

Rancang Bangun *Biofilter* untuk Pengolahan Limbah Cair Kegiatan Sentra Wisata Kuliner di Kecamatan Tambaksari, Kota Surabaya

Apri Yulianto¹, Arlini Dyah Radityaningrum^{2,*}, Ro'du Dhuha Afrianisa³

^{1,2,3} Institut Teknologi Adhi Tama, Surabaya, Indonesia

*dyah@itats.ac.id

Abstract

The development of culinary business at Culinary Tourism Centre (CTC) has produced domestic wastewater from dish washing activities and food residues. One CTC in Tambaksari District, Surabaya City has not had Wastewater Treatment Plant (WWTP) yet. The CTC only has equalization tank for accommodating wastewater before discharged into the water body. This research aimed to determine the characteristics of domestic wastewater from the CTC and to design the appropriate WWTP in the CTC. The standard was based on the Regulation of the East Java Governor Number 72 Year 2013. The result showed that the concentrations of TSS, grease and oil, BOD, COD were 14 mg/L, 1.59 mg/L, 1154.8 mg/L, and 2054.8 mg/L, respectively. The WWTP units consisted of a grease trap, an equalization tank, primary sedimentation tank, anaerobic tank, aerobic tank, and secondary sedimentation tank. The estimated cost to build the WWTP was IDR 278,093,774.

Keywords: anaerobic tank, aerobic tank, culinary tourism centre, domestic wastewater characteristics.

Abstrak

Perkembangan usaha kuliner di Sentra Wisata Kuliner (SWK) menghasilkan limbah cair domestik yang berasal dari air buangan kegiatan pencucian peralatan makanan dan sisa makanan. Salah satu SWK di Kecamatan Tambaksari, Kota Surabaya masih belum memiliki pengolahan limbah cair hanya memiliki bak kontrol sebagai penampung limbah cair sebelum dibuang ke badan air. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik limbah cair yang dihasilkan dari SWK tersebut dan merencanakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sesuai. Standar baku mutu limbah cair yang digunakan sesuai dengan Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi TSS, minyak lemak, BOD, dan COD masing-masing adalah 14 mg/L, 1,59 mg/L, 1154,8 mg/L, dan 2054,8 mg/. Unit IPAL direncanakan terdiri atas *grease trap*, bak ekualisasi, bak pengendap awal, bak anaerobik, bak aerobik, dan bak pengendap akhir. Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk pembangunan IPAL di SWK tersebut yaitu Rp. 278.093.774.

Kata Kunci: karakteristik limbah cair domestik, sentra wisata kuliner, unit bak aerobik, unit bak anaerobik.

1. PENDAHULUAN

Kota Surabaya memiliki sekitar 44 SWK yang mengakomodasi sekitar 1.300 Pedagang Kaki Lima (PKL) di seluruh wilayah Kota Surabaya (Kurniawan, 2014). Salah satu SWK di Kecamatan Tambak Sari, Kota Surabaya (SWK X) merupakan SWK yang cukup besar dan mempunyai luas tanah 854 m² (Pemerintah Kota Surabaya, 2018). Jumlah pengunjung saat hari kerja diperkirakan kurang lebih 30 pengunjung/hari. Peningkatan jumlah pengunjung terjadi apabila sudah memasuki hari libur. Perkembangan usaha para pedagang kaki lima

di SWK Kota Surabaya berdampak pada meningkatnya produksi limbah cair domestik dari pencucian peralatan makanan dan sisa makanan, seperti lemak, nasi, sayuran dan lain-lain (Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2019).

Limbah dari kegiatan SWK merupakan jenis limbah organik seperti sisa makanan, sampah sayuran, kulit buah-buahan, dan lainnya yang berpotensi untuk membusuk (Andiese, 2011). Limbah cair rumah makan/restoran mengandung minyak, lemak dari sisa-sisa makanan serta deterjen (Zahra & Purwanti, 2015). Hal ini berpotensi terhadap

timbulnya bau yang tidak sedap karena karakteristik pencemar BOD, COD, TSS yang belum memenuhi standar baku mutu (Zahra & Purwanti, 2015). Jumlah dan jenis bahan organik dalam limbah cair domestik kegiatan SWK dipengaruhi oleh jenis makanan yang dijual (Purnawan *et al.*, 2018). Menurut Zaharah *et al.*, (2018) minyak, lemak dan TSS adalah parameter utama dalam limbah cair rumah makan yang potensial menurunkan kualitas air pada badan air penerima. Selain itu, gumpalan minyak dan lemak dari limbah dapur kegiatan rumah makan dapat mengakibatkan penyumbatan pada saluran pipa pembuangan (Sein, 2011).

