

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI PERUMNAS KELURAHAN PANIKI DUA KECAMATAN MAPANGET

Debi Damayanti

Eveline M. Wuisan, Alex Binilang

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: debi.damayanti@gmail.com

ABSTRAK

Perumnas Kelurahan Paniki Dua belum memiliki sistem jaringan air limbah dan Sistem Pengolahan Air Limbah (SPAL). Air limbah domestik di perumahan ini langsung dibuang ke saluran drainase, sungai, bahkan mengalir di pekarangan dan jalan. Kondisi ini sangat merusak estetika, gangguan terhadap kehidupan biotik, dan media penyebaran penyakit yang berakibat pada menurunnya tingkat kesehatan penduduk. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dibuat perencanaan sistem pengolahan air limbah domestik agar dapat mengatasi permasalahan lingkungan.

Perencanaan ini dilakukan melalui pengumpulan data primer dan sekunder. Dari peta topografi dan layout eksisting didapatkan arah-arah aliran sesuai dengan kontur. Selanjutnya, data jumlah rumah dan sektor lainnya digunakan untuk menghitung pemakaian air dan debit air limbah yang akan melewati setiap saluran untuk mendapatkan diameter saluran dan kemiringan. Perhitungan debit puncak dilakukan untuk menentukan dimensi bak pengolahan air limbah.

Dari hasil perencanaan didapatkan metode yang dipakai dalam SPAL ini adalah sistem terpusat (Off Site System) yang dialirkan secara gravitasi. Sistem ini melayani 5.684 orang atau 1046 bangunan.

Jenis saluran yang digunakan adalah saluran bulat lingkaran dengan berbagai variasi ukuran penampang yang mengalirkan air limbah sebesar 724.556,1 liter/hari. Proses pengolahan air limbah menggunakan proses Biofilter Anaerob-Aerob. Ukuran bak Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) 18 m x 5,4 m.

Kata kunci: Kelurahan Paniki Dua, air limbah domestik, dan SPAL

PENDAHULUAN

Latar belakang

Air limbah domestik merupakan air yang berasal dari kegiatan hunian, seperti rumah tinggal, hotel, sekolah, kampus, perkantoran, pertokoan, pasar dan fasilitas-fasilitas pelayanan umum.

Meningkatnya aktivitas perkotaan seiring dengan laju pertumbuhan ekonomi masyarakat dan tingginya laju pertumbuhan penduduk akan semakin terasa dampaknya terhadap lingkungan. Apabila jumlah air limbah yang dibuang berlebihan, melebihi dari kemampuan alam untuk menerimanya maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Lingkungan yang rusak akan menyebabkan menurunnya tingkat kesehatan manusia yang tinggal pada lingkungannya itu sendiri.

Kesadaran masyarakat mengenai kesehatan lingkungan sangat diperlukan karena masyarakat memiliki potensi terbesar dalam membuang air limbah ke lingkungannya sehingga perlu adanya

penanganan air limbah yang lebih seksama dan terpadu.

Warga di Perumnas Kelurahan Paniki Dua masih membuang air limbah rumah tangga di saluran drainase sehingga ada beberapa warga yang mengeluhkan terjadinya pencemaran air tanah pada sumur mereka. Terlebih pada daerah pasar tradisional di Paniki Dua. Kondisi ini dapat merusak lingkungan sungai yang berakibat pada menurunnya tingkat kesehatan penduduk.

Rumusan Masalah

Perumnas Paniki Dua masih membuang air limbah di drainase dan mengakibatkan pencemaran air tanah. Maka, dibuat perencanaan sistem jaringan air khusus air limbah dan dialiri ke sistem pengolahan air limbah.

Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada :

- Lokasi yang ditinjau adalah Perumnas Paniki Dua

- Sistem yang digunakan adalah Sistem Sanitasi Terpusat (*Off site sanitation*) dimana air limbah disalurkan keluar dari lokasi pekarangan masing-masing rumah ke saluran pengumpul air buangan dan selanjutnya disalurkan secara terpusat ke bangunan pengolahan air buangan sebelum dibuang ke badan perairan.
- Perencanaan layout jaringan pengolahan air limbah untuk domestik.
- Merencanakan bentuk struktur sistem pengolahan air limbah dan jaringan pendukung sistem pengolahan tersebut.
- Hanya melayani air buangan kamar mandi, dapur, dan cucian.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan sistem jaringan pengolahan air limbah yang digunakan di Perumnas Paniki Dua.

Manfaat Penelitian

- Mengurangi pencemaran lingkungan demi terjaganya kesehatan masyarakat.
- Melindungi ekosistem di sungai dari zat-zat kimia.
- Menumbuhkan rasa kepedulian masyarakat terhadap lingkungan.

LANDASAN TEORI

Air Limbah Domestik

Air limbah domestik adalah hasil buangan dari aktifitas pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan sarana sejenisnya. Air limbah rumah tangga dapat dibagi menjadi dua yakni air limbah toilet (*black water*) dan air limbah non-toilet (*grey water*). Air limbah toilet terdiri dari tinja, air kencing serta bilasan, sedangkan air limbah non-toilet yakni air limbah yang berasal dari air mandi, limbah cucian, air limbah dapur, wastafel, dan lainnya.

Air limbah domestik juga diartikan sebagai air buangan yang tidak dapat digunakan lagi. Jumlah air limbah yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya.

Sistem Penyaluran Air Limbah

Menurut Asal Air

1. Sistem Pengolahan Setempat

Sistem pengolahan setempat (*On-site system*) adalah sistem pembuangan air limbah dimana air limbah tidak dikumpulkan / disalurkan ke

dalam suatu jaringan saluran yang akan membawanya ke suatu tempat pengolahan air buangan atau badan air penerima, melainkan dibuang di tempat.

2. Sistem Pengolahan Terpusat

Sistem Pengolahan Terpusat (*Off site system*) merupakan sistem pembuangan air buangan rumah tangga (kamar mandi, cucian, kegiatan dapur) yang disalurkan keluar dari lokasi pekarangan masing-masing rumah ke saluran pengumpul air buangan dan selanjutnya disalurkan secara terpusat ke bangunan pengolahan air buangan sebelum dibuang ke badan perairan.

