

## Rancang Bangun Teknologi Pengolahan Limbah Cair Domestik (IPAL MINI) pada Kegiatan Asrama Mahasiswi

Mar'atus Sholihah<sup>1\*</sup>, Ahmad Erlan Afiuddin<sup>2</sup>, Moch. Luqman Ashari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 6011

\*E-mail : mara1004tus@gmail.com

### Abstrak

*Grey water* adalah salah satu limbah cair dari kegiatan domestik yang banyak menyumbangkan pencemaran akibat dibuang secara langsung ke badan air. Air limbah domestik ini mengandung bahan pencemar organik yang cukup tinggi meliputi BOD, COD, TSS, amoniak, fosfor, minyak dan lemak. Konsentrasi bahan pencemar yang tinggi terutama bahan organik akan menurunkan kualitas badan air jika tidak dilakukan pengolahan. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan memberikan alternatif pengolahan yang sederhana dan dapat seefisien mungkin untuk mengolah limbah cair domestik (*grey water*). Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa merancang IPAL Mini yang merupakan pengolahan biologis gabungan dari sistem pertumbuhan melekat yaitu *aerobic* dan *anoxic* biofilter. Rancangan IPAL Mini ini berupa alat berbentuk silinder volume 200 liter dengan pembagian kompartemen yaitu kolom aerasi, ruang lumpur dan kolom biofilter *aerobic-anoxic*. Pada kolom aerasi terjadi suplai oksigen untuk proses aerob, sedangkan pada kolom biofilter terjadi proses degradasi bahan pencemar organik oleh lapisan biofilm mikroorganisme yang terbentuk pada media biofilter yaitu sarang tawon. Inovasi alat ini dirancang dengan desain unit yang simpel dan menggunakan sistem biofilter untuk menurunkan konsentrasi bahan pencemar pada limbah cair domestik.

**Kata Kunci:** *Aerobic*, *Anoxic*, Biofilter, *Grey water*, Sarang tawon

### 1. PENDAHULUAN

*Grey water* merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas mandi, *laundry*, pencucian alat-alat, pencucian bahan makanan. Kandungan bahan-bahan dalam *grey water* berupa minyak dan lemak, sodium, fosfor, nitrogen, garam, serta senyawa kimia yang terdapat pada deterjen, sabun, dan bahan pembersih rumah tangga lainnya. Semakin banyak aktivitas yang berkontribusi menghasilkan *grey water* semakin tinggi nilai BOD, COD, total padatan, kandungan fosfor, dan kandungan nitrogen yang mengakibatkan air limbah memiliki tingkat cemaran yang tinggi (Handayani, 2014).

Inovasi pengolahan air limbah dengan teknologi biofilter menjadi salah satu alternatif yang mudah diaplikasikan oleh setiap rumah tangga atau untuk pengolahan limbah cair domestik (McNevin & Barford, 2000). Proses pengolahan biologis dengan biofilter dapat dilakukan dalam kondisi aerob, anaerob atau kombinasi anaerob dan aerob. Aerob, yaitu dimana oksigen terlarut (DO) di dalam air cukup banyak. Anoksik, yaitu dimana oksigen terlarut (DO) di dalam air ada dalam konsentrasi lemah. Sedangkan anaerob, yaitu tidak terdapat oksigen terlarut (Said N, 2002).

Sistem kerja biofilter adalah memanfaatkan lapisan biofilm mikroorganisme. Senyawa polutan yang ada di dalam air limbah misalnya senyawa organik (BOD, COD), amoniak, fosfor dan lainnya akan terdifusi ke dalam lapisan atau film biologis yang melekat pada permukaan medium. Pada saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen yang terlarut didalam air senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di dalam lapisan biofilm dan energi yang dihasilkan akan diubah menjadi biomassa. Jika lapisan mikrobiologis cukup tebal, maka pada bagian luar lapisan mikrobiologis akan berada dalam kondisi aerob sedangkan pada bagian dalam biofilm yang melekat pada medium akan berada dalam kondisi anaerob. Pada kondisi anaerob akan terbentuk gas H<sub>2</sub>S, dan jika konsentrasi oksigen terlarut cukup besar maka gas H<sub>2</sub>S yang terbentuk tersebut akan diubah menjadi sulfat (SO<sub>4</sub>) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam biofilm. Selain itu pada zona aerob nitrogen-ammoniak akan diubah menjadi nitrit dan nitrat dan

selanjutnya pada zona anaerob nitrat yang terbentuk mengalami proses denitrifikasi menjadi gas nitrogen (Said N, 2000).

