

Perencanaan IPAL *Portable* dengan Unit Pengolahan *Anaerobic Biofilter* untuk Kegiatan Usaha *Bakery* di Kota Surabaya

Bima Krida Pamungkas¹, Nieke Karnaningroem², Didik Bambang Supriyadi³

Teknik Lingkungan, ITS Surabaya, Indonesia¹
bima.krida@gmail.com

Teknik Lingkungan, ITS Surabaya, Indonesia²
Teknik Lingkungan, ITS Surabaya, Indonesia²

Abstrak

Peningkatan pencemaran lingkungan yang terjadi di Kota Surabaya berakibat pada menurunnya kualitas lingkungan. Salah satu kontribusi pencemaran lingkungan adalah belum dimilikinya IPAL di setiap industri-industri rumahan yang berkembang di Kota Surabaya, salah satunya adalah usaha *bakery*. Sebagian besar pelaku kegiatan usaha *bakery* menggunakan lahan sewa/kontrak di lokasi usaha mereka sehingga realisasi pembangunan IPAL tidak dilakukan. Kondisi tersebut diakibatkan karena biaya investasi yang besar serta pelaku usaha *bakery* membutuhkan bentuk IPAL yang *fleksible* dan dapat dipindahkan (*portable*) apabila kegiatan usaha berpindah lokasi.

Tahapan perencanaan dalam mendesain IPAL *portable* ini meliputi pengumpulan data primer dan sekunder, penghitungan dimensi unit IPAL *portable*, penggambaran DED, serta penghitungan anggaran biaya masing-masing unit IPAL *portable*. DED IPAL *portable* dengan unit *septic tank*, *anaerobic biofilter*, dan bak penampung memiliki luas lahan sebesar 2 m x 2,4 m x 1,5 m dengan jumlah kompartemen biofilter sebanyak 12 buah. Kualitas effluen yang dihasilkan dari IPAL *portable* ini meliputi nilai BOD 13 mg/L, COD 34,43 mg/L, dan TSS 11, 03 mg/L. Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun IPAL *portable* adalah Rp. 22.800.000.

Key words: *anaerobic biofilter*, *bakery*, IPAL *portable*

1. Pendahuluan

Pencemaran lingkungan di Kota Surabaya berakibat pada penurunan kualitas air di sungai Surabaya. Penurunan kualitas air tersebut disebabkan oleh limbah domestik yang memberikan kontribusi pencemaran sebesar 60% dan limbah industri sebesar 40% (BLH, 2010). Limbah domestik yang mencemari sungai Surabaya tidak hanya berasal dari limbah pemukiman tetapi berasal dari limbah rumah makan, perhotelan, dan usaha komersial lainnya. Menurut Thornton (2001), limbah yang berasal dari sumber komersial terdiri dari limbah rumah makan, hotel, usaha manufaktur, dan kegiatan lainnya. Limbah rumah makan dan hotel memiliki kontribusi sebesar 17,8%, limbah industri manufaktur sebesar 20%, dan sisanya dipengaruhi oleh kegiatan industri lainnya.

Menurut Theresia (2005), limbah kegiatan usaha *bakery* dapat dikategorikan dalam limbah kegiatan usaha rumah makan (restoran) karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi seperti karbohidrat, lemak, dan protein. Karakteristik limbah cair usaha rumah makan (restoran) terdiri dari *oil and grease*, *suspended solid (SS)*, dan deterjen (Yang *et al.*, 2012). Berdasarkan hal tersebut, kualitas *effluent* limbah cair kegiatan usaha *bakery* ekuivalen dengan limbah cair kegiatan usaha rumah makan (restoran) sehingga membutuhkan instalasi pengolahan air limbah yang sejenis.

Upaya pengolahan limbah kegiatan usaha *bakery* belum bisadilakukan secara optimal karena dalam pembuatan instalasi pengolahan air limbah memerlukan lahan yang luas dan mekanisme operasi yang rumit (Maharani dan Damayanti, 2013). Kondisi tersebut disebabkan oleh pengelola kegiatan usaha menerapkan sistem kontrak dalam penggunaan lahan serta bangunankegiatan usaha *bakery* di Surabaya. Berdasarkan pada kondisi lapangan, diperlukan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) mudah dipindahkan(*portable*). Desain IPAL *portable* tersebut bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasi dan biaya daripada pembuatan IPAL secara permanen. IPAL *portable* memiliki kelebihan dari segi material bahan yang lebih ringan, memiliki unit-unit pengolahan yang terintegrasi, serta belum banyak tersedia di

