

Perencanaan Sistem Jaringan Air Limbah di Fakultas Teknik Universitas Lampung

**Imannurichsan Essra¹⁾
Geleng Perangin Angin²⁾
Ofik Taufik Purwadi³⁾**

Abstract

The Faculty of Engineering is one of the best faculties at the University of Lampung, and is a research center in the field of technology. With the increase in the community, there will also be an increase in the volume of domestic wastewater produced, which has the potential to cause environmental pollution.

Disposing of wastewater without going through the process of treatment in advance will be the cause of environmental pollution. Therefore the planning of the wastewater network system at the Faculty of Engineering, University of Lampung needs to receive important attention in order to avoid a decline in the quality of raw water due to environmental pollution. This study aims to determine the amount of domestic liquid waste water discharge generated from the campus of the Faculty of Engineering of the university of Lampung and design the domestic wastewater network system in accordance with the provisions.

Based on the research that has been done, the domestic wastewater capacity obtained at the Faculty of Engineering, University of Lampung is 12600 liters / day or 0.1447 liters / second, and the peak discharge is 0.2170 liters / second and a processing tub design with a length of 6 meters is obtained, 1 meter wide using a centralized treatment system with aerobic-anaerobic method. Wastewater carriers are designed with 6 inch / 150 millimeter diameter pipes using Polyvinil Chloride (PVC) material.

Keywords: Domestic Wastewater, Aerob-anaerob, treatment tanks.

Abstrak

Fakultas Teknik adalah salah satu fakultas terbaik di Universitas Lampung, dan menjadi pusat penelitian di bidang teknologi. dengan bertambahnya civitas maka akan bertambah juga volume air limbah cair domestik yang di dihasilkan, sehingga berpotensi terjadinya pencemaran lingkungan.

Pembuangan air limbah tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu akan menjadi sebab terjadinya pencemaran lingkungan. Oleh karena itu perencanaan sistem jaringan air limbah di Fakultas Teknik Universitas Lampung perlu mendapat perhatian yang penting guna menghindari penurunan kualitas air baku akibat pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah debit air limbah cair domestik yang dihasilkan di Fakultas Teknik Universitas Lampung dan mendesain sistem jaringan air limbah cair domestik sesuai dengan ketentuan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kapasitas air limbah domestik di Fakultas Teknik Universitas Lampung sebesar 12600 liter/hari atau 0,1447 liter/detik, dan debit puncak 0,2170 liter/detik, ukuran desain bak pengolahan air limbah adalah panjang 6 meter, lebar 1 meter. sistem pengolahan air limbah menggunakan sistem terpusat dengan metode aerob-anaerob. Saluran pembawa air limbah di desain dengan pipa diameter 6 inci / 150 milimeter menggunakan bahan *Polyvinil Chloride (PVC)*

Kata kunci: Air Limbah domestik, Aerob-anaerob, Bak pengolahan.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel:icanessra@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Universitas Lampung sebagai Lembaga Pendidikan dan Penelitian di kota Bandar Lampung menghasilkan berbagai macam limbah cair pada setiap unit kegiatannya. sehingga menyebabkan banyaknya volume air limbah yang dihasilkan setiap harinya. Kurangnya fasilitas pengolahan air limbah di Fakultas Teknik Universitas Lampung membuat pencemaran air limbah rawan terjadi. Oleh karena itu perencanaan sistem jaringan air limbah di Fakultas Teknik Universitas Lampung perlu mendapat perhatian yang penting guna menghindari penurunan kualitas air baku akibat pencemaran lingkungan. Pada penelitian kali ini masalah yang muncul adalah kurangnya fasilitas Pengelolaan Air Limbah di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lampung, oleh karena itu dengan permasalahan tersebut perlu sebuah tindakan Salah satunya adalah merencanakan sistem jaringan pembuangan air limbah di Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Batasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada perhitungan debit air limbah cair domestik mencakup gedung perkuliahan, jumlah mahasiswa jumlah dosen, jumlah karyawan dan fasilitas umum di Fakultas Teknik Universitas Lampung, dan yang di hitung hanya air limbah cair domestik