Salah satu contoh media biofilter yang banyak digunakan yakni media dalam bentuk sarang tawon (*honeycomb tube*) dari bahan PVC karena memiliki semua karakteristik yang ada pada media “ideal” (Said N. , 2008). Spesifikasi media terstruktur tipe sarang tawon dapat dilihat pada Tabel 1. sedangkan bentuk media dapat dilihat pada Gambar 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi Media Sarang Tawon

|                  |   |
|------------------|---|
| Tipe             | :Sarang Tawon                           |
| Material         | :PVC                                    |
| Ukuran Modul     | :30 cm X 25cm X 30 cm                   |
| Ukuran Lubang    | :3 cm X 3 cm                            |
| Ketebalan        | :0,5 mm                                 |
| Luas Spesifik    | :150-220 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> |
| Berat            | :30-35 kg/m <sup>2</sup>                |
| Porositas Rongga | :0,98                                   |
| Warna            | :Bening transparan atau hitam           |

Sumber : Said N. , 2008



**Gambar 1.** Media Sarang Tawon  
(Dokumentasi Penulis)

## 2. METODOLOGI

### A. Pengumpulan Data

Terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer meliputi karakteristik air limbah yang akan diolah yaitu air limbah domestik dari kegiatan asrama mahasiswa, sedangkan data sekunder meliputi baku mutu air limbah berdasarkan PerMenLHK No 68 Tahun 2016.

### B. Rancangan Unit IPAL Mini

Terdiri dari perhitungan matematis dimensi tiap kolom/kompartemen unit yang direncanakan berdasarkan karakteristik air limbah dan dilanjutkan dengan penggambaran detail unit. Setelah itu dapat dilakukan pembuatan unit dengan alat dan bahan sebagai berikut:

#### a) Alat

Gergaji, Bor Listrik, Drum plastik 200 liter, Lembar *polycarbonat*, Media sarang tawon, Pompa, Blower, Pipa PVC, Pipa elbow 90°, Selang, Rotameter, *Valve*, dan *Sealand*, Ripet, *Sealtip*, Lem PVC

#### b) Bahan

Limbah cair domestik (*grey water*), Biakan mikroorganisme (BioHS).

### C. Pengoperasian Unit IPAL Mini

Mekanisme IPAL Mini yaitu air limbah dialirkan menggunakan pompa ke kolom aerasi dan mendapatkan suplai oksigen secara langsung dengan menggunakan blower. Setelah itu air limbah akan *overflow* dengan sistem aliran *down flow* menuju kolom *aerobic* biofilter hingga ke ruang lumpur kemudian akan memenuhi kolom *anoxic* biofilter dengan sistem aliran *up flow*. Selanjutnya air bersih hasil pengolahan atau *effluent* akan mengalir melalui pipa *outlet* yang terdapat pada bagian atas kolom *anoxic* biofilter.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Uji Karakteristik Limbah Cair

Berikut hasil uji karakteristik limbah cair domestik yang akan diolah dari asrama mahasiswi:

**Tabel 2.** Karakteristik Limbah Cair Domestik Asrama Mahasiswi

| No | Parameter | Satuan | Hasil Analisa | Baku Mutu |
|----|-----------|--------|---------------|-----------|
| 1. | BOD       | mg/l   | 175           | 30        |
| 2. | COD       | mg/l   | 283,5         | 100       |
| 3. | TSS       | mg/l   | 296           | 30        |

Hasil analisa pada Tabel 2. menunjukkan ketiga parameter yakni BOD, COD dan TSS melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Cair Domestik, sehingga diperlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang langsung ke badan air.

#### B. Unit IPAL Mini

Desain unit yang digunakan dalam penelitian ini dibuat menggunakan drum plastik 200 liter dengan volume efektif untuk pengolahan sebesar 130 liter yang dibagi menjadi 4 kompartemen atau kolom yakni kolom aerasi, kolom biofilter *aerob-anoxic*, dan ruang lumpur. Desain volume efektif pengolahan sebesar 130 liter dan menggunakan media biofilter sarang tawon, maka diperoleh debit air limbah yang diolah yakni 32 liter/jam dengan waktu tinggal selama 4 jam seperti pada perhitungan di bawah ini:

Diketahui :

Volume air limbah = 130 liter (menggunakan drum 200 liter berdiameter 54 cm, tinggi 90 cm)

Konsentrasi BOD = 175 mg/liter

Ditetapkan :

Volume media = 40% volume air limbah (40-60% berdasarkan Nusa, 2000)