3. Sistem Penyaluran Terpisah

Sistem Penyaluran terpisah atau biasa disebut *separate system / full sewerage* adalah sistem dimana air buangan disalurkan tersendiri dalam jaringan riol tertutup, sedangkan limpasan air hujan disalurkan tersendiri dalam saluran drainase khusus untuk air yang tidak tercemar.

4. Sistem Penyaluran Konvensional

Sistem penyaluran konvensional (*conventional Sewer*) merupakan suatu jaringan perpipaan yang membawa air buangan ke suatu tempat berupa bangunan pengolahan atau tempat pembuangan akhir seperti badan air penerima. Sistem ini terdiri dari jaringan pipa persil, pipa lateral, dan pipa induk yang melayani penduduk untuk suatu daerah pelayanan yang cukup luas.

5. Sistem Riol Dangkal

Shallow sewerage disebut juga *Simplified sewerage* atau *Condominial Sewerage*. Perbedaannya dengan sistem konvensional adalah sistem ini mengangkut air buangan dalam skala kecil dan pipa dipasang dengan slope lebih landai. Perletakan saluran ini biasanya diterapkan pada blok-blok rumah.

6. Sistem Riol Ukuran Kecil

Saluran pada sistem riol ukuran kecil (*small bore sewer*) ini dirancang, hanya untuk menerima bagian-bagian cair dari air buangan kamar mandi, cuci, dapur dan limpahan air dari tangki septik, sehingga salurannya harus bebas zat padat.

7. Sistem Penyaluran Tercampur

Sistem penyaluran tercampur merupakan sistem pengumpulan air buangan yang tercampur dengan air limpasan hujan. Kelebihan sistem ini adalah hanya diperlukannya satu jaringan sistem penyaluran air buangan sehingga dalam

operasi dan pemeliharannya akan lebih ekonomis.

8. Sistem Kombinasi

Pada sistem penyalurannya secara kombinasi dikenal juga dengan istilah interceptor, dimana air buangan dan air hujan disalurkan bersama-sama sampai tempat tertentu baik melalui saluran terbuka atau tertutup, tetapi sebelum mencapai lokasi instalasi antara air buangan dan air hujan dipisahkan dengan bangunan regulator.

Menurut Sistem Pengaliran

1. Sistem Pengaliran Gravitasi

Sistem ini dipakai apabila badan air berada di bawah elevasi daerah penyerapan dan menggunakan potensial yang tinggi terhadap daerah pelayanan terjauh.

2. Sistem Pemompaan

Sistem ini digunakan apabila elevasi badan air di atas elevasi daerah pelayanan.

3. Sistem Kombinasi

Sistem ini digunakan apabila limbah cair dari daerah pelayanan dialirkan ke bangunan pengolahan menggunakan bantuan pompa dan reservoir.

Pengaliran Limbah Cair Melalui Perpipa

Sistem perpipa pada pengaliran air limbah berfungsi untuk membawa air limbah dari suatu tempat ketempat lain agar tidak terjadi pencemaran pada lingkungan sekitarnya. Prinsip pengaliran air limbah pada umumnya adalah gravitasi tanpa tekanan, sehingga pola aliran adalah seperti pola aliran pada saluran terbuka. Dengan demikian ada bagian dari penampang pipa yang kosong.

Debit Saluran dengan Penampang Lingkaran

Debit saluran merupakan perkalian dari kecepatan aliran dan luas penampang yang dialiri. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

Q = Debit yang mengalir di saluran (m³/detik)

V = Kecepatan aliran (m/detik)

A = Luas penampang saluran yang dialiri (m²)

Kemiringan aliran harus cukup agar menjamin berlangsungnya pembersihan sendiri (*self cleaning*) pada saluran, dapat dihitung menggunakan rumus *Manning* :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

V = Kecepatan aliran (m/detik)

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

n = Koefisien kekasaran saluran (koefisien *Manning*)

Koefisien *Manning* (n) untuk aliran melalui pipa dapat dilihat pada tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Koefisien *Manning* (n) Untuk Aliran Melalui Pipa

Tipe Pipa	Koefisien Manning (n)	
	Minimal	Maksimal
Pipa plastik halus (PVC)	0,002	0,012
Kaca, kuningan atau tembaga	0,009	0,013
Permukaan seng halus	0,01	0,013
Kayu	0,01	0,013
Besi Tuang	0,011	0,015
Beton <i>Precast</i>	0,011	0,015
Permukaan mortal semen	0,011	0,015
Pipa tanah dibakar	0,011	0,017
Besi	0,012	0,017
Batu dengan mortar semen	0,012	0,017
Baja dikeling	0,017	0,02
Permukaan batu dengan semen	0,02	0,024

Kemiringan Pipa dan Kecepatan Aliran Jaringan Pipa Air Limbah

Sistem pembuangan harus mampu mengalirkan dengan cepat air buangan yang biasanya mengandung bagian-bagian padat. Untuk maksud tersebut, pipa pembuangan harus mempunyai ukuran dan kemiringan yang cukup, sesuai dengan banyaknya dan jenis air buangan yang harus dialirkan.

Jaringan Pipa Air Limbah

Jaringan pipa air buangan terdiri dari :

1. Sambungan Rumah (SR)

Saluran yang terletak di dalam rumah dan langsung menerima air buangan kamar mandi, bak cucian (wastafel) dan dapur.

2. Saluran Tersier

Saluran yang menerima aliran dari sambungan rumah untuk dialirkan ke saluran sekunder, terletak di sepanjang jalan sekitar daerah pelayanan.

3. Saluran Sekunder

Saluran yang menerima air buangan dari saluran tersier dan akan menyalurkan ke saluran primer/induk. Pipa yang digunakan adalah pipa dari beton.

4. Saluran Primer/Induk

Saluran utama yang menerima aliran air buangan/air limbah dari saluran sekunder dan meneruskannya ke lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

5. Bak Kontrol

Bak berlubang lengkap dengan tutup di atasnya yang perlu ditempatkan pada belokan saluran atau pada saluran tertutup.