Pengolahan limbah cair di SWK X saat ini hanya berupa bak kontrol tanpa bidang resapan, sehingga masih diperlukan suatu unit IPAL yang sesuai standar. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan IPAL pada SWK X sehingga effluen yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu yang disyaratkan. Pengolahan limbah cair rumah makan dapat dilakukan dengan menggunakan sistem kombinasi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *wetland* secara kontinyu (Mardianto, 2014). Berdasarkan penelitian Mardianto (2014), kinerja unit kombinasi ABR dan *wetland* tersebut mampu mencapai persentase efisiensi penyisihan TSS 72,4%, BOD 57,1%, COD 58,7%, serta minyak dan lemak 94,3%. Efluen hasil pengolahan memiliki konsentrasi TSS, BOD, COD, serta minyak dan lemak, masing-masing sebesar 86 mg/L, 50,84 mg/L, 249,5 mg/L, dan 18 mg/L. Nilai tersebut telah memenuhi baku mutu yang diisyaratkan, kecuali COD yang masih diatas baku mutu. Biofilter anaerobik juga merupakan salah satu alternatif pengolahan untuk limbah cair domestik berupa air bekas cucian (*grey water*), baik dari kegiatan dapur maupun *laundry* (Radityaningrum dan Kusuma, 2017). Biofilter dengan kombinasi sistem anaerobik-aerobik juga mampu mengolah limbah cair industri tahu hingga mencapai konsentrasi BOD, COD, TSS limbah tahu, masing-masing sebesar 15,9 mg/L, 22,0 mg/L, 1,5 mg/L (Khusna Mufida *et al.*, 2016). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik limbah cair yang dihasilkan dari SWK X di Kecamatan Tambaksari Kota Surabaya dan merencanakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sesuai.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan studi literatur, survei kondisi eksisting di SWK X, pengambilan sampel limbah cair domestik di SWK X untuk uji karakteristik, penentuan debit limbah cair di SWK X, dan analisis data untuk perencanaan IPAL. Tahapan perencanaan IPAL meliputi penentuan alternatif pengolahan untuk IPAL di SWK X, perencanaan detail IPAL/*Detailed Engineering Design* (DED), dan estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk konstruksi IPAL.

Data primer berupa kualitas dan debit limbah cair domestik yang diperoleh melalui pengambilan sampel di SWK X. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode grab sampling, yaitu mengambil sampel sesaat pada satu waktu dan lokasi tertentu (SNI 6989.59:2008). Pengambilan sampel dilakukan pada hari Senin, saat jam makan siang (pukul 13.00). Sampe diambil sebanyak 2 Liter menggunakan wadah berupa jerigen dari bahan plastik. Sampel limbah cair domestik diambil dari outlet bak kontrol di SWK X. Parameter uji karakteristik limbah cair domestik terdiri atas TSS, minyak dan lemak, BOD, dan COD. Standar baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013. Sedangkan pengukuran debit dilakukan selama 7 hari untuk mengetahui fluktuasi debit tiap hari yang keluar dari outlet di SWK X. Pengukuran debit ini dilakukan sehari 2 kali, pada waktu makan siang dan makan malam, yaitu pukul 13.00 dan 20.00 WIB. Data sekunder yang digunakan sebagai data penunjang atau pendukung adalah berupa data-data dari pihak SWK X dan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) 2019 Kota Surabaya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

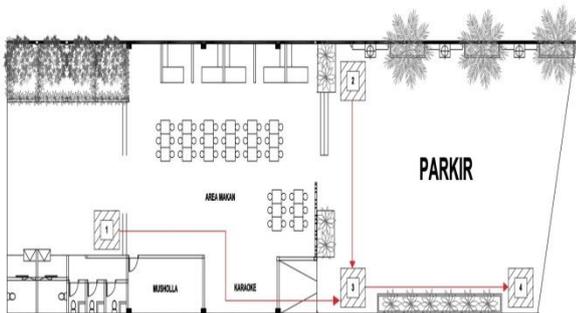
Kondisi Eksisting SWK X

Perencanaan IPAL ini berlokasi pada SWK X, di daerah Kapas Krampung, yaitu di Jl. Raya Karang Asem Nomor 58-60, Ploso, Kecamatan Tambaksari, Kota Surabaya, Jawa Timur (Gambar 1). SWK ini sudah lama berdiri sejak tahun 2017. SWK X Surabaya menjual berbagai macam makanan dan minuman dan beroperasi setiap hari dari pukul 10.00 - 23.00 WIB. Sampai saat ini total jumlah pedagang adalah 20 pedagang. Fasilitas yang tersedia di SWK X adalah toilet dan musholla, yang disediakan oleh pihak pengelola SWK X.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan IPAL
Sumber: Google Earth

SWK X pada saat ini masih belum memiliki unit IPAL. Kegiatan dari SWK tersebut menghasilkan limbah *black water* dan *grey water*. Limbah *black water* di SWK X langsung masuk ke saluran tangki septik, sedangkan *grey water* yang merupakan buangan air bekas mandi, buangan sisa makanan, seperti nasi, sayuran, minyak lemak dan air sisa pencucian peralatan makanan langsung dialirkan ke dalam bak kontrol. Adapun denah bangunan SWK X ditunjukkan dalam Gambar 2.

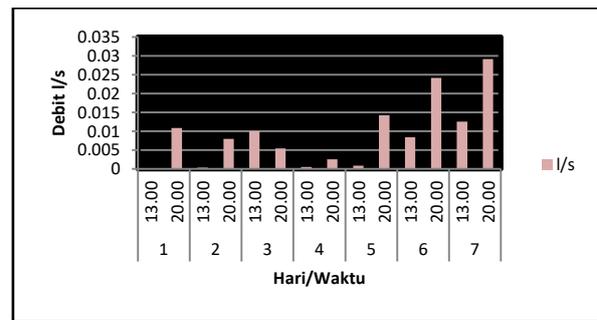


Gambar 2. Layout Bangunan SWK X

SWK X memiliki luas sekitar 854 m² dengan panjang 61 m dan lebar 14,05 m. SWK X tersebut memiliki 4 buah bak kontrol untuk buangan dari saluran drainase dan *grey water*. Bak kontrol yang pertama menampung air buangan dari toilet, yang kemudian dialirkan menuju ke bak kontrol ketiga. Sedangkan bak kontrol kedua menerima buangan dari wastafel tiap penjual/pedagang dan langsung dialirkan ke bak kontrol ketiga. Dari bak kontrol ketiga, limbah cair dialirkan menuju ke bak kontrol keempat, untuk kemudian dibuang ke badan air penerima.

