien sehingga menyebabkan rasio COD/BOD tinggi (Morel dan Diener, 2006), konsentrasi bahan organik yang sangat bervariasi, dan sebagian besar partikel berukuran 10-100 μm dan perbandingan rasio SS/Turbiditas rendah (Jefferson, et al.,2004). *Black water* disalurkan ke tangki septik dan terlebih dahulu diolah dengan proses pengendapan sehingga efluen air dari tangki septik masih memiliki kandungan COD, BOD, Nitrat maupun Phosphat yang tinggi. Dengan demikian air limbah rumah tangga yang berupa *grey water* dan *black water* yang dibuang langsung kedalam sungai atau selokan akan berdampak buruk ke lingkungan karena dapat terurai atau terdegradasi, sehingga membentuk biomassa baru yang berupa lumpur endapan atau *sludge* akan dapat menjadi penyebab banjir karena menyebabkan berkurangnya volume dari sungai atau selokan dalam menampung air hujan.

2. TUJUAN PENULISAN

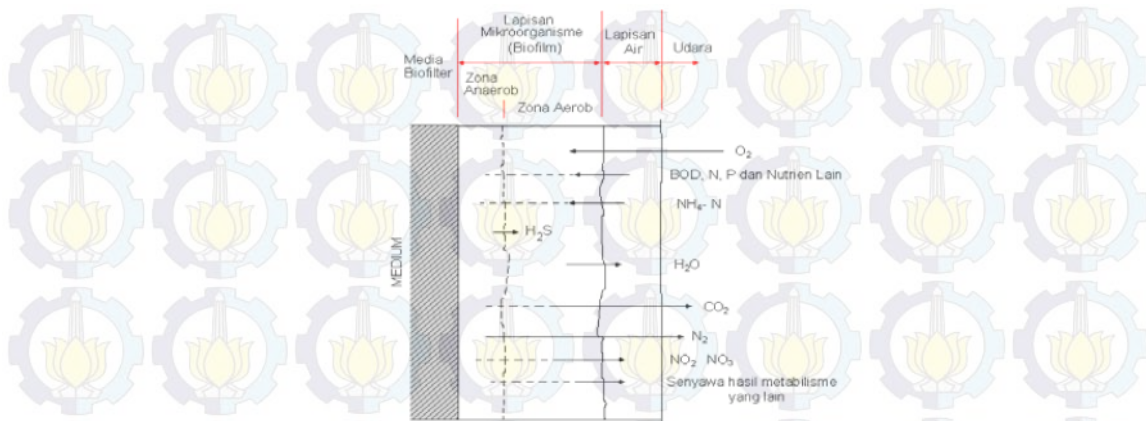
Memperoleh tipikal desain unit biofilter dan sedimentasi pada tipe 49 di Perumahan Dian Regency Surabaya

3. STUDI LITERATUR

Biofilter Anaerobik terdiri atas tangki kedap air yang mempunyai beberapa lapisan media yang terendam, yang menyediakan area permukaan untuk mengendap. Aliran air limbah biasanya melewati filter dari bawah ke atas (up-flow) yang akan bertemu dengan biomassa yang terlekat pada filter dan akan terjadi degradasi anaerobik (Morel dan Diener, 2006). Biofilter Anaerobik digunakan untuk air limbah dengan prosentase padatan tarsuspensi (Suspended Solid/SS) yang rendah dan rasio COD/BOD yang kecil. AF cocok digunakan untuk limbah domestik dan limbah industri yang mengandung SS rendah.

Menurut Morel dan Diener (2006) mekanisme yang terjadi pada reaktor biologis dengan metode pelekatan mikroorganisme adalah:

1. Transportasi dan adsorpsi zat organik dan nutrisi dari fasa liquid ke fasa biofilm
2. Transportasi mikroorganisme dari fase liquid ke fase biofilm
3. Adsorpsi yang dilakukan mikroorganisme di dalam lapisan biofilm yang bertujuan sebagai sumber nutrisi bagi perkembangbiakan mikroorganisme
4. Terjadi reaksi metabolisme yang terjadi di lapisan biofilm sehingga memungkinkan terjadinya mekanisme pertumbuhan, pemeliharaan, dan berujung kematian sel.
5. Penempelan dari sel, yaitu terjadi pada saat biofilm mulai terbentuk dan terakumulasi secara kontinyu dan bertahap pada lapisan biofilm
6. Mekanisme pelepasan (*detachment*) dan produk lainnya