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui total debit air limbah cair domestik yang dihasilkan di kampus Fakultas Teknik Universitas Lampung dan mendesain sistem jaringan air limbah cair domestik sesuai dengan ketentuan

2. TINJAUAN PUSTAKA

Air limbah merupakan air bekas pemakaian, baik pemakaian rumah tangga maupun pemakaian dalam proses dan operasi industri. Air pemakaian rumah tangga, tidak hanya dalam rumah tinggal, tetapi juga dalam kantor-kantor institusional, hotel, tempat hiburan, daerah komersial, bahkan dalam lingkungan industri pun ada pemakaian air untuk rumah tangga, yaitu dari fasilitas saniter; bak cuci (dapur, tangan), kamar mandi (bak air / bak rendam / pancuran), kamar kecil (WC, peturasan), dan lain sebagainya. (Hardjosuprpto,2000 : 1).

Dalam air limbah domestik, terdapat dua cara penanganan, yaitu sistem terpusat (*off site*) dan sistem ditempat (*on site*) (Dirjen Cipta Karya tahun 2015 tentang Tatacara Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah).

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), adalah sebuah struktur yang dirancang untuk mereduksi kandungan biologis dan kimiawi dari air limbah sehingga memungkinkan air tersebut untuk digunakan pada aktivitas yang lain. Beberapa bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) :

1. Bak pemisah lemak
2. Bak ekualisasi
3. Bak pengendapan awal
4. Bak biofilter Aerob-Anaerob
5. Bak pengendapan akhir

Sistem penyaluran air limbah berdasarkan asal airnya dibagi dalam tiga sistem yaitu sistem penyaluran terpisah (*separate system*), sistem penyaluran tercampur (*mixed system*) dan sistem kombinasi (*combined system*). (Soeparman, 2002).

Sistem penyaluran limbah dipengaruhi oleh letak dan topografi daerah yang dilayani. Menurut Soeparman (2002), berdasarkan sistem pengalirannya penyaluran air limbah dibagi menjadi 3, yaitu :

1. Sistem gravitasi
2. Sistem perpompaan
3. Sistem kombinasi

Langkah-langkah untuk memperkirakan debit air limbah adalah sebagai berikut (Hardjosuprpto, 2000 : 48-58). :

1. Debit satuan air limbah
$$Q_{ab} = F_{ab} \times q_{am} \quad (1)$$
2. Debit rata-rata air limbah (Q_r)
Debit rata-rata air limbah adalah debit air limbah yang berasal dari rumah tangga, bangunan umum, bangunan komersial, dan bangunan industri.
$$Q_r = P \times Q_{ab} \quad (2)$$
3. Debit harian maksimum (Q_{md})
Debit harian maksimum adalah debit harian air limbah pada keadaan pemakaian air maksimum.
$$Q_{md} = f_{md} \times Q_r \quad (3)$$
4. Debit Minimum (Q_{min})
$$Q_{min} = F_{min} \times Q_r \quad (4)$$
5. Debit Puncak (Q_{peak})
Debit puncak adalah debit air limbah yang dipergunakan dalam menghitung dimensi saluran.
$$Q_p = (F_p \times Q_r) \quad (5)$$

3. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini di laksanakan di Fakultas Teknik Universitas Lampung, jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro, Bandar Lampung.

B. Sumber Data

Untuk mendapatkan data tersebut, peneliti membagi dua katagori sumber data yang digunakan, yaitu :

1. Data Primer yang digunakan adalah perilaku penggunaan air bersih dan sumber air limbah cair
2. Data sekunder yang digunakan adalah jumlah bangunan yang dilayani, jumlah civitas akademika data topografi di Fakultas Teknik Universitas Lampung, dan master plan Universitas Lampung.