pasarannya. Penggunaan IPAL *portable* mampu meningkatkan pengolahan limbah di kegiatan usaha *bakery* menjadi efektif dan efisien. IPAL *portable* memiliki kelebihan secara ekonomi antara lain menekan biaya investasi hingga 30% dan meminimalkan biaya operasi dan pemeliharaan (Ariani, 2011). Oleh karena itu, diperlukan dimensi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) *portable* dengan membandingkan unit pengolahan *Anaerobic biofilter* dan *Aerobic biofilter* untuk kegiatan usaha *bakery* di Surabaya. Desain ini ditentukan berdasarkan aspek teknis dan biaya yang sesuai dengan baku mutu yang berlaku sehingga dapat dijadikan bahan rekomendasi pengolahan limbah *bakery* di Surabaya.

2. Metode Perencanaan

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam perencanaan. Data-data yang diperlukan meliputi:

A. Data Primer

Pengukuran debit dilakukan pada saluran *effluent* sebanyak 5 kali berdasarkan selama 5 hari berturut-turut dengan memperhatikan hari puncak dan hari biasa dengan metode *time gravity*.

B. Data Sekunder

1. Data karakteristik limbah cair meliputi BOD, COD, dan TSS.
2. HSPK Kota Surabaya tahun 2015.

2.2 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah data-data yang dibutuhkan telah dikumpulkan.

1. Perhitungan debit air limbah pengukuran pada salah satu kegiatan usaha *bakery* X di Kota Surabaya.
2. Penetapan baku mutu *effluent* air limbah yang disesuaikan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri dan Usaha Lainnya. Baku mutu kegiatan usaha *bakery* masuk dalam kategori baku mutu limbah cair rumah makan (restoran).
3. Penetapan kriteria desain sesuai dengan pustaka.
4. Perhitungan dimensi unit pre-treatment.
5. Perhitungan dimensi IPAL *portable*.
6. Penggambaran DED (*Detail Engineering Design*) masing-masing unit.
7. Perhitungan BOQ (*Bill of Quantity*) berdasarkan DED dan RAB (Rencana Anggaran Biaya) berdasarkan SNI DT-91 tentang pekerjaan bangunan dan HSPK Kota Surabaya tahun 2015.

3. Hasil dan Perencanaan

3.1 Penentuan Debit Air Limbah *Bakery*

Debit air limbah *bakery* ditentukan melalui *sampling* pada salah satu kegiatan usaha *bakery* X di Kota Surabaya. *Sampling* debit air limbah dilakukan dengan cara menghitung beda tinggi level muka air dalam satu hari operasional sehingga dapat ditentukan debit air limbah salah satu kegiatan usaha *bakery* X di Kota Surabaya. Pengukuran debit air limbah *bakery* dilakukan dalam waktu 6 hari berturut-turut dengan memperhatikan waktu operasional harian dan puncak.

Debit Limbah Bakery



Gambar 1. Debit Limbah Bakery

Berdasarkan gambar 1, diketahui bahwa debit rata-rata limbah cair *bakery* sebesar 6,035 m³/hari.

3.2 Karakteristik Air Limbah Bakery

Penentuan karakteristik air limbah *bakery* dalam perencanaan kali ini didasarkan pada hasil uji parameter kualitas air limbah *bakery* X di Kota Surabaya.

Tabel 1. Karakteristik Limbah Bakery X di Surabaya

No	Parameter	mg/L
1.	BOD ₅	421
2.	COD	702,388
3.	TSS	858,333
4.	Minyak dan Lemak	< LD
5.	pH	6,9

Sumber: BLH Kota Surabaya, 2014

3.3 Dimensi Unit Pre-Treatment

Unit pre-treatment dalam perencanaan ini, berfungsi sebagai unit pengolahan awal sebelum masuk ke dalam unit IPAL *portable*. Unit pre-treatment terdiri dari bak pemisah minyak dan lemak dan bak ekualisasi. Unit ini bersifat *optional* dan menyesuaikan kondisi lokasi usaha *bakery*.

A. Bak Pemisah Minyak dan Lemak

Perhitungan bak pemisah minyak dan lemak menggunakan metode *grease interceptor liquid capacity* (NPCA, 2009).

Tabel 2. Data Jumlah Pelanggan

Hari	Jumlah (orang)		
1	32	28	33
2	20	20	21
3	26	28	26
Rata-rata	3,25	3,17	3,33
Rata ² Total	3,25		

Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa nilai *quantity of melas / hour* adalah 3,25.