Gambar 1 Mekanisme proses metabolisme di dalam sistem biofilm (Arvin dan Herrmoes, 1990 dalam Morel dan Diener, 2006)

3.1 Media Kerikil Batuan

Batuan kerikil merupakan media bersifat anorganik dengan berbagai ukuran. Pada dasarnya media ini sudah digunakan dalam pengolahan air limbah sejak abad 19. Media ini masih digunakan karena murah dan relatif mempunyai luas permukaan spesifik tinggi. Batu dan kerikil bersifat inert dan tidak pecah dengan kekuatan mekanikal yang baik, serta bahan tersebut mempunyai sifat kebasahan yang tinggi.

Disamping kelebihan media batuan dan kerikil dari segi biaya dan relatif mudah didapatkan, tetapi media ini cenderung memiliki kelemahan dari segi fraksi volume dan rongganya sangat rendah dan berat. Akibat dari fraksi volume rongga rendah jenis media ini mudah terjadi penyumbatan. Untuk mencegah penyumbatan, jumlah ruangan diantara kerikil harus relative besar. Secara umum diameter celah bebas sebanding dengan ukuran kerikil. Tetapi luas permukaan spesifik berbanding terbalik dengan ukuran kerikil. Apabila kita menggunakan media kerikil dengan ukuran yang besar untuk mencegah terjadinya penyumbatan, maka luas permukaan spesifik menjadi kecil. Dengan luas permukaan spesifik yang kecil, maka volume reactor yang diperlukan untuk tempat media menjadi besar.

Kelemahan lain dari media kerikil adalah masalah berat. Batu kerikil mempunyai berat jenis yang cukup besar, sehingga jika digunakan sebagai media biofilter akan memerlukan konstruksi reactor, penyangga dan sistem pengeluaran di bagian bawah yang kuat untuk menyangga beban media. Selain itu media kerikil relative merupakan media biofilter permanen, dan sulit untuk dipindahkann. Akibatnya biaya pemeliharaan menjadi besar dan biaya konstruksi menjadi mahal.

3.2 Media Plastik Sarang Tawon (*Honeycomb Media*)

Media terstruktur umumnya digunakan untuk keperluan sebagai media karena media ini memiliki semua karakteristik yang ada pada media "ideal". Pada penelitian-penelitian telah digunakan sebelumnya media ini sebagai tempat bertumbuhkembangnya mikroorganisme di dalam air limbah. Media ini sangat baik dalam pengolahan limbah disebabkan tingginya porositas bahan media, sehingga akan cukup ruang untuk berkembangnya mikroorganisme pendegradasi polutan pencemar air. Media ini telah diproduksi secara massal, karena permintaan akan media ini sangatlah tinggi karena telah terbukti pada penelitian dan perencanaan yang telah dilakukan sebelumnya berhasil dalam mendegradasi polutan pencemar lingkungan. Hal ini disebabkan karena rongga pada media ini yang menyebabkan keberhasilan media ini dalam mendegradasi polutan tersebut dengan pelekatan mikroorganisme di dalam media, dengan tingginya ruang (*space*) di dalam media



sehingga mikroorganisme akan lebih mudah berkembangbiak dan media ini juga tidak mudah tersumbat sehingga tidak diperlukan pencucian yang tinggi.

METODE

Perhitungan kapasitas tangki septik dan biofilter dengan mempertimbangkan kualitas air limbah dan debit air limbah berupa *grey water* dan *black water* yang diambil dari data sekunder. Pada perencanaan ini menggunakan bangunan pengolahan berupa tangki septik sebagai bangunan pengendap dan air limbah berakhir di pengolahan di anaerobik biofilter sebagai bangunan pengolahan secara biologis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. TANGKI SEPTIK

- Jumlah penghuni 1KK = 5 orang
- Waktu pengurasan direncanakan setiap (N) = 3 tahun (IKK *Sanitation Improvement Programme*, 1987)
- Rata-rata Lumpur terkumpul 1/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.