C. Langkah Pengerjaan

Adapun langkah pengerjaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahap sebagai bertikut:

1. Pengumpulan data
2. Penentuan jalur pelayanan
3. Analisis data
4. Perencanaan

Desain pengolahan air limbah berupa jaringan perpipaan, serta unit pengolahan air limbah, adapun yang akan di rencanakan ialah :

- Kapasitas pengolahan air limbah domestik.
- Desain bak pengolahan air limbah domestik.
- Desain ukuran saluran pembawa air limbah domestik
- Sistem pengolahan air limbah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Jumlah Air Limbah

Air limbah yang dihasilkan berhubungan dengan air bersih yang digunakan, persentase air limbah yang di gunakan ialah 60-80% dari jumlah total pemakaian air bersih (Soeparman, 2002). Persentase 80% biasanya digunakan untuk menghitung air limbah rumah tangga yang dihuni, sedangkan Fakultas Teknik adalah kantor/instansi yang tak di huni, jadi di gunakan persentase terkecil yaitu 60%, sedangkan standar kebutuhan air bersih untuk kantor / instansi adalah 10 liter/hari (Dirjen Cipta Karya, PU, 1998). Kapasitas air limbah = jumlah jiwa x (debit satuan air bersih x faktor air limbah) . Jumlah jiwa = mahasiswa + dosen + pegawai = 1523 + 89 + 332 = 1944. Kapasitas air limbah = 1944 x (10 liter x 60%) = 11664 liter/hari. Fakultas Teknik memiliki 4 kantin aktif pemakaian air bersih rumah makan / kantin 100 liter/hari, dan pemakaian air bersih untuk masjid 5 liter/orang/hari, aktifitas di masjid Teknik Universitas Lampung banyak di waktu dzuhur dan ashar dan rata-rata jumlah jama'ah nya 100 orang. Kantin = 4 × 100 liter × 60 % = 240 liter/hari. Masjid = 2 × (100 × 5 liter × 60%) = 600 liter/hari. Total kapasitas = 11664 + 240 + 600 = 12504 liter/hari ≈ 12600 liter/hari.

B. Perencanaan Pengolahan Air Limbah

Volume air limbah yang dihasilkan oleh Fakultas Teknik Universitas Lampung adalah sebesar 12,6 m³/hari. Dengan jumlah limbah sebanyak itu dan belum adanya instalasi pengolah limbah sendiri, dikhawatirkan pada tahun – tahun mendatang wilayah ini akan mengalami penurunan kualitas air baku. Oleh karena itu, dipilihlah sistem pengolahan terpusat (*off site system*) dengan membangun suatu instalasi pengolah air limbah sendiri berupa biofilter aerob – anaerob.

C. Perhitungan Desain Bak Pengolahan Air Limbah Biofilter

1. Bak pemisah lemak

kapasitas pengolahan = 12,6 m³

retention time = ± 60 menit

volume bak yang di perlukan :

$$V = \frac{60}{60 \times 24} \text{ hari} \times 12,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$V = 0,525 \text{ m}^3$$

2. Bak ekualisasi

kapasitas pengolahan = 12,6 m³

retention time = ± 2 jam

volume bak yang di perlukan :

$$V = \frac{2}{24} \text{ hari} \times 12,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$V = 1,05 \text{ m}^3$$

3. Bak pengendapan awal

kapasitas pengolahan = 12,6 m³

retention time = ± 2 jam
BOD masuk = 150 mg/liter
efisiensi = 20%
BOD keluar = 120 mg/liter
volume bak yang di perlukan :

$$V = \frac{2}{24} \text{ hari} \times 12,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$
$$V = 1,05 \text{ m}^3$$

4. Bak biofilter anaerob

kapasitas pengolahan = 12,6 m³
retention time = ± 2 jam
BOD masuk = 120 mg/liter
efisiensi = 70%
BOD keluar = 36 mg/liter

Untuk pengolahan air dengan biofilter, standar beban BOD per volume media 0,4–4,7 kg BOD/m³/hari, (Nusa Idaman Said, BPPT, 2006). ditetapkan BOD yang digunakan adalah 2,05 kg BOD/m³/hari.