Bentuk dan Bahan Saluran

Bentuk Saluran

Dalam pemilihan bentuk saluran terdapat beberapa pertimbangan diantaranya:

- Segi konstruksi.
- Segi hidrolis pengaliran untuk menjamin pengaliran air limbah dan kecepatan aliran minimum harus terpenuhi.
- Ketersediaan tempat bagi penanaman saluran.
- Segi ekonomis dan teknis termasuk kemudahan memperoleh materialnya.

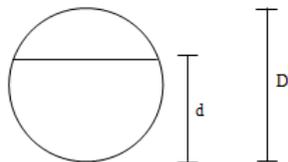
Bentuk saluran yang banyak digunakan dalam jaringan pengumpul air limbah adalah lingkaran bulat dan telur.

1. Bentuk Lingkaran

Saluran bentuk lingkaran digunakan pada kondisi debit aliran konstan dan aliran tertutup.

Kondisi umum pengaliran bulat lingkaran adalah:

V_{max} tercapai pada saat $d = 0,815 D$
 Q_{max} tercapai pada saat $d = 0,925 D$

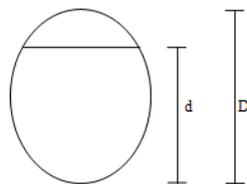


Gambar 1. Pipa Bulat Lingkaran

2. Bentuk Bulat Telur

Saluran bentuk bulat telur, digunakan pada kondisi debit aliran tidak konstan dengan aliran tertutup dimana kondisi:

V_{max} tercapai pada saat $d = 0,89 D$
 Q_{max} tercapai pada saat $d = 0,94 D$



Gambar 2. Pipa Bulat Telur

Dari segi hidrolis, bentuk bulat telur ini mempunyai kelebihan:

- Kedalaman aliran lebih terjamin.

- Dapat mengatasi fluktuasi aliran dengan baik.

Kekurangan bentuk saluran ini:

- Pemasangan pipa bulat telur lebih rumit dan lebih lama.
- Mempunyai resiko tidak kedap yang lebih tinggi setelah penyambungan.
- Sukar diperoleh.
- Harga pipa bulat telur lebih mahal.

Satuan panjang pipa bulat telur lebih pendek daripada pipa bulat lingkaran sehingga pemasangannya tidak efisien.

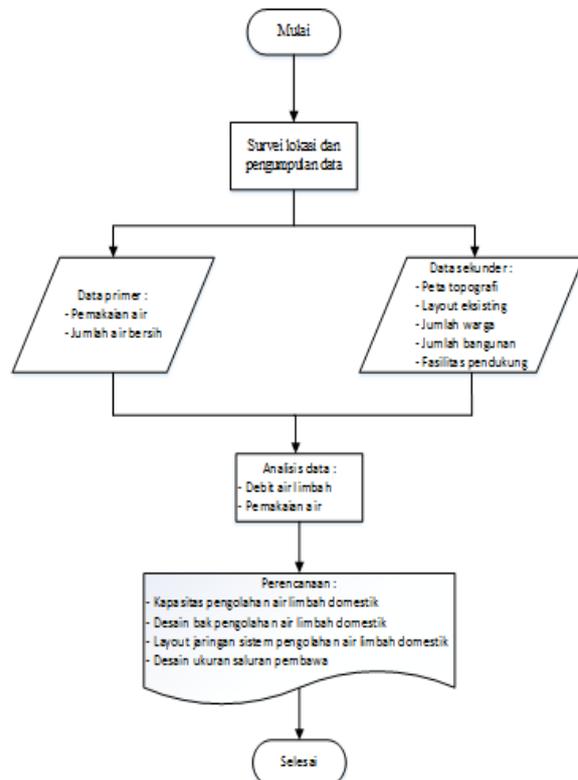
METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian bertempat di Perumnas Paniki Dua Kecamatan Mapanget Kota Manado Sulawesi Utara. Secara geografis terletak pada 1°30'40"LU dan 124°55'11"LS.

Perumnas Paniki Dua merupakan salah satu Perumahan di Kota Manado yang memiliki jumlah warga sebesar 5.684 jiwa terdiri dari 2.960 laki-laki dan 2.724 perempuan dengan jumlah 1.421 KK dan luas wilayah 110 ha.

Tahapan pelaksanaan penelitian diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Bagan alir perencanaan sistem jaringan pengolahan air limbah domestik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Teknis IPAL Domestik

Langkah awal yang dilakukan yaitu mengetahui kapasitas air limbah domestik yang dihasilkan oleh Perumnas Paniki Dua, sebagai acuan untuk menentukan dimensi bak pengolahan air limbah yang akan direncanakan. Air limbah yang dihasilkan berhubungan dengan air bersih yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari:

- Jumlah penduduk 5684 jiwa.
Limbah cair yang dihasilkan = 120 ltr/org/hari
Total limbah cair = 5684 jiwa x 120 ltr/org/hari = 682080 ltr/hari
- Jumlah kios di Pasar Paniki Dua 216 kios.
Limbah cair yang dihasilkan = 36 ltr/kios/hari
Total limbah cair = 216 kios x 36 ltr/kios/hari = 7776 ltr/hari
- Jumlah pasien pengunjung puskesmas rata-rata perhari 3 orang pengunjung.
Limbah cair yang dihasilkan = 2,7 ltr/pengunjung/hari
Total limbah cair = 3 pengunjung x 2,7 ltr/pengunjung/hari = 8,1 ltr/hari
- Jumlah siswa di SD Inpres 01 Paniki dua 385 siswa dan SD Inpres 03 Paniki Dua 397 siswa. Jumlah siswa = 782 siswa
Limbah cair yang dihasilkan = 32 ltr/siswa/hari
Total limbah cair = 782 siswa x 32 ltr/siswa/hari = 25024 liter/hari
- Jumlah pelanggan disetiap restoran/rumah makan dihitung dalam tiap kursi. Jumlah kursi di beberapa restoran/rumah makan sebanyak 183 kursi.
Limbah cair yang dihasilkan = 13,5 ltr/kursi/hari
Total limbah cair = 183 kursi x 13,5 ltr/kursi/hari = 2470,5 ltr/hari
- Jumlah pegawai di beberapa rumah toko/kantor 42 pegawai.
Limbah cair yang dihasilkan = 80 ltr/pegawai/hari
Total limbah cair = 42 pegawai x 80 ltr/pegawai/hari = 1760 ltr/hari
- Jumlah rata-rata jemaah yang shalat subuh di Masjid Al-Muhajirin Paniki Dua sebanyak 30 jemaah.
Limbah cair yang dihasilkan = 5 ltr/jemaah/hari