= 40% x 130 liter

= 52 liter

= 0,052 m<sup>3</sup>

Luas spesifik = 150 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> (media sarang tawon)

COD Load = 17,5 g/m<sup>2</sup>.hari (untuk efisiensi 90 % berdasarkan EBIE, 1992 sesuai dengan konsentrasi bahan organik)

- Luas media = luas spesifik x volume media

= 150 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> x 0,052 m<sup>3</sup>

= 7,80 m<sup>2</sup>

- Beban BOD

= BOD load x luas media

= 17,5 g/m<sup>2</sup>.hari x 7,80 m<sup>2</sup>

= 136,5 g/hari

- Debit (Q)

= Beban BOD : BOD masuk

= 136,5 g/hari : 0,175 g/liter

= 780 liter/hari

= 32,5 liter/jam

- Waktu tinggal (td)

= Volume air limbah : Debit

= 130 liter : 32,5 liter/jam

= 4 jam

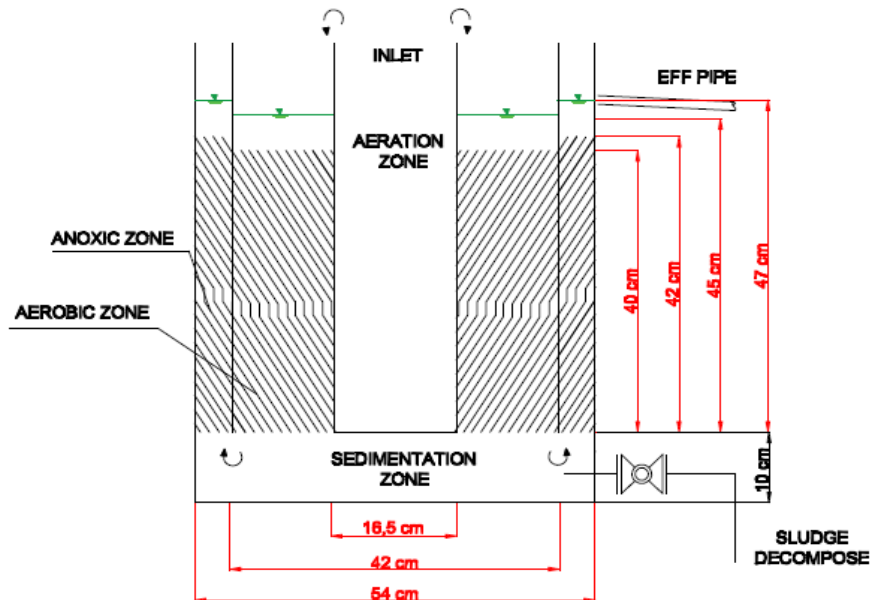
Pembagian kompartemen unit IPAL Mini dengan volume efektif 130 liter diperoleh volume tiap kompartemen adalah sebagai berikut :

1) Kolom aerasi

Volume 11,7 liter dengan dimensi: diameter 16,5 cm; tinggi 55 cm.