Beban BOD dalam air limbah :

$$\text{Beban BOD} = 12,6 \text{ m}^3 \times 120 \text{ g/m}^3 = 1512 \text{ g/m}^3 = 1,512 \text{ kg/m}^3$$

$$V \text{ media} = \frac{1,512 \text{ kg/m}^3}{2 \text{ kg}} = 0,756 \text{ m}^3$$

Volume media = 70% dari total Volume reaktor

Volume reaktor yang diperlukan :

$$V \text{ reaktor} = \frac{100}{70} \times 0,756 \text{ m}^3 = 1,08 \text{ m}^3$$

5. Bak biofilter aerob

kapasitas pengolahan = 12,6 m³
retention time = ± 1 jam
BOD masuk = 36 mg/liter
efisiensi = 60%
BOD keluar = 14,4 mg/liter

$$\text{Beban BOD} = 12,6 \text{ m}^3 \times 36 \text{ g/m}^3 = 453,6 \text{ g/m}^3 = 0,4536 \text{ kg/m}^3$$

Jumlah BOD yang dihilangkan :

$$\frac{60}{100} \times 0,4536 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} = 0,2721 \text{ kg/hari}$$

Beban BOD per volume media yang digunakan 1 kg/m³hari :

$$V \text{ media} = \frac{0,2721 \text{ kg/m}^3}{1 \text{ kg}} = 0,2721 \text{ m}^3$$

Volume media = 50% dari total Volume reaktor

Volume reaktor yang diperlukan :

$$V \text{ reaktor} = \frac{100}{50} \times 0,2721 \text{ m}^3 = 0,5443 \text{ m}^3$$

Biofilter aerob terdiri dari dua ruangan yaitu ruang aerasi dan ruang bed media.

6. Bak pengendapan akhir
 kapasitas pengolahan = 12,6 m³
 retention time = ± 2 jam
 BOD masuk = 20 mg/liter
 BOD keluar = 20 mg/liter
 volume bak yang diperlukan :

$$V = \frac{2}{24} \text{ hari} \times 12,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$V = 1,05 \text{ m}^3$$

Tabel 1. Rekap Dimensi Bak Pengolahan Air Limbah

No	Nama Bak	Dimensi Bak					
		Volume Yang Diperlukan (m ³)	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Free Board (m)	Volume Efektif (m ³)
1	Pemisah Lemak	0,525	1	0,6	1	0,15	0,6
2	Ekualisasi	1,05	1,1	1	1	0,2	1,1
3	Pengendapan Awal	1,05	1,1	1	1	0,25	1,1
4	Biofilter Anaerob	1,08	1,1	1	1	0,3	1,1
5	Biofilter Aerob	0,5443	-	-	1	0,3	0,6
	Ruang Aerasi	-	0,25	1	1	0,3	-
	Ruang Bed Media	-	0,35	1	1	0,3	-
6	Pengendapan Akhir		1,1	1	1	0,35	1,1
Total			6		-		

D. Penentuan Bahan dan Diameter Pipa

Jenis pipa yang akan digunakan adalah pipa PVC , pipa jenis ini memiliki beberapa keunggulan yaitu kuat, tidak mudah pecah, ringan, tahan lama, pemukaannya halus, serta tahan terhadap berbagai bahan kimia. Dimensi saluran air limbah dibuat berdasarkan pembagian jalur pengaliran air limbah , dalam perencanaan ini, kecepatan minimum di dalam pipa tidak boleh kurang dari 0,6 m/detik . hal ini di karenakan apabila kecepatan pengaliran kurang dari 0,6 m/detik dapat menyebabkan pengendapan sedimen. Kecepatan pengaliran juga tidak diperbolehkan lebih dari 2,5 m/detik karena dikhawatirkan akan terjadi penggerusan terhadap saluran. Berikut perhitungan dimensi saluran pipa primer :