Total limbah cair = 30 jemaah x 5 ltr/jemaah/hari = 150 ltr/hari

- Jumlah rata-rata jemaah yang shalat maghrib di Masjid Al-Muhajirin Paniki Dua sebanyak 50 jemaah.
Limbah cair yang dihasilkan = 5 ltr/jemaah/hari
Total limbah cair = 50 jemaah x 5 ltr/jemaah/hari = 250 ltr/hari
- Jumlah rata-rata jemaah yang shalat jumat di Masjid Al-Muhajirin Paniki Dua sebanyak 400 jemaah.
Limbah cair yang dihasilkan = 5 ltr/jemaah/hari
Total limbah cair = 400 jemaah x 5 ltr/jemaah/hari = 2000 ltr/hari
- Jumlah luas lantai toserba Paniki Jaya dan Kencana 675 m².
Limbah cair yang dihasilkan = 4,5 ltr/m² luas lantai/hari
Total limbah cair = 675 m² x 4,5 ltr/m² luas lantai/hari = 3037,5 ltr/hari

Untuk menentukan dimensi bak pengolahan air limbah harus diketahui terlebih dahulu jam puncak penggunaan air bersih, dengan jam puncak penggunaan air bersih tersebut akan diketahui debit maksimum yang akan dihasilkan. Maka, penulis melakukan survey dengan mengisi lembar kuisioner untuk mengetahui kegiatan pemakaian air bersih. Setelah itu, data dianalisis dengan banyaknya air buangan.

Dari hasil kuisioner (Tabel 1), setiap jumlah hasil kegiatan akan dikalikan dengan bobot masing-masing kegiatan. Bobot dari masing-masing kegiatan tersebut diperlihatkan pada Tabel 2.

Berdasarkan tabel 2, diambil kesimpulan jam puncak penggunaan air terjadi pada pukul 06.00-07.00 dengan durasi 1 jam dan persentase sebesar 12,432%.

Sehingga debit air yang dihasilkan pada jam puncak penggunaan air adalah:

Persentase jam puncak = 2,432%

Total limbah cair = 724.556,1 liter/hari

Jumlah limbah cair pada jam puncak

= Persentase jam puncak x Total limbah cair

= 12,337% x 724.556,1 ltr/hari

= 90.076,8 liter/hari

Tabel 1. Rekapitulasi Kuisioner Perilaku Penggunaan Air Bersih

Waktu	Mandi	Cuci	Masak	Kegiatan Masak Pabrik Tahu	Kegiatan Cuci Pabrik Tahu	Makan	Wudhu
00.00-01.00							
01.00-02.00							
02.00-03.00							
03.00-04.00				1			
04.00-05.00	2			1			8
05.00-06.00	3		1	1			
06.00-07.00	8	1	1		1	3	
07.00-08.00	2	5	6			4	
08.00-09.00	2	2	3		1	1	
09.00-10.00	2	6	1	1		2	
10.00-11.00	1	4	2	1		2	
11.00-12.00		3	5	1		4	1
12.00-13.00	1	1	3		1	8	7
13.00-14.00		3	2	1		3	
14.00-15.00	1	1				1	
15.00-16.00	3	4		1		2	7
16.00-17.00	6	2	1			1	
17.00-18.00	5	1	5				1
18.00-19.00	2		4			4	7
19.00-20.00		1	2			9	7
20.00-21.00			1			3	
21.00-22.00						1	
22.00-23.00							
23.00-24.00							

Tabel 2. Perilaku Penggunaan Air Perumnas Paniki Dua (%)

Waktu	Mandi		Cuci		Masak		Makan		Wudhu		Kegiatan Masak di Pabrik Tahu		Kegiatan Cuci di Pabrik Tahu		Total		Pemakaian Jam Puncak %
	Bobot	Persentase	Bobot	Persentase	Bobot	Persentase	Bobot	Persentase									
00.00-01.00	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,000
01.00-02.00	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,000
02.00-03.00	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,000
03.00-04.00	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	150	3,8971	0	0,000	150	3,897	3,897
04.00-05.00	52	1,351	0	0,000	0	0,000	0	0,000	40	1,0392	150	3,8971	0	0,000	242	6,287	6,287
05.00-06.00	78	2,027	0	0,000	6	0,156	2	0,052	0	0,000	150	3,8971	0	0,000	236	6,131	6,131
06.00-07.00	208	5,404	12,5	0,325	6	0,156	2	0,052	0	0,000	0	0,000	250	6,4952	479	12,432	12,432
07.00-08.00	52	1,351	62,5	1,624	36	0,935	12	0,312	0	0,000	0	0,000	0	0,000	163	4,222	4,222
08.00-09.00	52	1,351	25	0,650	18	0,468	6	0,156	0	0,000	0	0,000	250	6,4952	351	9,119	9,119
09.00-10.00	52	1,351	75	1,949	6	0,156	2	0,052	0	0,000	150	3,8971	0	0,000	285	7,405	7,405
10.00-11.00	26	0,676	50	1,299	12	0,312	4	0,104	0	0,000	150	3,8971	0	0,000	242	6,287	6,287
11.00-12.00	0	0,000	37,5	0,974	30	0,779	10	0,260	5	0,1299	150	3,8971	0	0,000	233	6,041	6,041
12.00-13.00	26	0,676	12,5	0,325	18	0,468	6	0,156	35	0,9099	0	0,000	250	6,4952	348	9,028	9,028
13.00-14.00	0	0,000	37,5	0,974	12	0,312	4	0,104	0	0,000	150	3,8971	0	0,000	204	5,287	5,287
14.00-15.00	26	0,676	12,5	0,325	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	39	1,000	1,000
15.00-16.00	78	2,027	50	1,299	0	0,000	0	0,000	35	0,9099	150	3,8971	0	0,000	313	8,132	8,132
16.00-17.00	156	4,053	25	0,650	6	0,156	2	0,052	0	0,000	0	0,000	0	0,000	189	4,910	4,910
17.00-18.00	130	3,378	12,5	0,325	30	0,779	10	0,260	5	0,1299	0	0,000	0	0,000	188	4,871	4,871
18.00-19.00	52	1,351	0	0,000	24	0,624	8	0,208	35	0,9099	0	0,000	0	0,000	119	3,092	3,092
19.00-20.00	0	0,000	12,5	0,325	12	0,312	4	0,104	35	0,9099	0	0,000	0	0,000	64	1,650	1,650
20.00-21.00	0	0,000	0	0,000	6	0,156	2	0,052	0	0,000	0	0,000	0	0,000	8	0,208	0,208
21.00-22.00	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,000
22.00-23.00	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,000
23.00-24.00	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,000
Total =															3849	100,000	100