Kuantitas Limbah Cair

Debit limbah cair domestik hasil pengukuran di SWK X selama 7 hari ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perhitungan Debit Air Limbah SWK X

Berdasarkan perhitungan grafik di atas, dapat dilihat bahwa debit air limbah terbesar terjadi pada hari ke-7 (hari Minggu), pukul 20.00 WIB, yaitu sebesar 0,03 L/s. Hal ini dikarenakan pada pada hari libur dan malam hari, SWK banyak dikunjungi oleh konsumen. Oleh karena itu, produksi limbah cair yang dihasilkan juga semakin meningkat. Dari hasil perhitungan debit di atas, didapatkan debit rata-rata air limbah dari SWK X, yaitu 0,01 L/s. Debit limbah cair yang digunakan dalam perencanaan ini adalah debit limbah cair maksimum harian. Pemilihan debit ini bertujuan untuk mengantisipasi jika terjadi lonjakan atau penambahan debit yang tidak terduga. Debit yang digunakan untuk perancangan ini yaitu sebesar 0,03 L/s.

Kualitas Limbah Cair

Kualitas limbah cair domestik di SWK X ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Limbah Cair Domestik di SWK X

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	TSS	mg/L	14	50
2.	Minyak Lemak	mg/L	1,59	10
3.	BOD	mg/L	1154,8	30
4.	COD	mg/L	2054,8	50

Tabel 1 menunjukkan bahwa parameter TSS dan minyak lemak memiliki nilai di bawah baku mutu. Hal ini dapat disebabkan karena daya beli atau pengunjung berkurang selama adanya pandemi COVID-19 ini. Namun, untuk parameter BOD dan COD masih melebihi baku mutu. Nilai COD yang melebihi baku mutu ini diduga berasal dari penggunaan detergen pada kegiatan pencucian peralatan dapur.

Penentuan Alternatif Pengolahan

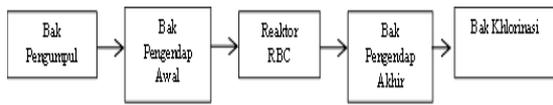
Alternatif jenis unit IPAL yang direncanakan pada SWK X ini adalah sebagai berikut:

• Alternatif 1 (Biofilter Anaerob-Aerob/BAA)



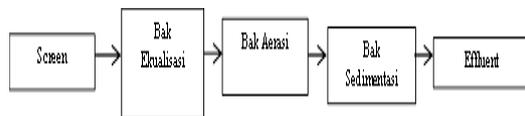
Gambar 4. Alternatif Biofilter Anaerob – Aerob

• Alternatif 2 (Rotating Biological Contactor/RBC)



Gambar 5. Alternatif RBC

• Alternatif 3 (Extended Aeration/EA)



Gambar 6. Alternatif Extended Aeration

Kriteria yang digunakan untuk penilaian kelebihan dan kekurangan 3 alternatif IPAL yang telah disajikan pada Gambar 4 s/d 5, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelebihan dan Kekurangan Alternatif

Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
Alternatif 1	<ul style="list-style-type: none"> - Pengolahannya mudah - Biaya investasi awal rendah - Lumpur yang dihasilkan sedikit - Tidak membutuhkan energi pengolahan - Kebutuhan lahan sedikit 	<ul style="list-style-type: none"> - Waktu tinggal 24 jam - Waktu start-up lebih lama
Alternatif 2	<ul style="list-style-type: none"> - Pengoperasian dan perawatan mudah - Kebutuhan energi rendah - Lumpur yang dihasilkan sedikit - Stabil terhadap fluktuasi beban 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensitif terhadap perubahan temperatur - Waktu kontaknya lama - Kebutuhan lahan besar - Biaya investasi besar
Alternatif 3	<ul style="list-style-type: none"> - Efisiensi pengolahan baik dengan kemampuan removal yang besar - Hasil effluent lebih baik - Dapat beradaptasi dengan kondisi influent air limbah yang melonjak tiba-tiba - Membutuhkan sedikit aerasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Memerlukan ketelitian agar beroperasi dengan baik - Terjadi bulking pada lumpur aktif - Terdapat buih - Jumlah lumpur yang dihasilkan besar - Biaya operasional besar - Membutuhkan waktu aerasi 24 – 36 jam

Sumber : Firmansyah & Razif (2016), Priyanka (2012), Adi et al, (2016)

Penentuan jenis unit IPAL pada SWK X dilakukan berdasarkan penilaian kelebihan dan kekurangan pada 3 alternatif pengolahan, sebagai berikut:

1. Kebutuhan dan Ketersediaan Lahan
Lahan yang dibutuhkan untuk konstruksi IPAL harus disesuaikan dengan ketersediaan lahan di lokasi perencanaan.
2. Investasi Awal
Investasi awal adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan unit IPAL, yang terdiri atas biaya konstruksi unit, yang termasuk biaya pembelian bahan material dan peralatan konstruksi.
3. Operasional dan Pemeliharaan
Tingkat keahlian dan jumlah operator yang melakukan operasional dan pemeliharaan unit IPAL perlu dipertimbangkan, karena mempengaruhi kinerja unit IPAL setelah beroperasi.
4. Kinerja Unit IPAL
Kinerja unit IPAL dapat ditentukan berdasarkan capaian persentase efisiensi penyisihan polutan dalam unit IPAL (Tabel 3) dan kemampuan dalam mengatasi fluktuasi bebas hidrolik dan beban organik.

Tabel 3. Efisiensi Pengolahan

BAA	RBC	EA
BOD = 80-90%	BOD = 75-90%	BOD = 60-80%
COD = 80-90%	COD = 80 - 85%	COD = 60-80%
TSS = 50-70%	TSS = 50-65%	TSS = 60-85%

Sumber : Sakinah & Purwanti (2018), Nasoetion et al., (2017), Kementerian Kesehatan RI (2011), Wulandari (2014)

Dilihat dari efisiensi pengolahan ketiga alternatif pengolahan limbah tersebut, jenis pengolahan biofilter anaerobik-aerobik memiliki efisiensi pengolahan paling tinggi dibandingkan jenis pengolahan RBC dan extended aeration.