$$B = P \times Q \times T_h$$

$$T_h = 2.5 - 0.3 \log (P \times Q) > 0.5$$

$$B = 5 \text{ org} \times 10 \text{ l/orang/hari} \times (2.5 - 0.3 \log (5 \text{ org} \times 10 \text{ l/orang/hari})) = 99.52 \text{ L}$$

- Volume Total Tangki Septik = A + B

$$= 600 + 99.52 = 699.52 \text{ L} = 700 \text{ L}$$

- Dimensi tangki septik komunal

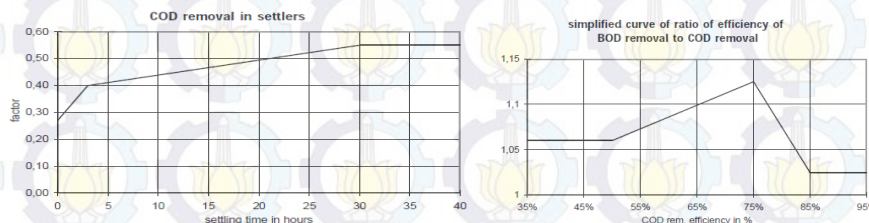
$$\text{Tinggi tangki septik (h)} = 1,00 \text{ m} + 0,30 \text{ m (free board/tinggi jagaan)}$$

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

$$\text{Perbandingan Lebar tangki septik (L) : Panjang tangki (P)} = 1 : 2$$

$$\text{Lebar tangki (L)} = \sqrt{\frac{0.7}{2}} = 0,60 \text{ m}$$

$$\text{Panjang tangki (P)} = 1,20 \text{ m}$$



Gambar 2 Grafik Persentase Removal Tangki Septik

$$\text{HRT} = 48 \text{ jam}$$

$$\text{Faktor COD removal} = 0.55.$$

$$\% \text{ Removal COD} = \left(\frac{0.42}{0.6} \times 0.55 \right) \times 100\% = 38.5\%$$



Faktor BODrem/COD rem adalah 1.06.

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal BODrem} &= (\text{Rasio BODrem/CODrem}) \times \text{CODrem} \\ &= 1.06 \times 38.5\% \\ &= 40.81\% \end{aligned}$$

2. Biofilter Anaerobik

Berikut merupakan diagram yang menunjukkan kualitas air limbah campuran yang masuk ke bak control yang seterusnya akan menuju ke pengolahan selanjutnya yakni bangunan Anaerobik Biofilter.



Gambar 3 Karakteristik Campuran Air Limbah

Direncanakan:	
Kedalaman Total	= 2.25 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)
Dihitung :	
Volume Tangki Filter	= Q x td
	= 0.036 m ³ /jam x 48 jam = 1.728 m ³
Lebar Kamar	=
	$\frac{\text{Volume Filter}}{(\text{Jlh Filter}) \times ((\text{Hfilter} \times 0.25) + (\text{Pfilter} \times (\text{Hfilter} - \text{Hfilter})) \times (1 - \text{Porositas}))}$