1. Menghitung debit rata-rata air limbah (Qr)

$$Q_r = P \times (q_{am} \times F_{ab})$$

$$Q_r 1 = 1944 \times 10 \text{ liter} \times 60\% = 11664 \text{ liter/hari}$$

$$Q_r \text{ kantin} = 4 \times 100 \text{ liter} \times 60\% = 240 \text{ liter/hari}$$

$$Q_r \text{ masjid} = 2 \times (100 \times 5 \text{ liter} \times 60\%) = 600 \text{ liter/hari}$$

$$Q_r \text{ total} = Q_r 1 + Q_r \text{ kantin} + Q_r \text{ masjid} = 12504 \text{ liter/hari} = 0,1447 \text{ liter/ detik}$$

2. Menghitung debit harian maksimum (Q_{md})
 $Q_{md} = f_{md} \times Q_r$
 $Q_{md} = 1,1 \times 0,1447 = 0,1591 \text{ liter/detik}$
(f_{md} =faktor debit harian maksimum, f_{md} :1,1–1,25 (DPU,1989).
3. Menghitung debit puncak (Q_p)
 $Q_p = f_p \times Q_r$
 $Q_p = 1,5 \times 0,1447 = 0,2170 \text{ liter/detik}$
(f_p = faktor puncak, f_p : 1,2 – 2 , nilai yang di anjurkan untuk desain adalah 1,5 (Mara.1996).
4. Menghitung debit minimum (Q_{min})
 $Q_{min} = F_{min} \times Q_r$
 $Q_{min} = 0,4 \times 0,1447 = 0,0578 \text{ liter/detik}$
(F_{min} = faktor debit hari minimum = 0,3-0,5)
5. Menghitung debit rencana
 $Q_{desain} = Q_p$
 $Q_{desain} = 0,217 \text{ liter/detik} = 0.000217 \text{ m}^3/\text{detik}$
6. Menghitung diameter pipa
Elevasi tanah awal dari pipa primer adalah 111 meter dan elevasi tanah akhirnya adalah 108 meter. Panjang rencana pipa primer adalah 300 meter, sehingga slope medan dari saluran pipa primer adalah :

$$S = \frac{\Delta H}{\text{Panjang saluran}} = \frac{111 - 108}{300} = 0,01$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai *slope* medan 0,01.
Untuk menghitung dimensi pipa dapat di turunkan dari persamaan Manning berikut :

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

Sehingga diperoleh persamaan,

$$D = \left\{ \frac{Q_{desain}}{0,312 \sqrt{0,02}} \right\}^{\frac{3}{8}}$$

$$D = \left\{ \frac{0,000217}{0,312 \sqrt{0,02}} \right\}^{\frac{3}{8}} = 0,1367 \text{ m} = 136,7 \text{ mm}$$

Karena di pasaran tidak ada pipa ukuran 136,7 mm maka di pakai pipa PVC ukuran 6 inci = 150 mm.

Menghitung jari-jari hidrolis pipa 6 inci :