Penentuan unit IPAL juga didasarkan atas penilaian terhadap 3 alternatif pengolahan yang ditinjau dari aspek kebutuhan dan ketersediaan lahan, investasi awal, operasional dan perawatan, serta kinerja unit IPAL. Range penilaian mulai dari 1 – 3 berdasarkan kelebihan masing-masing alternatif pengolahan dari yang terendah sampai tertinggi (Priyanka, 2012). Tabel 4 menunjukkan hasil penilaian terhadap 3 jenis alternatif pengolahan.

Tabel 4. Efisiensi Pengolahan

No.	Kriteria Penilaian	Nilai (%)	Penilaian		
			BAA	RBC	EA
1.	Kebutuhan dan Ketersediaan Lahan	20	3	3	1
2.	Investasi Awal	15	1	1	3
3.	Operasional dan Pemeliharaan	15	3	2	1
4.	Kinerja Unit IPAL	50	3	2	3
Total		100	10	8	8

Sumber : Priyanka (2012)

Berdasarkan penilaian kelebihan dan kekurangan tiap unit alternatif, maka alternatif pengolahan yang sesuai dengan kondisi SWK X yaitu pengolahan menggunakan biofilter anaerob-aerob. Hal ini dikarenakan jenis pengolahan dengan teknologi biofilter anaerob-aerob tidak membutuhkan lahan yang luas, tidak menggunakan energi dalam pengolahannya, serta pengoperasian dan perawatannya cenderung mudah untuk diterapkan di SWK X.

DED

Unit pengolahan yang direncanakan pada IPAL SWK X terdiri atas unit *grease trap*, bak ekualisasi, bak pengendap awal, bak anaerobik, bak aerobik, bak pengendap akhir. DED unit-unit pada IPAL tersebut adalah sebagai berikut:

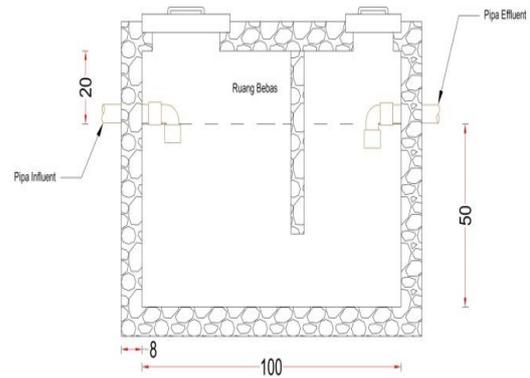
1. Bak Pemisah Lemak (*Grease Trap*)

Debit = 0,03 L/s
 = 2,6 m³/hari
 Waktu tinggal = 30 menit – 60 menit
 Volume bak yang diperlukan
 $V = 60 / (60 \times 24) \text{ hari} \times 2,6 \text{ m}^3/\text{hari}$
 = 0,108 m³

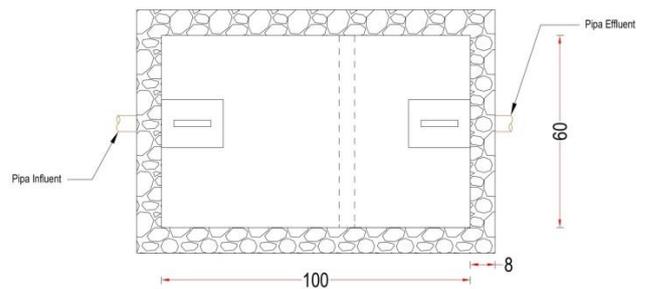
Dimensi bak direncanakan

Panjang = 1 m
 Lebar = 0,6 m
 Kedalaman = 0,5 m
 Freeboard = 0,2 m
 Konstruksi = Beton K-275

Hasil perencanaan *Grease Trap* disajikan pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. *Grease Trap* Tampak Samping



Gambar 8. *Grease Trap* Tampak Atas

2. Bak Ekualisasi

Debit = 0,03 L/s
 = 2,6 m³/hari
 Waktu tinggal = 6 – 10 jam
 Ditetapkan waktu tinggal = 9 jam
 $V = 9 / 24 \text{ hari} \times 2,6 \text{ m}^3/\text{hari}$
 = 0,97 m³ ~ 1 m³

Dimensi bak direncanakan

Panjang = 1 m
 Lebar = 1 m
 Kedalaman = 1 m
 Freeboard = 0,2 m
 Konstruksi = Beton K-275

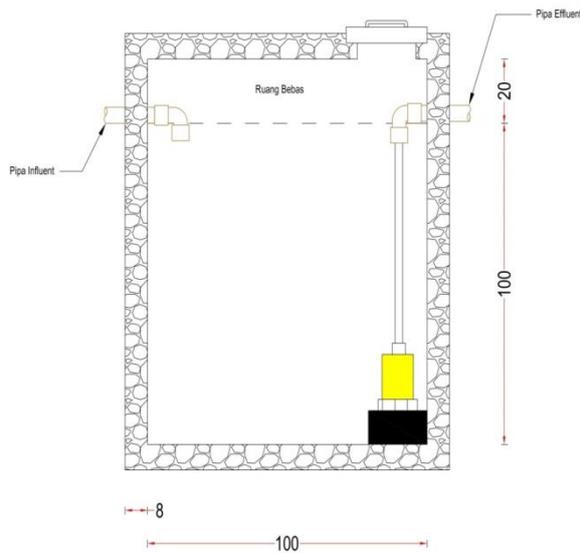
Cek waktu detensi

$$T_d = \frac{p \times l \times h}{Q \times 24 \text{ jam}}$$

$$= \frac{1 \times 1 \times 1}{2,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 24 \text{ jam}}$$