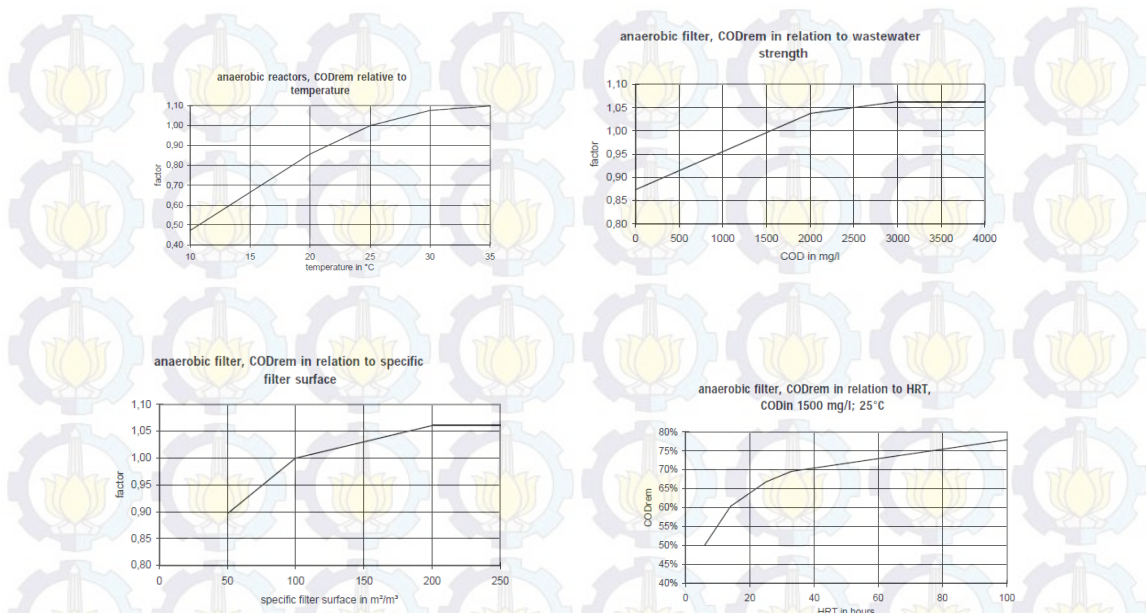
Tipe Rumah 129

Media Kerikil

$$\text{Lebar Kamar} = \frac{1.728}{(2) \times ((2.2 \times 0.25) + (1.25 \times (2.25 - 1.25)) \times (1 - 0.5))} = 0.72 \text{ m}$$

Media Sarang Tawon

$$\text{Lebar Kamar} = \frac{1.728}{(1) \times ((2.2 \times 0.25) + (1.25 \times (2.2 - 1.25)) \times (1 - 0.98))} = 0.92 \text{ m}$$



Gambar 4 Grafik yang mempengaruhi persentase removal anaerobik biofilter

Cek Parameter Kontrol

Media Kerikil

$$OLR = \frac{302.56 \text{ mg/L}}{\left(\frac{0.864 \text{ m}^3/\text{hari}}{1000}\right) \times (0.3 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 1.25 \text{ m} \times 0.5 \times 2)}$$

$$OLR = 1.556 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari} \quad (<4.5 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari})$$

$$Vupflow = \frac{0.864 \text{ m}^3/\text{jam}}{(0.6 \text{ m} \times 1.25 \text{ m} \times 0.5)}$$

$$Vupflow = 1.904 \text{ m/jam} \quad (<2 \text{ m/jam})$$

Media Sarang Tawon

$$OLR = \frac{302.56 \text{ mg/L}}{\left(\frac{0.864 \text{ m}^3/\text{jam}}{1000}\right) \times (0.3 \text{ m} \times 0.92 \text{ m} \times 1.25 \text{ m} \times 0.98 \times 1)}$$

$$OLR = 1.035 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari} \quad (<4.5 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari})$$

$$Vupflow = \frac{0.864 \text{ m}^3/\text{jam}}{(0.92 \text{ m} \times 1.25 \text{ m} \times 0.98)}$$

$$Vupflow = 0.766 \text{ m/jam} \quad (<2 \text{ m/jam})$$

Diketahui:

Suhu Reaktor = 27°C

CODin = 302.56 mg/L

Asurface

Media Kerikil = 100 m²/m³

Media Plastik = 150 m²/m³

HRT = 48 jam

Jumlah Kompartemen

Media Kerikil = 2 Kompartemen

Media Plastik = 1 Kompartemen

Berdasarkan grafik persentase removal dapat ditentukan nilai keempat faktor yang mempengaruhi persentase removal dari anaerobik biofilter

Faktor suhu = 1.032

Faktor wastewater strength = 0.895

Faktor Luas Permukaan Filter



Media Batuan Kerikil = 1
Media Plastik Sarang Tawon = 1.032
Faktor HRT = 0.69

%Removal COD = ((Faktor suhu x *Faktor Strength wastewater* x Faktor Luas Permukaan Media x Faktor HRT) x (1 x (Jumlah Kompartemnt +0.04))