Waktu yang diperlukan pada setiap bagian pengolahannya adalah Bak Pemisah Lemak 30-60 menit (Valentina Lita Catur Sari Cahyadi, 2008), Bak Ekualisasi / Bak Penampungan Air 4-8 jam, Bak Pengendapan Awal 2-4 jam, biofilter anaerob 4-8 jam, Biofilter Aerob 4-8 jam, Bak Pengendapan Akhir 2-4 jam. Oleh karena itu perlu ditambahkan 30% dari total air limbah yang dihasilkan pada beban puncak untuk memenuhi beban air limbah yang masuk sebelum dan setelah beban puncak. (Fathul Mubin, 2016)

Total kapasitas bak pengolahan air
 = 90.076,8 ltr + (30% x 90.076,8 ltr)
 = 117099,84 ltr = 118 m³

Kapasitas desain yang direncanakan :
 Kapasitas pengolahan : 118 m³
 BOD Air Limbah Rata-rata : 353,43 mg/l

Total Efisiensi Pengolahan : 75-80% (Nusa Idaman Said, 2017)

Desain Bak Pemisah Lemak

Bak pemisah lemak atau *grease removal* yang direncanakan adalah tipe gravitasi sederhana. Bak terdiri dari dua buah ruang yang dilengkapi dengan barscreen pada bagian intelnnya.

Kapasitas pengolahan: 118 m³/hari
 Kriteria perencanaan : *retention time*
 = 30 menit

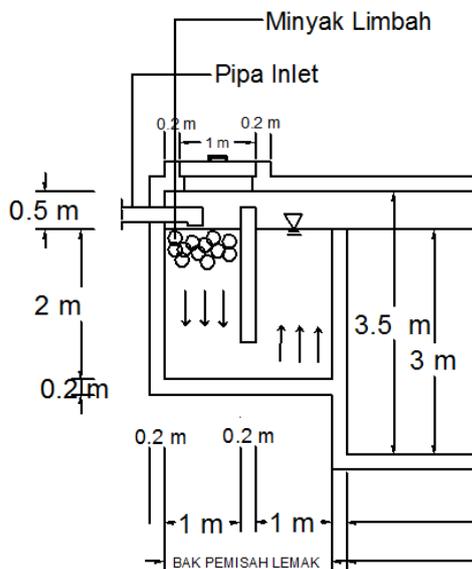
Menghitung dimensi bak pemisah lemak/minyak menggunakan rumus

$$Volume\ bak = \frac{30\ menit}{60\ menit \times 24\ hari} \times 118 \frac{m^3}{hari} = 2,458\ m^3$$

Untuk memenuhi kapasitas volume bak tersebut maka, direncanakan dimensi bak :

- Panjang : 1,5 m
- Lebar : 1 m
- Kedalaman Air : 2 m
- Ruang Bebas : 0.45 m
- Volume Efektif : 3 m³
- Konstruksi : Beton K300
- Tebal Dinding : 20 cm

Dari hasil perhitungan dimensi bak pemisah lemak dapat digambarkan seperti terlihat pada gambar 4. :



Gambar 4. Bak Pemisah Lemak

Desain Bak Ekualisasi/Bak Penampungan Air

Debit air limbah = 118 m³/hari
 Waktu tinggal di dalam bak = 4-8 jam
 Ditetapkan waktu tinggal dalam bak ekualisasi adalah 6 jam.

Jadi :

Volume bak yang diperlukan
 $= \frac{6}{24} \text{ hari} \times 118 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} = 29,5 \text{ m}^3$

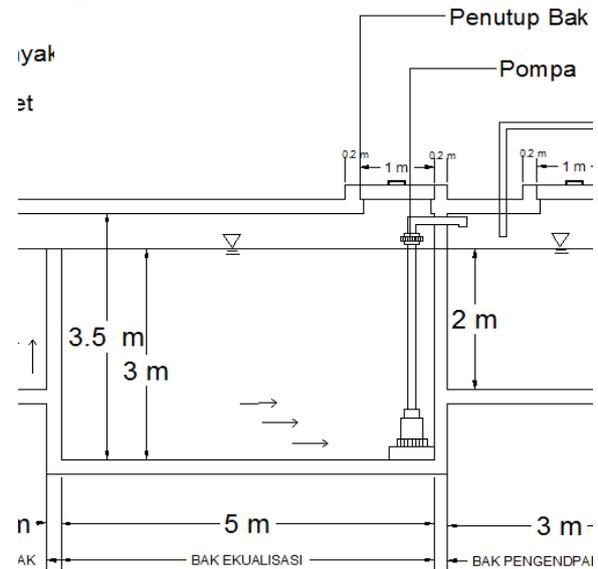
Untuk memenuhi kapasitas volume bak tersebut maka, direncanakan dimensi bak :