$$= 9 \text{ jam} \sim \text{memenuhi (6 - 10 jam)}$$

Pompa yang digunakan adalah jenis pompa celup submersible pump. Hasil perencanaan bak ekualisasi disajikan pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Bak Ekualisasi Tampak Samping

$$= 1,56 \text{ m}$$

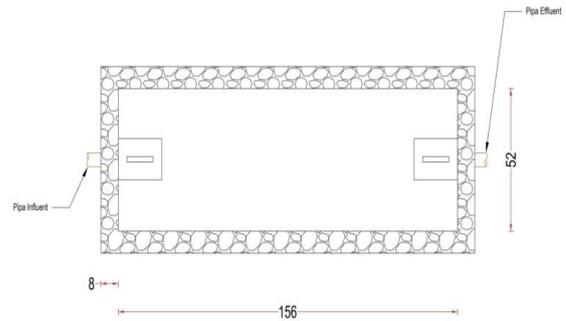
Check waktu detensi

$$T_d = V/Q$$

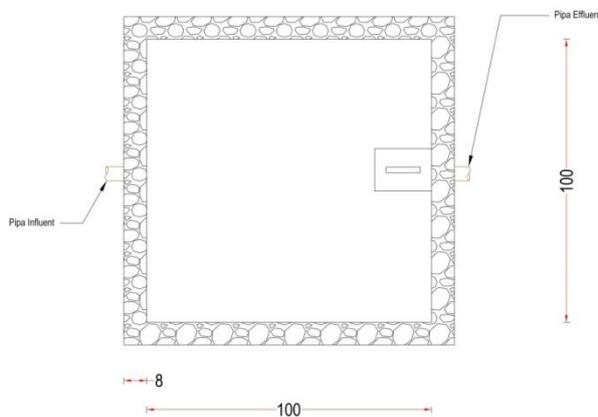
$$T_d = (0,54 \text{ m}^3)/(0,108 \text{ m}^3/\text{jam})$$

$$= 5 \text{ jam} \sim \text{memenuhi (5 jam)}$$

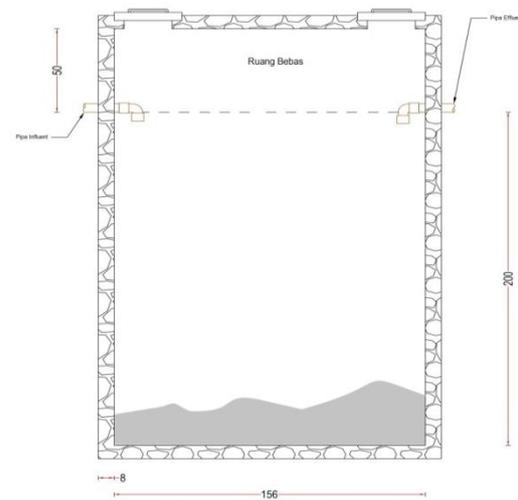
Perencanaan bak pengendap awal disajikan pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Bak Pengendap Awal Tampak Atas



Gambar 10. Bak Ekualisasi Tampak Atas



Gambar 12. Bak Pengendap Awal Tampak Samping

3. Bak Pengendap Awal

Debit = 0,03 L/s
 = 0,00003 m³/detik
 Waktu tinggal rata-rata = 3 - 5 jam
 Waktu tinggal = 5 jam
 = 18000 detik

Volume Bak

$$V = Q \times t$$

$$= 0,00003 \text{ m}^3/\text{detik} \times 18000 \text{ detik}$$

$$= 0,54 \text{ m}^3$$

Luas Permukaan

h = 2 m
 Freeboard = 0,5 m
 A = V/h
 A = (0,54 m³)/2
 = 0,27 m²

Dimensi Bak

Rasio P : L = 3 : 1
 A = p x l
 0,27 m² = L²
 L = 0,52 m
 P = 3 x L
 = 3 x 0,52 m

4. Bak Anaerobik

Debit = 0,03 L/s
 = 2,6 m³/hari
 Waktu tinggal rata-rata = 5 - 8 jam
 Beban BOD 0,5 - 4 kg BOD/m³. Hari
 Beban BOD dan COD
 BOD = Q x kadar BOD
 = 2,6 m³ /hari x 692,88 g/m³
 = 1801,48 g/hari
 = 1,80 kg/hari
 COD = Q x kadar COD
 = 2,6 m³ /hari x 1232,88 g/m³
 = 3205,48 g/hari
 = 3,205 kg/hari

Volume media yang diperlukan
 Standar beban BOD untuk pengolahan
 biofilter (1 kg BOD/m³. Hari)

$$\text{Volume} = \frac{\text{Beban BOD}}{\text{Standar beban BOD}}$$

$$= \frac{1,80 \text{ kg/hari}}{2 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}}$$

$$= 0,9 \text{ m}^3$$

Volume bak anaerobik

Volume media biofilter 60% dari total volume reaktor

$$\text{Volume} = 100/60 \times 0,9 \text{ m}^3$$

$$= 1,5 \text{ m}^3$$

Direncanakan memiliki 2 ruang pada 1 bak anaerobik:

$$\text{Volume bak} = 1,5 \text{ m}^3 : 2$$

$$= 0,75 \text{ m}^3$$

Waktu tinggal didalam reaktor anaerob

$$T = \frac{\text{Volume bak}}{Q \times 24 \text{ jam/hari}}$$

$$= \frac{0,75 \text{ m}^3}{2,6 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari}}$$