Quantity of meals/hour = 3,25

Waste flow rate = 18,9 L (*without dishwaser*)

Retention time = 2,5 (*commercial kitchen waste*)

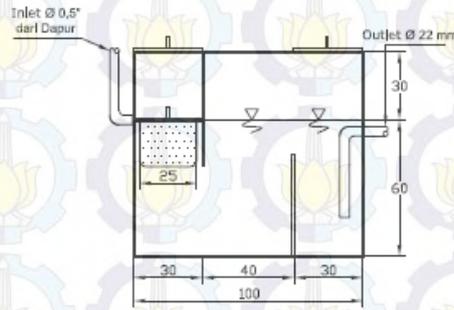
Storage factor = 2 (*16 hours operation*)

Berdasarkan perhitungan, diperoleh dimensi bak pemisah minyak dan lemak.

$$V_{og} = \frac{3,25}{\text{hour}} \times 18,9 \text{ L} \times 2,5 \text{ hour} \times 2$$

$$V_{og} = 0,307 \text{ m}^3$$

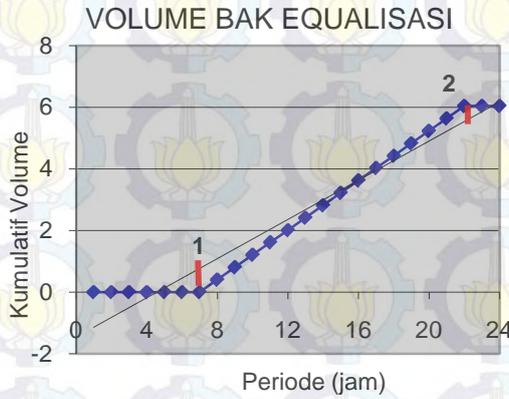
h rencana = 0,6 m
 A = 0,533 m²
 P : L = 2 : 1
 L = 0,6 m
 P = 1 m



Gambar 2. Bak Pemisah Minyak dan Lemak

B. Bak Ekualisasi

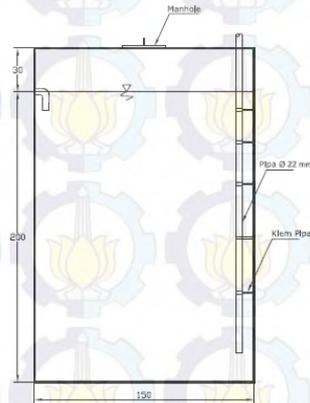
Dalam perencanaan IPAL portable, dibutuhkan unit bak ekualisasi sebagai bak penampung awal untuk menjaga kuantitas debit air limbah yang masuk.



Gambar 3. Grafik Volume Bak Ekualisasi

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh dimensi bak ekualisasi.

h rencana = 2 m
 A = 1,13 m²
 L = 0,8 m
 P = 1,5 m
 Cek Td = 5,96 jam ~ memenuhi (4-8 jam)



Gambar 4. Bak Ekualisasi

3.4 Dimensi IPAL *Portable*

A. *Septic Tank*

Dalam perencanaan tugas akhir ini, *septic tank* dalam unit IPAL *portable* berfungsi untuk menurunkan konsentrasi BOD, COD, dan TSS dalam air limbah *bakery*. Perhitungan IPAL *portable* ini direncanakan $Q_{ave} = 0,4023 \text{ m}^3/\text{jam}$, $HRT = 2 \text{ jam}$, waktu pengurasan lumpur = 24 bulan, dan rasio SS/COD = 0,45.

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh dimensi *septic tank*.

V	= 0,8046 m ³
h muka air	= 1,2 m
A	= 0,68 m ²
L	= 0,4 m
P total	= 1,7 m
P kamar 1	= 1,2 m
P kamar 2	= 0,5 m
Cek td	= 2,02 jam (memenuhi)

Tabel 3. Efisiensi Removal di *Septic Tank*

<i>Septic Tank</i>	BOD	COD	TSS
Influen (mg/L)	421	702,388	858,333
Removal (%)	27,8	26,3	55,6
Effluen (mg/L)	304	518,011	380,671

B. *Anaerobic Biofilter*

Dalam perencanaan IPAL *portable* ini, unit *anaerobic biofilter* merupakan unit pengolahan utama yang digunakan dalam mengurangi konsentrasi BOD, COD, dan TSS yang terkandung dalam air limbah *bakery* (Said, 2008). Direncanakan $HRT = 24 \text{ jam}$, porositas media sarang tawon = 98%, dan spesifik permukaan media = $150 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh dimensi *anaerobic biofilter*.