Media Kerikil Batuan

%Removal COD = ((1.032 x 0.895 x 1 x 0.69) x (1 + (2 x 0.04)))
= 0.688
= 68.8%

Faktor BODrem/COD rem adalah 1.102

%Removal BOD = (Faktor BODem/CODrem) x COD removal
= 1.102 x 68.8%
= 75.82 %

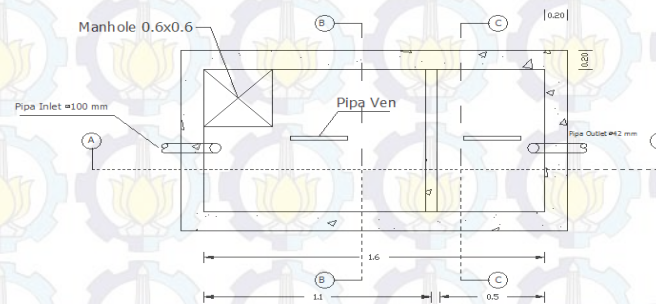
Media Plastik Sarang Tawon

%Removal COD = ((1.032 x 0.895 x 1.03 x 0.69) x (1 + (1 x 0.04)))
= 0.688
= 68.3%

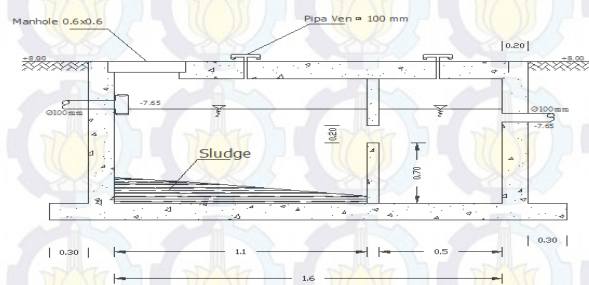
Faktor BODrem/COD rem adalah 1.107.

%Removal BOD = (Faktor BODem/CODrem) x COD removal
= 1.107 x 68.8%
= 76.16 %

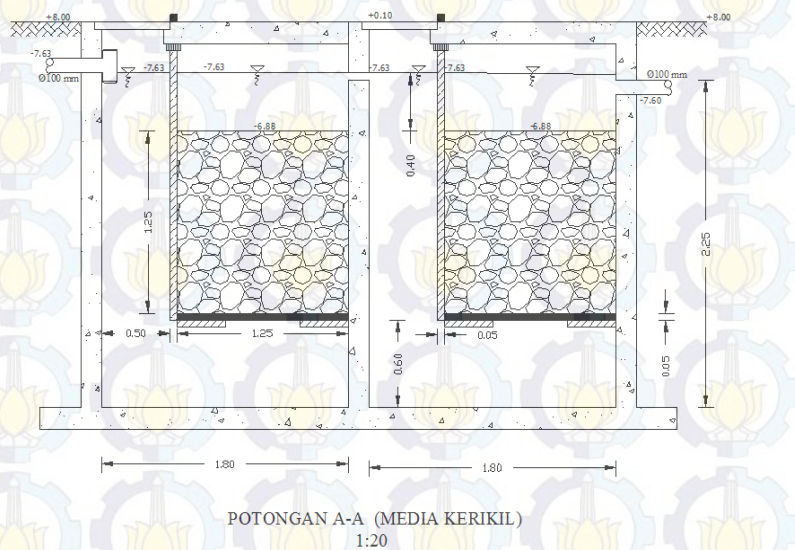
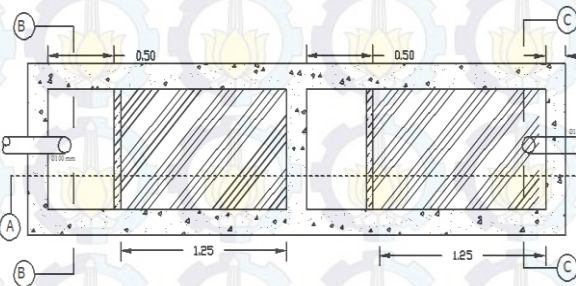
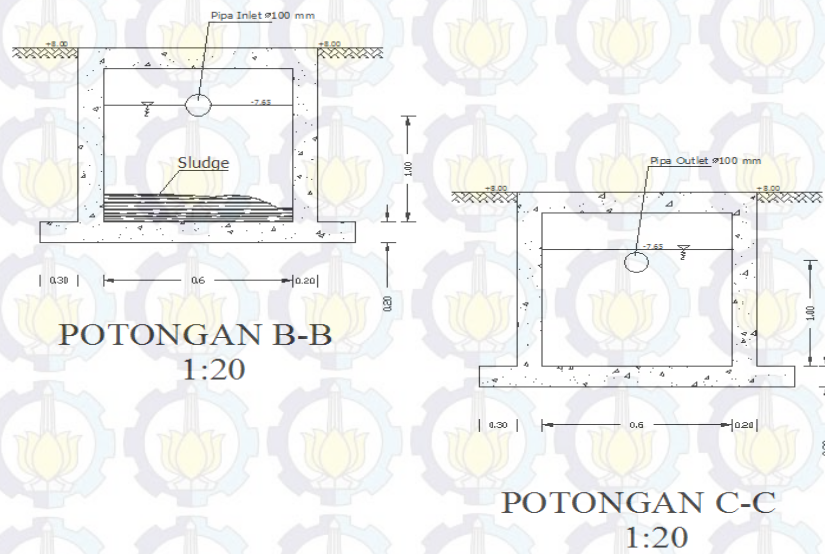
3. Gambar Hasil Desain