$$= 6,9 \text{ jam} \sim 7 \text{ jam/bak}$$

Dimensi bak anaerobik direncanakan

$$P = 4,5 \text{ m}$$

$$l = 3 \text{ m}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

Tinggi ruang bebas = 0,5 m

$$V = P \times L \times h$$

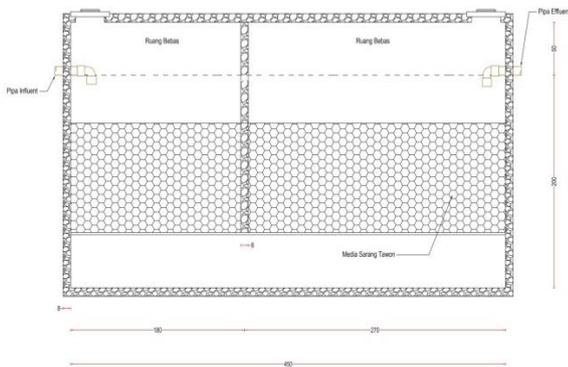
$$= 4,5 \times 3 \times 2$$

$$= 27 \text{ m}^3$$

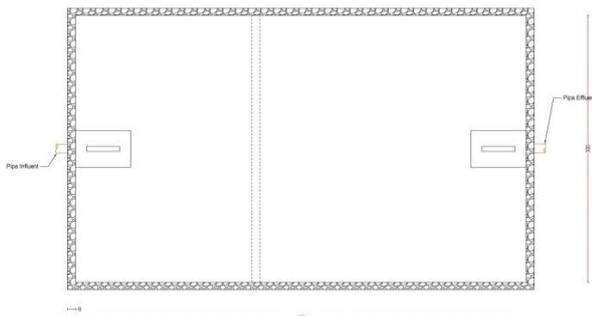
Jumlah ruang = Dibagi 2 ruangan

Konstruksi = Beton K-275

Bak Anaerobik yang direncanakan, disajikan pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Bak Anaerobik Tampak Samping



Gambar 14. Bak Anaerobik Tampak Atas

5. Bak Aerobik

$$\text{Debit} = 0,03 \text{ L/s}$$

$$= 2,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Waktu tinggal rata-rata} = 5 - 8 \text{ jam}$$

$$\text{Beban BOD} 0,5 - 4 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Beban BOD dan COD

$$\text{BOD} = Q \times \text{kadar BOD}$$

$$= 2,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 103,93 \text{ g/m}^3$$

$$= 270,21 \text{ g/hari} \sim 0,27 \text{ kg/hari}$$

$$\text{COD} = Q \times \text{kadar COD}$$

$$= 2,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 184,93 \text{ g/m}^3$$

$$= 480,81 \text{ g/hari}$$

$$= 0,48 \text{ kg/hari}$$

Volume media yang diperlukan

Standar beban BOD untuk pengolahan biofilter (1 kg BOD/m³. Hari)

$$\text{Volume} = \frac{\text{Beban BOD}}{\text{Standar beban BOD}}$$

$$= \frac{0,27 \text{ kg/hari}}{1 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}}$$

$$= 0,27 \text{ m}^3$$

Volume reaktor yang diperlukan

Volume media biofilter aerobik 40% dari total volume reaktor

$$\text{Volume} = 100/(40) \times 0,27 \text{ m}^3$$

$$= 0,68 \text{ m}^3$$

Waktu tinggal pada bak aerobik

$$t_d = \frac{\text{Volume reaktor}}{Q \times 24 \text{ jam/hari}}$$

$$= \frac{0,68 \text{ m}^3}{2,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 24 \text{ jam/hari}}$$

$$= 6,27 \text{ jam} \sim 6 \text{ jam}$$

Dimensi bak aerobik

Direncanakan 2 ruang

Ruang aerasi

$$\text{Panjang} = 1,3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,86 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 1,3 \times 1,86 \times 2 = 4,84 \text{ m}^3$$

Ruang media biofilter

$$\text{Panjang} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,86 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 2 \times 1,86 \times 2$$

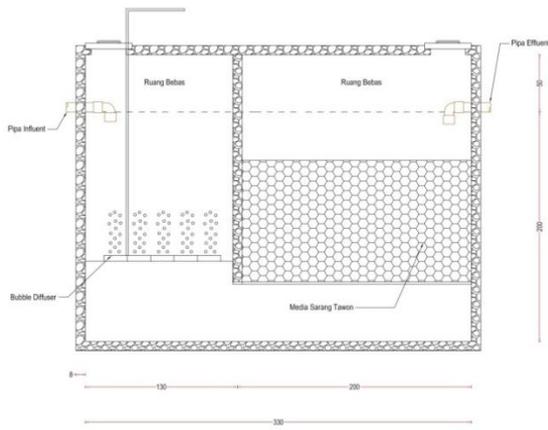
$$= 7,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = \text{Vol. aerasi} + \text{Vol. media}$$

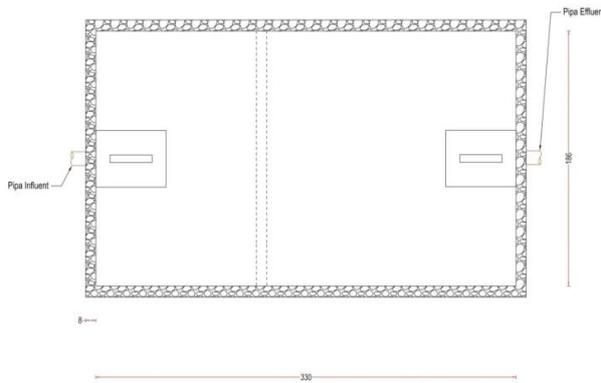
$$= 4,84 + 7,44$$

$$= 12,28 \text{ m}^3$$

Bak Aerobik yang direncanakan disajikan pada Gambar 15 dan 16.