- Panjang : 2 m
- Lebar : 5 m
- Kedalaman air : 3 m
- Ruang bebas : 0.7 m
- Volume efektif : 30 m³
- Konstruksi : Beton K300
- Tebal Dinding : 20 cm

Check:

Volume efektif : 30 m³
 Waktu tinggal di dalam bak
 $= \frac{30 \times 24}{118} = 6,1 \text{ jam}$

Dari hasil perhitungan dimensi bak ekualisasi dapat digambarkan seperti terlihat pada gambar 5. :



Gambar 5. Bak Ekualisasi

Desain Bak Pengandap Awal

Debit air limbah : 118 m³/hari
 BOD masuk : 353,43 mg/l (Nusa Idaman Said, 2008)
 Efisiensi : 25% (Nusa Idaman Said, 2017)
 BOD keluar : 265,07 mg/l
 Waktu tinggal dalam bak = 2-4 jam
 Volume bak yang diperlukan

$$= \frac{3}{24} \times 118 \text{ m}^3 = 14,75 \text{ m}^3$$

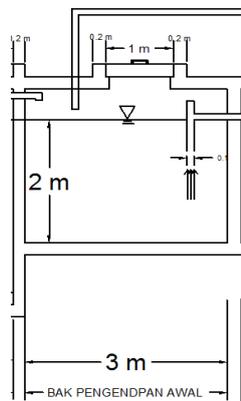
Untuk memenuhi kapasitas volume bak tersebut maka, direncanakan dimensi bak :

- Panjang : 1,5 m
- Lebar : 5 m
- Kedalaman Air : 2 m
- Ruang bebas : 0.7 m
- Volume efektif : 15 m³
- Konstruksi : Beton K300
- Tebal Dinding : 20 cm

Check :

Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata (T)
 $T = \frac{1,5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{118 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} = 3,05 \text{ jam}$

Dari hasil perhitungan dimensi bak pengendapan awal dapat digambarkan seperti terlihat pada gambar 6 :



Gambar 6. Bak Pengendapan Awal

Desain Bak Biofilter Anaerob

Debit limbah : 118 m³/hari
 BOD masuk : 265,07 mg/l
 Efisiensi : 80% (Nusa Idaman Said, 2017)
 BOD keluar : 20% x 265,07 mg/l = 53,014 mg/l

Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar beban BOD per volume media 0,4-4,7 kg BOD/m³.hari. (Nusa Idaman Said,2017)
 Ditetapkan beban BOD yang digunakan = 1,0 kg BOD/m³.hari.

Beban BOD di dalam air limbah
 = 118 m³/hari x 265,07 g/m³ = 31278,26 g/hari
 = 31,278 kg/hari.

Volume media yang diperlukan

$$= \frac{31,278 \text{ kg/hari}}{1,0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3 \cdot \text{hari}}} = 31,278 \text{ m}^3$$

Volume media = 60% dari total volume reaktor (Fathul Mubin, 2016), Sehingga:

Volume reaktor yang diperlukan
 = 100/60 x 31,278 m³ = 52,13 m³

Untuk memenuhi kapasitas volume bak tersebut maka, direncanakan dimensi bak :

- Panjang : 5,5 m
- Lebar : 5 m
- Kedalaman air : 2 m
- Ruang bebas : 0,7 m
- Volume efektif : 55 m³
- Jumlah Ruang : dibagi 2 ruangan
- Konstruksi : Beton K300
- Tebal dinding : 20 cm

Tinggi bed media pembiakan mikroba = 0,9 – 1,5 m (Nusa Idaman Said, BPPT, 2002) diambil 1,2 m

Volume total media pada biofilter anaerob = 1,2 m x 5,5 m x 5 m = 33 m³

BOD loading per volume media

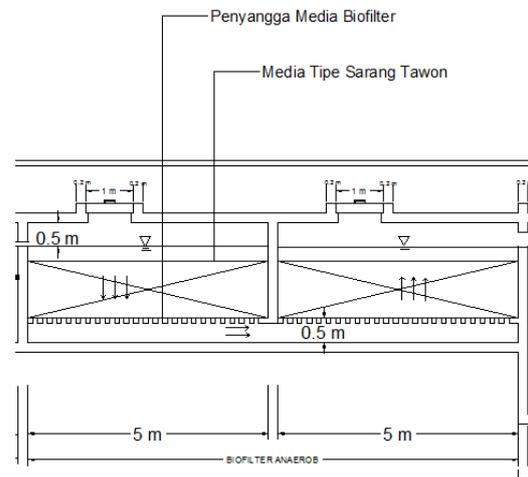
$$= \frac{31,278 \text{ kg BOD /hari}}{33 \text{ m}^3} = 0,947 \text{ kgBOD/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Standart high rate trickling filter = 0,4 – 4,7 kgBOD/m³.hari (Fathul Mubin, 2016)

Waktu tinggal reaktor anaerob rata-rata

$$= \frac{33 \text{ m}^3}{118 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} = 6,71 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan dimensi bak biofilter anaerob dapat digambarkan seperti terlihat pada gambar 7.:



Gambar 7. Biofilter Anaerob

Desain Bak Biofilter Aerob

Debit air limbah : 118 m³/hari
 BOD masuk : 66,26 mg/l
 Efisiensi : 75%-80% diambil 75%
 BOD keluar : 16,56 mg/l

Beban BOD di dalam air limbah
 = 118 m³/hari x 66,26 g/m³ = 7818,68 g/hari
 = 7,818 kg/hari.

Jumlah BOD yang dihilangkan
 = 75% x 7,818 kg/hari = 5,863 kg/hari.

Beban BOD per volume media yang digunakan = 0,5 kg/m³.hari.