Σ Kompartemen	= 12
Volume Media	= 6,035 m ³
h muka air	= 1,2 m
P kompartemen	= 0,3 m (P masing-masing kompartemen)
L kompartemen	= 0,8 m
OLR cek	= 1,605 kg/m ³ .hari (< 4,5 kg/m ³ .hari, memenuhi)
v <i>upflow</i> cek	= 1,71 m/jam (< 2 m/jam, memenuhi)

Tabel 4. Efisiensi Removal *Anaerobic Biofilter*

<i>Anaerobic Biofilter</i>	BOD	COD	TSS
Influen (mg/L)	304	518,011	380,671
Removal (%)	95,7	93,3	97,1
Eflfuen (mg/L)	13	34,425	11,039

C. Bak Penampung

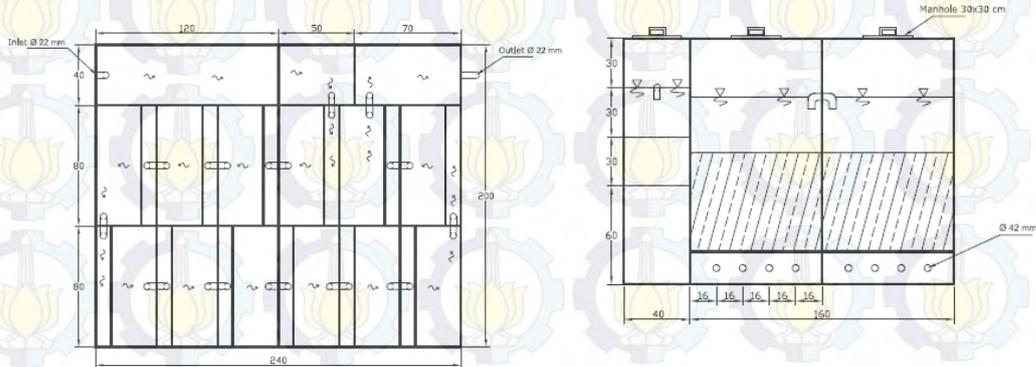
Bak penampung dalam perencanaan IPAL *portable* ini berfungsi sebagai wadah tampungan effluen air limbah *bakery* yang telah diolah dalam IPAL *portable*. Berdasarkan perhitungan diperoleh dimensi lebar = 0,4 m dan panjang = 0,8 m.

3.5 Luas Lahan IPAL *Portable*

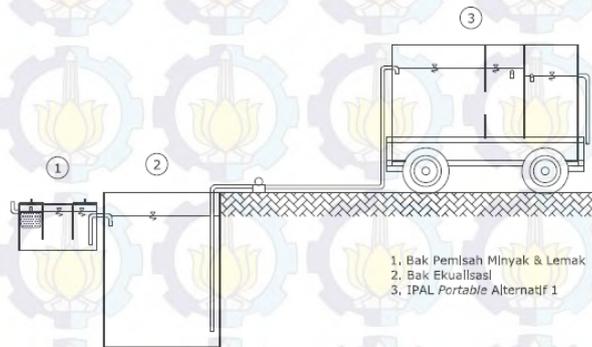
IPAL *portable* dalam tugas akhir ini berbentuk paket IPAL *compact* dengan menggunakan material FRP (*fibreglass reinforced plastic*) 10 mm. Berdasarkan hasil perhitungan masing-masing unit untuk IPAL *portable*, direncanakan bahwa unit *anaerobic biofilter* disusun secara paralel dengan tujuan penghematan lahan. Arah aliran dalam *anaerobic biofilter* tetap menggunakan sistem seri dan *upflow* untuk menjaga efisiensi removal berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan.

Paket IPAL *portable* (disusun paralel):