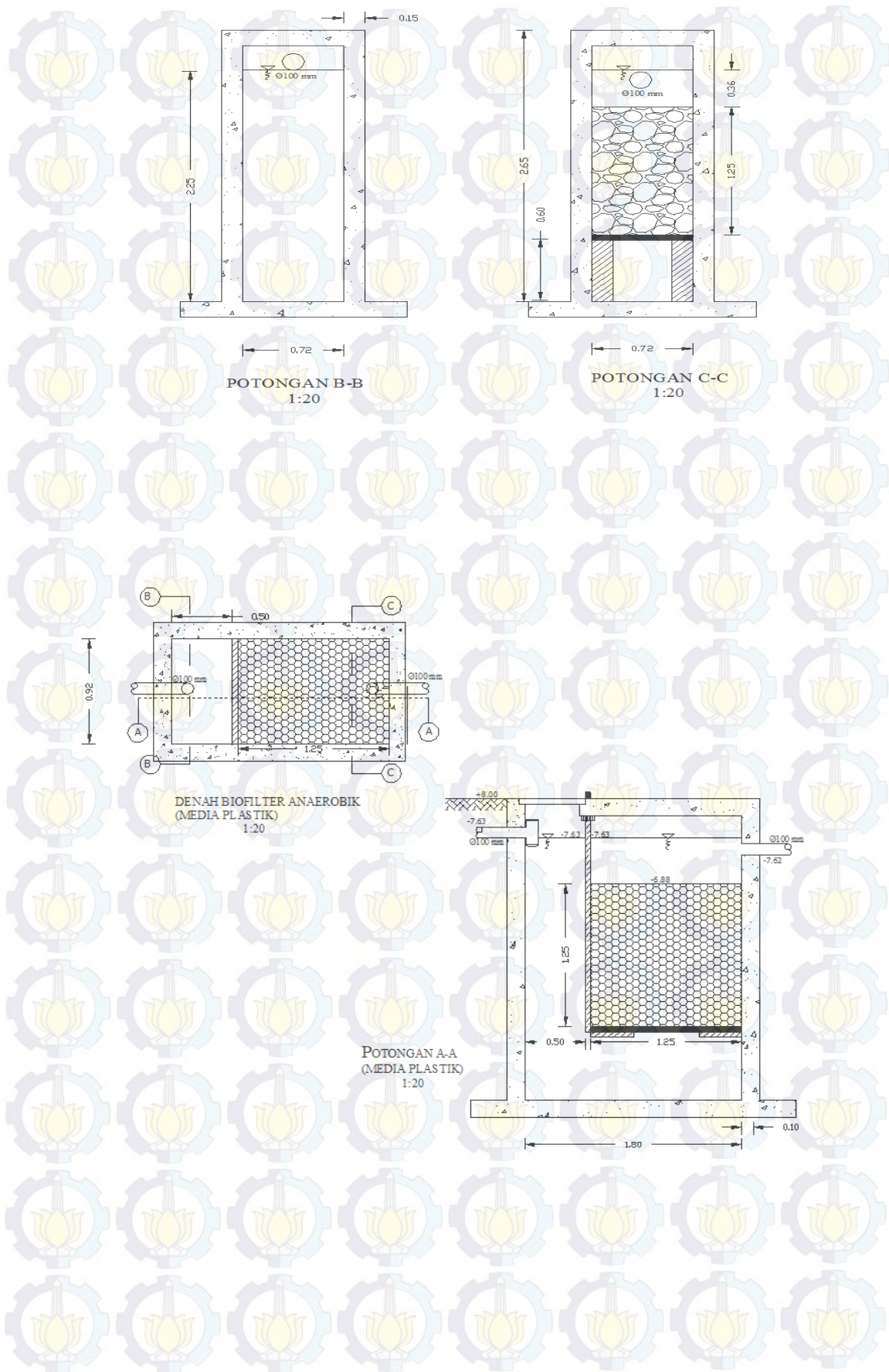


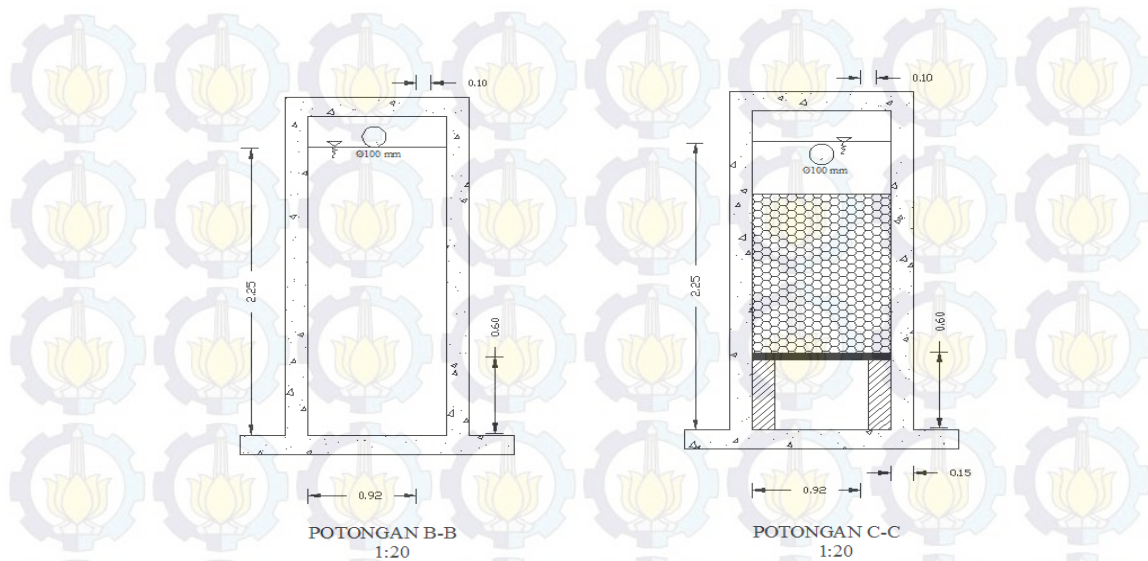
DENAH TANGKI SEPTIK
1:20



POTONGAN A-A
1:20







KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

- 1.a Hasil perhitungan desain IPAL dengan media kerikil batuan didapatkan dimensi dari tangki septik adalah (1.6 x 0.8 x 1) m dan dimensi bak biofilter anaerobik adalah (1.25 x 0.72 x 1.25) m.
- 1.b Hasil perhitungan desain IPAL dengan media kerikil batuan didapatkan dimensi dari tangki septik adalah (1.6 x 0.8 x 1) m dan dimensi bak biofilter anaerobik adalah (1.25 x 0.92 x 1.25) m.

2. SARAN

1. Perhitungan ini perlu dilanjutkan selain tipe rumah 129 (Kapasitas 9 orang)
2. Perlu diperhitungkan biaya dan OM dari setiap bangunan yang direncanakan

DAFTAR PUSTAKA

IKK Sanitation Improvement Programme, 1987.

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.

Sasse, L. 1998. *DEWATS; Decentralized Wastewater Treatment In Developing Countries*. Bremen: BORDA

Sudarmadji dan Hamdi.2013. *Tangki Septik dan Peresapannya Sebagai Sistem Pembuangan Air Kotor di Permukiman Rumah Tinggal Keluarga*. Jurnal Teknik Sipil Volume 9, No. 2

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.