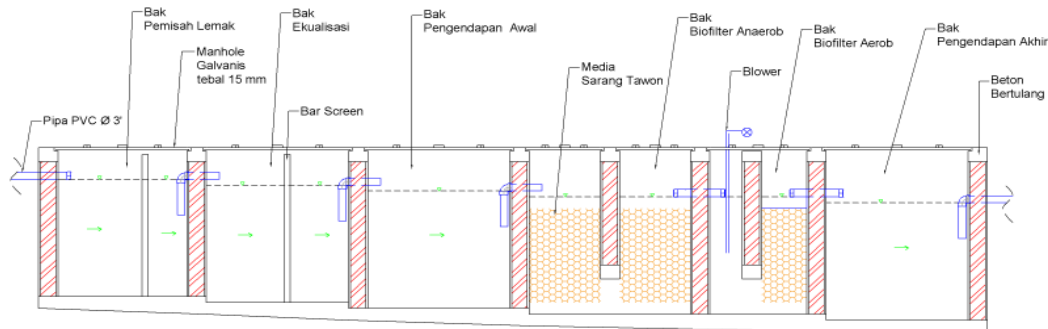
$$R = \frac{A}{P}$$
$$R = \frac{0,0126}{0,3987} = 0,031$$

Menghitung kecepatan aliran menggunakan persamaan manning :

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$v = \frac{1}{0,011} \times 0,031^{\frac{2}{3}} \times 0,01^{\frac{1}{2}}$$
$$v = 0,8971 \text{ m/detik}$$

Dari persamaan Manning diperoleh $v = 0,8971 \text{ m/detik}$, kecepatan tersebut tidak kurang dari $0,6 \text{ m/detik}$ sehingga tidak terjadi pengendapan dalam pipa, dan tidak lebih dari $2,5 \text{ m/detik}$.



Gambar 1. Prototipe Bak Pengolahan Air Limbah

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan di penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapasitas air limbah domestik di Fakultas Teknik Universitas Lampung sebesar 12600 liter/hari atau 0,1447 liter/detik, dan debit puncak 0,2170 liter/detik
2. Ukuran desain air limbah di Fakultas Teknik adalah Panjang 6 meter, lebar 1 meter dan tinggi 1,35 meter, terdiri dari bak pemisah lemak, bak ekualisasi, bak pengendapan awal, bak biofilter aerob-anaerob, bak pengendapan akhir, saluran pembawa air limbah di Fakultas Teknik Universitas Lampung di desain dengan pipa berdiameter 6 inci / 150 milimeter menggunakan bahan *Polyvinil Chloride (PVC)* dan dialirkan dengan sistem gravitasi. Sistem pengolahan air limbah yang di pakai adalah sistem terpusat (*Off Site System*) dengan metode aerob-anaerob.

DAFTAR PUSTAKA

- Assaduzzman, Abdul Wahid Amiri, June-ichiro Giorgos Tsutsumi, Ryo Nakamatsu, dan Mohammad. *Gravity Sewer Collection Design, Using GIS & SewerCAD*. Academic Star Publishing Company Vol.2 No.6, Juni 2016 (403-410) ISSN:2333-2581
- Cahyadi, W. 2008. *Bahan Tambahan Pangan* Jakarta: Bumi aksara
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. *Tata Cara Perencanaan Tangki Septik*. (1989)
- Hardjosuprpto Masduki. 2000. *Penyaluran Air Buangan (PAB) Volume II*. ITB. Bandung.
- Hervi Navis, Budi Utomo, Sudarto. 2017. *Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kawasan Kumuh Kecamatan Karanganyar*. Jurnal Teknik. Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Metcalf & Eddy, Inc. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, 3rd ed. McGraw-Hill Inc. New York.
- Peavy, Howard S et.al. 1985. *Environmental Engineering*. McGraw-Hill. Singapura.

- Qasim, Syed R. 1985. *Wastewater Treatment Plant (Planning, Design, and Operation)*. CBS College Publishing. Amerika Serikat.
- Said, Nusa Idaman, 2006. *Paket Tehnologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem Biofilter Anaerob-aerob*.
- Soeparman dan Suparmin (2002) *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta
- Suoth Alfrida E. Ernawita Nazir. 2016. *Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga Pada Salah Satu Perumahan Menengah Keatas Yang Berada Di Tangerang Selatan*. Jurnal Puslitbang dan Laboraturium Tangerang Selatan.