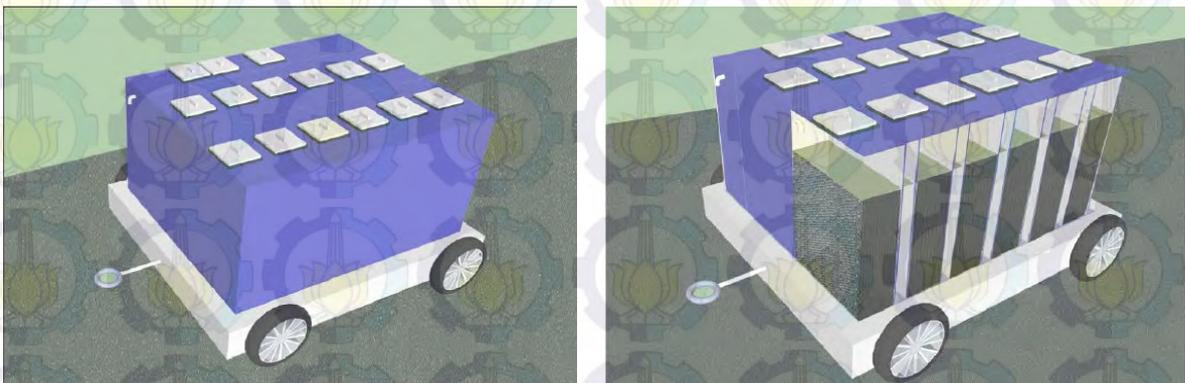
Panjang bangunan = 2,4 m
 Lebar bangunan = 1,6 m
 A IPAL *portable* = 4,8 m²



Gambar 5. Denah dan Potongan IPAL *Portable*



Gambar 6. Layout IPAL *Portable*



Gambar 7. Maket IPAL *Portable*

3.6 Anggaran Biaya

Anggaran biaya yang dibutuhkan dalam membangun IPAL *portable* dihitung berdasarkan HSPK Kota Surabaya tahun 2015.

Table 5. Rekapitulasi RAB

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (dalam Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	3.109.190
II	PEKERJAAN PIPA	74.418
III	FINISHING	55.530

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (dalam Rp)
	TOTAL A = I s/d III	3.239.138
	DIBULATKAN	3.250.000

Tabel 6. Rekapitulasi RAB Alternatif 1

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (dalam Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	10.680.702
II	PEKERJAAN PIPA	152.664
III	PEKERJAAN RANGKA IPAL	3.812.083
IV	FINISHING	8.101.014
	TOTAL A = I s/d IV	22.729.452
	DIBULATKAN	22.800.000

5. Kesimpulan

1. IPAL *portable* alternatif 1 dan 2 mampu mengolah limbah cair *bakery* dengan nilai konsentrasi BOD sebesar 421 mg/L, COD sebesar 702,388 mg/L, serta debit rata-rata limbah cair yang dihasilkan 6 m³/hari.
2. DED IPAL *portable* alternatif I dengan unit *anaerobic biofilter* memiliki luas lahan sebesar 2 m x 2,4 m x 1,5 m dengan jumlah kompartemen sebanyak 12 buah. Kemampuan removal IPAL *portable* alternatif 1 mampu mereduksi konsentrasi BOD sebesar 13 mg/L, COD sebesar 34,43 mg/L, dan TSS sebesar 11, 03 mg/L.
3. Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun IPAL *portable* sebesar Rp. 22.800.000..
4. DED unit pre-treatment dengan unit bak pemisah minyak dan lemak memiliki luas lahan 1 m x 0,6 m x 0,9 m dan bak ekualisasi memiliki luas lahan 1,5 m x 0,8 m x 2,3 m. Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun unit pre-treatment sebesar Rp. 3.250.000.

7. Pustaka

- Ariani, N. M. 2011. *Otomatisasi Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Sistem Mobile di Baristand Industri Surabaya*. **Jurnal Riset Industri**, Vol. 5, No. 2, pp. 183-194.
- BLH. 2010. *Kualitas Air Surabaya Mengalami Penurunan*. <http://lh.surabaya.go.id/web/wh/?c=main&m=detail&id=35>, diakses tanggal 5 November 2014 pukul 20.28 WIB.
- Maharani, R. M., dan Damayanti, A. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Membran Nanofiltrasi Silika Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Fosfat dan Ammonium*. **Jurnal Teknik Pomits**, vol.2, pp: 92-97.
- Said, N. I. 2008. *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta "Tinjauan Permasalahan, Strategi dan Teknologi Pengolahan"*. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Sasse, Ludwig. 2009. *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Bremen: Bremen Overseas Research and Development Association – BORDA.
- Theresia, A. 2005. *Sanitasi dan Pengelolaan Limbah dari Produk Bakery dan Pastry di Hotel Ciputra Semarang*. Laporan Kerja Praktek, Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Soegijapranata Semarang.
- Thornton. 2001. *Pollutant in Urban Waste Water and Sewage Sludge*. Luxembourg: European Communities.
- Yang, B., Chen, G., dan Chen, G. 2012. *Submerged Membrane Bioreactor in Treatment of Simulated Resturant Wastewater*. **Separation and Purification Technology**, pp: 184-190.