Volume media yang diperlukan
 = 5,863/0,5 = 11,727 m³

Volume media = 40% dari volume efektif reaktor (Nusa Idaman Said, 2017) Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Volume Reaktor Biofilter Aerob yang diperlukan} &= 100/40 \times \text{vol.media} \\ &= 100/40 \times 11,727 \text{ m} = 29,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

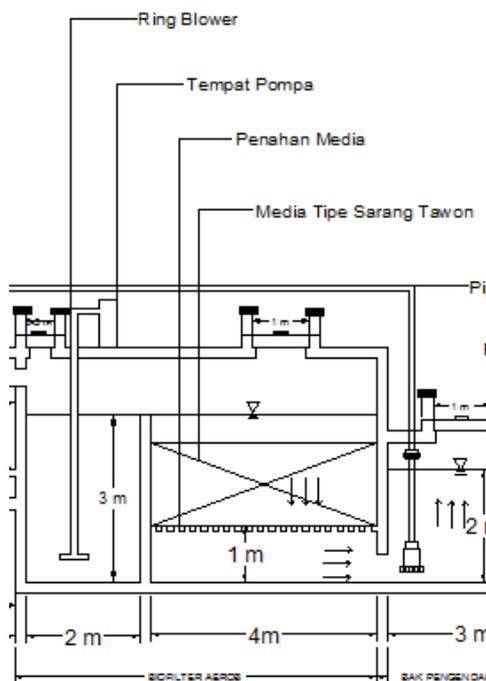
Biofilter Aerob terdiri dari dua ruangan yaitu ruang Aerasi dan ruang Bed Media.

Untuk memenuhi kapasitas volume bak tersebut maka, direncanakan dimensi bak :

- Ruang Aerasi
 - Panjang : 2 m
 - Lebar : 2,5 m
 - Kedalaman air : 3 m
 - Ruang bebas : 0,8 m
 - Volume : 15 m³
- Ruang Bed Media
 - Panjang : 2 m
 - Lebar : 2,5 m
 - Kedalaman air : 3 m
 - Ruang bebas : 0,8 m
 - Volume : 15 m³
- Total volume efektif bak aerobik
 - Vol.Total = Vol. Efektif aerasi + Vol. Efektif media = 15 + 15 = 30 m³

$$\begin{aligned} \text{Volume total media pada biofilter aerob} &= 2 \times 2,5 \times 1,5 = 7,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dimensi bak biofilter aerob dapat digambarkan seperti terlihat pada gambar 8. :



Gambar 8. Biofilter Aerob

Desain Bak Pengendapan Akhir

Debit air limbah : 118 m³/hari
 BOD masuk : 14,175 mg/l
 BOD keluar : 14,175 mg/l
 Waktu tinggal di dalam bak = 2-4 jam
 Menghitung dimensi bak pengendapan akhir menggunakan rumus:

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

$$\text{Volume bak} = \frac{3}{24} \times 118 \text{ m}^3 = 14,75 \text{ m}^3$$

Untuk memenuhi kapasitas volume bak tersebut maka, direncanakan dimensi bak :

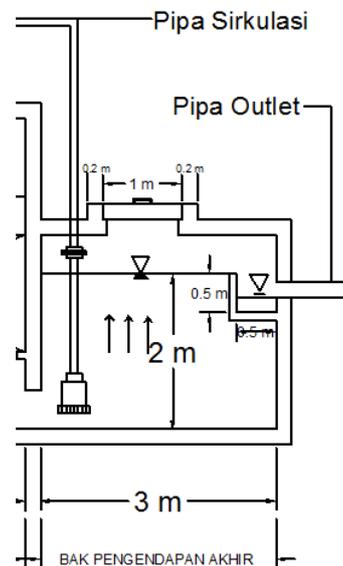
- Panjang : 1,5 m
- Lebar : 5 m
- Kedalaman air : 2 m
- Ruang bebas : 0,5 m
- Volume efektif : 15 m³
- Konstruksi : Beton K300
- Tebal dinding : 20 cm

Check :

Waktu tinggal rata-rata

$$= \frac{1,5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{118 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} = 3,05 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan dimensi bak pengendapan akhir dapat digambarkan seperti terlihat pada gambar 9. :



Gambar 9. Bak Pengendapan Akhir

Desain Saluran Pipa

Aliran harus memenuhi kriteria aliran dengan kecepatan aliran terendah pada saat debit puncak berlangsung harus berkisar 0,3 m/detik agar memenuhi *self cleaning* (pembersihan sendiri). (Ibrahim Abdul Hakim, 2017)

Diameter Saluran Pipa Pembuangan Air Limbah

Saluran yang akan dihitung disini terdiri dari 4 saluran yaitu saluran sambungan, saluran tersier, saluran sekunder dan saluran primer/induk.

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

Untuk pipa, $A = \frac{1}{4} \pi d^2$

$$d = \sqrt{\frac{Q \times 4}{V \times \pi}} \dots \dots \dots (3)$$

dimana :

- Q = Debit Air Limbah
- A = Luas Pipa
- V = Kecepatan
- d = Diameter Pipa
- π = Phi

Diameter Pipa untuk Sambungan

- Misalkan 1 rumah terdiri dari 5 orang, maka :
 $Q = 120 \text{ liter/hari} \times 5 \text{ orang} = 600 \text{ liter/hari}$
 Jam puncak penggunaan air terjadi selama 1 jam dengan kapasitas sebesar 12,432% dari total air limbah, maka :

$$Q = 600 \text{ liter/hari} \times 12,432\% = 74,592 \text{ liter/hari} = 0,000863 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk sambungan rumah dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,000863 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,000863 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk sambungan rumah adalah $6 \text{ cm} \approx 2''/6 \text{ cm}$, menggunakan pipa PVC

- Diameter pipa untuk sambungan dari Masjid Al-Muhajirin, diambil jumlah jemaah rata-rata yang mengambil air wudhu sebanyak 400 jemaah, maka :

$$Q = 5 \text{ liter/jemaah/hari} \times 400 \text{ orang} = 2000 \text{ liter/hari}$$

Jam puncak penggunaan air terjadi selama 1 jam dengan kapasitas sebesar 12,432% dari total air limbah, maka :

$$Q = 2000 \text{ liter/hari} \times 12,432\% = 248,64 \text{ liter/hari} = 0,00287 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk sambungan masjid dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,00287 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,00287 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk sambungan masjid adalah $11 \text{ cm} \approx 4''/11,4 \text{ cm}$, menggunakan pipa PVC