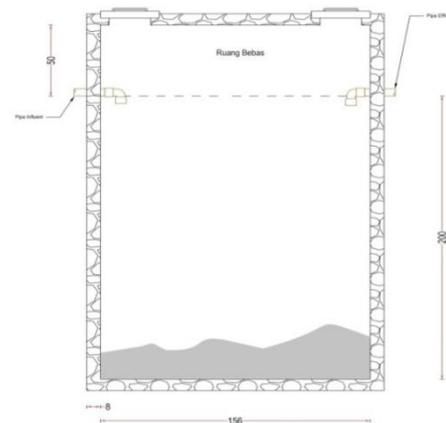
Gambar 15. Bak Anaerobik Tampak Samping



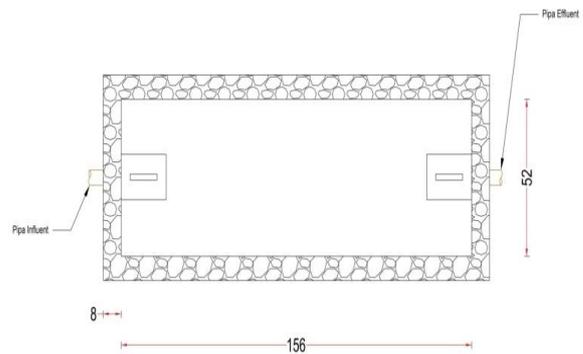
Gambar 16. Bak Anaerobik Tampak Atas

= 5 jam ~ memenuhi (5 jam)

Bak Pengendap akhir yang direncanakan, disajikan pada Gambar 17 dan 18.



Gambar 17. Bak Pengendap Akhir Tampak Samping



Gambar 18. Bak Pengendap Akhir Tampak Atas

6. Bak Pengendap Akhir

Debit = 0,03 L/s
 = 0,00003 m³/detik
 Waktu tinggal rata-rata = 3 - 5 jam
 Waktu tinggal = 5 jam
 = 18000 detik

Volume Bak

$$V = Q \times t$$

$$= 0,00003 \text{ m}^3/\text{detik} \times 18000 \text{ detik}$$

$$= 0,54 \text{ m}^3$$

Luas Permukaan

h = 2 m
 Freeboard = 0,5 m
 $A = V/h$
 $A = (0,54 \text{ m}^3)/2$
 $= 0,27 \text{ m}^2$

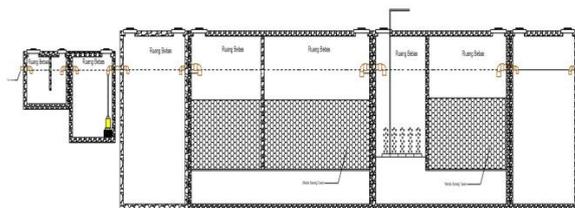
Dimensi Bak

Rasio P : L = 3 : 1
 $A = p \times l$
 $0,27 \text{ m}^2 = L^2$
 $L = 0,52 \text{ m}$
 $P = 3 \times L$
 $= 3 \times 0,52 \text{ m}$
 $= 1,56 \text{ m}$

Check waktu detensi

$T_d = V/Q$
 $T_d = (0,54 \text{ m}^3)/(0,108 \text{ m}^3/\text{jam})$

Kebutuhan lahan untuk konstruksi IPAL di SWK X adalah 23,5 m². Adapun *layout* IPAL di SWK X dapat dilihat dalam Gambar 19 berikut.



Gambar 19. Bangunan Unit IPAL SWK

Profil hidrolis dalam perencanaan ini diperhitungkan berdasarkan elevasi muka air yang direncanakan dalam unit IPAL dan kondisi eksisting elevasi tanah pada rencana lokasi IPAL. Hasil perhitungan profil hidrolis tiap unit IPAL disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Profil Hidrolis

Unit Bangunan	Jenis Headloss	Headloss (m)	Muka Air (m)
Grease Trap			3,80
	Headloss Jatuhan	0,00001	3,80
	Headloss Belokan	0,000016	3,80
	Headloss Kecepatan	0,00002	3,80
Bak Ekualisasi	Headloss Kecepatan	0,000012	3,80
Bak Pengendap Awal	Headloss Kecepatan	0,000025	3,80
Bak Anaerobik	Headloss Jatuhan	0,0000055	3,80
	Headloss Media Filter	0,0035	3,80
	Headloss Kecepatan	0,00002	3,80
	Headloss Belokan	0,0000022	3,80
Bak Aerobik	Headloss Jatuhan	0,0000083	3,80
	Headloss Kecepatan	0,000019	3,80
	Headloss Media Filter	0,0035	3,79
	Headloss Belokan	0,0000033	3,79
Bak Pengendap Akhir	Headloss Kecepatan	0,000025	3,79
Outlet			3,79

Estimasi RAB

Rekapitulasi estimasi untuk RAB konstruksi unit IPAL di SWK X ditunjukkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi RAB Konstruksi IPAL di SWK X

No.	Uraian	Biaya Per unit	Jumlah Unit	Total
1.	Grease Trap	Rp. 13.757.164	1	Rp. 13.757.164
2.	Bak Ekualisasi	Rp. 5.883.686	1	Rp. 5.883.686
3.	Bak Pengendap Awal	Rp. 32.238.111	1	Rp. 32.238.111
4.	Bak Anaerobik	Rp. 93.432.584	1	Rp. 93.432.584
5.	Bak Aerobik	Rp. 64.271.016	1	Rp. 64.271.016
6.	Bak Pengendap Akhir	Rp.32.238.111	1	Rp.32.238.111
Total RAB IPAL SWK X				Rp. 241.820.673
Pajak			15%	Rp. 36.273.101
Total				Rp. 278.093.774