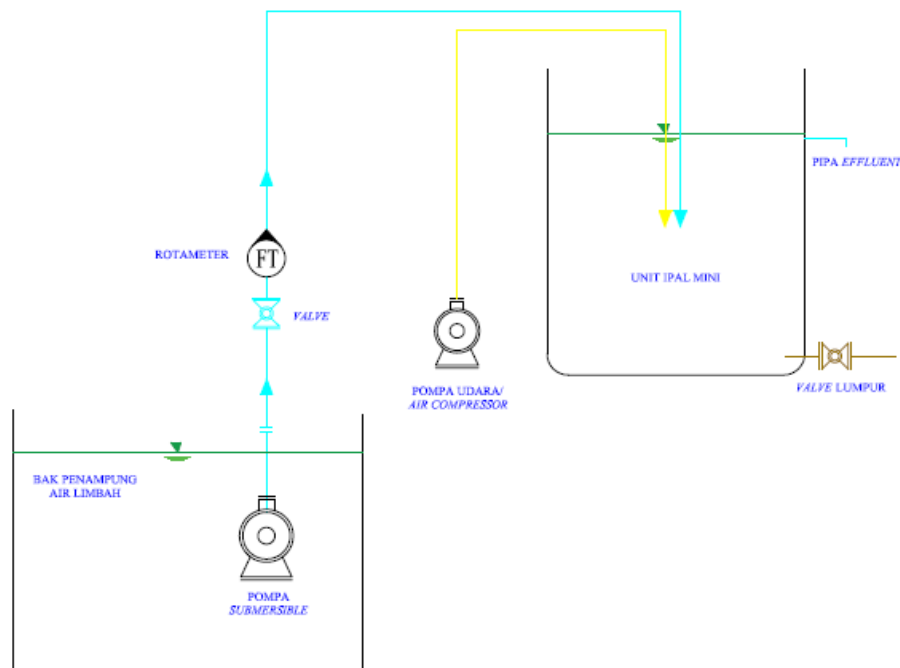
2) Biofilter *aerobic*

- Volume 52 liter dengan dimensi: diameter 44 cm; tinggi media 40 cm; tinggi ruang bebas 5 cm.
- 3) Biofilter *anoxic*  
Volume 32,5 liter dengan dimensi: diameter 54 cm; tinggi media 42 cm; tinggi ruang bebas 5 cm.
- 4) Ruang lumpur  
Volume 22,8 liter dengan dimensi: diameter 54 cm dan tinggi 10 cm.  
Detail unit dan dimensi dapat dilihat pada Gambar 2.

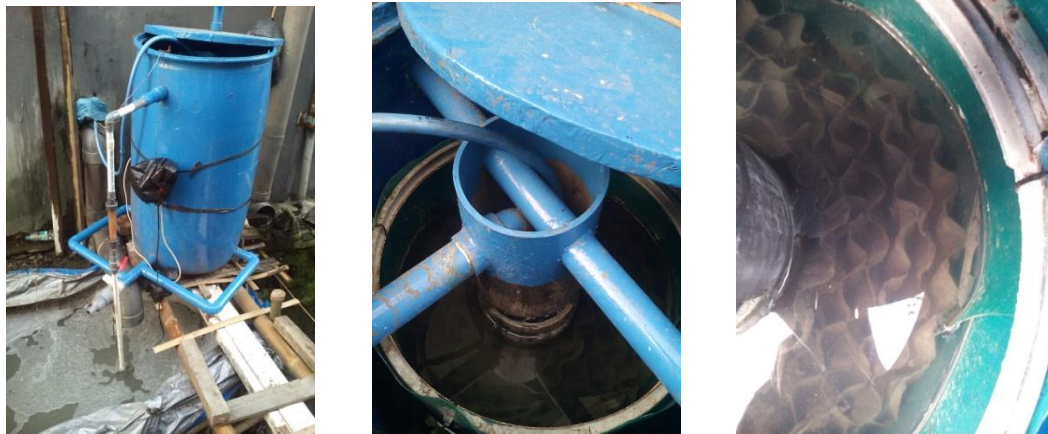


Gambar 2. Detail Unit IPAL Mini

Instrumen penunjang pengoperasian alat terdiri dari pompa *submersible* dengan kapasitas 1300 liter/jam untuk mengalirkan air limbah dari bak penampung menuju unit dan blower/*air compressor* berkapasitas 35 liter/menit untuk suplai oksigen pada proses aerob. Diagram proses pengolahan air limbah domestik menggunakan IPAL Mini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Proses Pengolahan IPAL Mini



**Gambar 4.** Gambaran Nyata Unit IPAL MINI

## 5. KESIMPULAN

Desain unit IPAL Mini menggunakan drum plastik 200 liter dengan volume efektif pengolahan 130 liter dan menggunakan media biofilter sarang tawon dapat mengolah air limbah sebesar 32,5 liter/jam dan waktu tinggal selama 4 jam dengan efisiensi 90%.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada pengelola asrama mahasiswi Gebang Kidul Surabaya yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di tempat tersebut, *workshop* PT. SINERGI UTAMA yang telah membantu penulis dalam pembuatan unit Ipal Mini, dan pihak laboratorium BPKI yang telah membantu penulis dalam pengolahan data.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Afiuddin, A. E., & Dwi, A. K. (2018). Studi Perbaikan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah B3 Sesuai Dengan Limbah Yang Dihasilkan Dan Peraturan Terbaru Di PT. X. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, (2).
- Handayani, D. S. (2014). *Kajian Pustaka Potensi Pemanfaatan Greywater Sebagai Air Siram WC dan Air Siram Tanaman di Rumah Tangga*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- McNevin, D., & Barford, J. (2000). *Biofiltration as an odor abatement strategy*. *Biochemical Engineering Journal*, 231-342.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor :P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Said, N. I. (2000). *Teknologi Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biofilm Tercelup*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).
- Said, N. I. (2002). *Pengolahan Limbah Cair Dengan Proses Biologis*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).
- Said, N. I. (2008). *Proses Biofilter Tercelup*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).

**Halaman ini sengaja dikosongkan**