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik limbah cair domestik di SWK X di Kecamatan Tambak Sari, Kota Surabaya adalah TSS 14 mg/L, minyak lemak 1,59 mg/L, BOD 1154,8 mg/L, dan COD 2054,8 mg/L. Parameter TSS dan minyak lemak masih memenuhi standar baku sesuai dengan Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013. Namun BOD dan COD masih di atas standar baku mutu. IPAL di SWK X direncanakan menggunakan teknologi biofilter anaerob-aerob dengan luas lahan yang dibutuhkan yaitu 23,5 m². Unit IPAL yang direncanakan dengan biofilter anaerob - aerob mampu menurunkan nilai BOD dan COD hingga mencapai konsentrasi masing-masing sebesar 0,28 mg/L dan 0,5 mg/L. Nilai ini telah memenuhi standar baku dalam Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013. Adapun estimasi RAB konstruksi IPAL di SWK X adalah sebesar Rp. 278.093.774.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adi, H. P., Razif, M., & Moesriati, A. (2016). Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 2–6. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.16937>
- Andiese, V. W. (2011). Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Metode Kolam Oksidasi. *Jurnal Universitas Tadulako*, 1(2), 103–110. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/JTSI/article/view/691/595>
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya. (2019). *PETUNJUK TEKNIK PENGELOLAAN LIMBAH CAIR KEGIATAN RESTORAN/RUMAH MAKAN TAHUN 2019 PEMERINTAH KOTA SURABAYA DINAS LINGKUNGAN HIDUP. 031*.
- Firmansyah, Y. R., & Razif, M. (2016). Perbandingan Desain Ipal Anaerobic Biofilter Dengan Rotating Biological Contactor Untuk Limbah Cair Tekstil Di Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 166–171. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17862>
- Kementerian Kesehatan RI. (2011). Instalasi Pengolahan Air Limbah. *Kementerian Kesehatan RI*, 24(2), 1–9. http://dx.doi.org/10.1016/j.asw.2013.04.001%5Cnhttp://journals.cambridge.org/abstract_S0140525X00005756%5CnLib

- scanned%5Cnhttp://www.br-
ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/
1293%5Cnhttp://www-
psych.nmsu.edu/~pfoltz/reprints/Edme
dia99.html%5Cnhttp://urd.
- Khusna Mufida, D., Sholichin, M., & Cahyani, C. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan Menggunakan Kombinasi Sistem Anaerobik-aerobik pada Pabrik Tahu "Duta" Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 1(1), 1-12. <http://pengairan.ub.ac.id/wp-content/uploads/2014/02/Perencanaan-Instalasi-Pengolahan-Air-Limbah-IPAL-dengan-Menggunakan-Kombinasi-Sistem-Anaerobik-Aerobik-pada-Pabrik-Tahu-DUTA-Malang-Diana-Khusna-Mufida-115060400111068.pdf>
- Kurniawan, E. P. (2014). (2014). Dampak Penataan Pedagang Kaki Lima (PKL) Ke Dalam Sentra Wisata Kuliner Di Kota Surabaya Putra ☒. *Jurnal Universitas Airlangga*, 9.
- Mardianto, W. (2014). Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Sistem Kombinasi Abr Dan Wetland Dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1), 1-10. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v2i1.6746>
- Nasoetion, Saputra, D. A. W., Saputra, M., & Ergantara, R. I. (2017). Evaluasi dan Redesign Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RS. Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung. *Jurnal Universitas Malahayati*, 1(03), 75-86.
- Pemerintah Kota Surabaya. (2018). Laporan Kinerja Instansi Pemerintah. *Dinas Perumahan Rakyat Dan Kawasan Permukiman, Cipta Karya Dan Tata Ruang*, 53(9), 1689-1699.
- Priyanka, A. (2012). Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah Pertamina Maritime Training Center (Studi Perbandingan Dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah Gedung Pertamina Learning Center). *Jurnal Universitas Indonesia*, 1-105.
- Purnawan, Warisaura, A. D., & Setyaningrum, A. (2018). PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN DENGAN SISTEM KOMBINASI PRESIPITASI-AEROBIC BIOFILTER. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 11(1), 47-53.
- Radityaningrum dan Kusuma. (2017). PERBANDINGAN KINERJA MEDIA BIOFILTER ANAEROBIC BIOFILTER DALAM PENURUNAN TSS , BOD , COD PADA GREY WATER. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 25-34.
- Sakinah, D. S., & Purwanti, I. F. (2018). Perencanaan IPAL Pengolahan Limbah Cair Industri Pangan Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 1-6. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.29178>
- Sein, L. O. (2011). *Removal of Total Suspended Solids and Oil Grease Using Flotation Unit. May.*
- SNI 6989.59:2008. (n.d.). Air dan air limbah – Bagian 57: Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan. *Sni 6989.59:2008*, 59, 19. http://ciptakarya.pu.go.id/plp/upload/peraturan/SNI_6989-59-2008_Metoda-Pengambilan-Contoh-Air-Limbah.pdf
- Wulandari, P. R. (2014). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju - Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 499-509. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtisl/article/download/1336/pdf>
- Zaharah, T. A., Nurlina, N., & Moelyani, R. R. (2018). Reduksi minyak, lemak, dan bahan organik limbah rumah makan menggunakan grease trap termodifikasi karbon aktif. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 1(3), 25-33. <https://doi.org/10.36813/jplb.1.3.25-33>
- Zahra, L. Z., & Purwanti, I. F. (2015). Pengolahan Limbah Rumah Makan dengan Proses Biofilter Aerobik. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), D35-D39. <http://www.ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/8882>