- Diameter pipa sambungan untuk per 1 kios di pasar :

$$Q = 36 \text{ liter/kios/hari} \times 1 \text{ kios} = 36 \text{ liter/hari}$$

Jam puncak penggunaan air terjadi selama 1 jam dengan kapasitas sebesar 12,432% dari total air limbah, maka :

$$Q = 36 \text{ liter/hari} \times 12,432\% = 4,475 \text{ liter/hari} = 0,000052 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk sambungan kios dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,000052 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,000052 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,0148 \text{ m} = 1,48 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk sambungan kios adalah $1,48 \text{ cm} \approx 1 \frac{1}{4}''/4,2 \text{ cm}$, menggunakan pipa PVC

- Diameter sambungan untuk SD, misalkan tiap SD terdiri dari 400 siswa, maka :

$$Q = 32 \text{ liter/siswa/hari} \times 400 \text{ siswa} = 12800 \text{ liter/hari}$$

Jam puncak penggunaan air terjadi selama 1 jam dengan kapasitas sebesar 12,432% dari total air limbah, maka :

$$Q = 12800 \text{ liter/hari} \times 12,432\% = 1591,3 \text{ liter/hari} = 0,0184 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk sambungan SD dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,0184 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0184 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,278 \text{ m} = 27,8 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk sambungan SD adalah $27,8 \text{ cm} \approx 31,5 \text{ cm}$, menggunakan pipa uPVC

- Sambungan diameter untuk Toserba Paniki Jaya memiliki luas lantai 450 m^2 , maka :

$$Q = 4,5 \text{ liter/m}^2 \text{ luas lantai/hari} \times 450 \text{ m}^2 = 2025 \text{ liter/hari}$$

Jam puncak penggunaan air terjadi selama 1 jam dengan kapasitas sebesar 12,432% dari total air limbah, maka :

$$Q = 2025 \text{ liter/hari} \times 12,432\% = 251,748 \text{ liter/hari} = 0,0029 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk sambungan toserba paniki jaya dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,0029 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0029 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk sambungan toserba paniki dua adalah 11 cm $\approx 4''/11,4$ cm, menggunakan pipa PVC.

- Sambungan diameter untuk Toserba Kencana memiliki luas lantai 225 m², maka :

$$Q = 4,5 \text{ liter/m}^2 \text{ luas lantai/hari} \times 225 \text{ m}^2 = 1012,5 \text{ liter/hari}$$

Jam puncak penggunaan air terjadi selama 1 jam dengan kapasitas sebesar 12,432% dari total air limbah, maka :

$$Q = 1012,5 \text{ liter/hari} \times 12,432\% = 125,874 \text{ liter/hari} = 0,00145 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk sambungan toserba kencana dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,00145 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,00145 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,078 \text{ m} = 7,8 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk sambungan toserba kencana adalah 7,8 cm $\approx 3''/8,9$ cm, menggunakan pipa PVC.

- Sambungan diameter untuk kantor PLN memiliki 20 pegawai, maka :

$$Q = 80 \text{ liter/pegawai/hari} \times 20 \text{ pegawai} = 1600 \text{ liter/hari}$$

Jam puncak penggunaan air terjadi selama 1 jam dengan kapasitas sebesar 12,432% dari total air limbah, maka :

$$Q = 1600 \text{ liter/hari} \times 12,432\% = 198,912 \text{ liter/hari} = 0,0023 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk sambungan kantor PLN dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,0023 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0023 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,098 \text{ m} = 9,8 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk sambungan kantor PLN adalah 9,8 cm $\approx 4''/11,4$ cm, menggunakan pipa PVC.

- Sambungan diameter untuk kantor kelurahan memiliki 12 pegawai, maka :

$$Q = 80 \text{ liter/pegawai/hari} \times 12 \text{ pegawai} = 960 \text{ liter/hari}$$

Jam puncak penggunaan air terjadi selama 1 jam dengan kapasitas sebesar 12,432% dari total air limbah, maka :

$$Q = 960 \text{ liter/hari} \times 12,432\%$$

$$= 119,34 \text{ liter/hari} = 0,00138 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk sambungan kantor kelurahan dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,00138 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,00138 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,076 \text{ m} = 7,6 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk sambungan kantor kelurahan adalah 7,6 cm $\approx 2 \frac{1}{2}''/7,6$ cm, menggunakan pipa PVC.

- Sambungan diameter untuk rumah makan/restoran memiliki 26 kursi, maka :

$$Q = 13,5 \text{ liter/kursi/hari} \times 26 \text{ kursi} = 351 \text{ liter/hari}$$

Jam puncak penggunaan air terjadi selama 1 jam dengan kapasitas sebesar 12,432% dari total air limbah, maka :

$$Q = 351 \text{ liter/hari} \times 12,432\% = 43,636 \text{ liter/hari} = 0,0005 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk sambungan rumah makan/restoran dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,0005 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0005 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,046 \text{ m} = 4,6 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk sambungan rumah makan/restoran adalah 4,6 cm $\approx 1 \frac{1}{2}''/4,8$ cm, menggunakan pipa PVC.

Diameter pipa untuk saluran tersier

Misalkan pada saluran tersier (st2.1), saluran tersebut melayani 9 rumah, 10 rumah makan, dan 1 toserba. Maka debit yang masuk ke saluran tersebut adalah :

$$Q \text{ satu rumah} = 0,000863 \text{ liter/detik}$$

$$Q \text{ satu rumah makan} = 0,0005 \text{ liter/detik}$$

$$Q \text{ toserba paniki jaya} = 0,0029 \text{ liter/detik}$$

$$Q \text{ saluran tersier} = (0,00863 \text{ liter/detik} \times 9) + (0,0005 \text{ liter/detik} \times 10) + 0,0029 \text{ liter/detik} = 0,0157 \text{ liter/detik}$$

Dimensi pipa untuk saluran tersier dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$Q = 0,0157 \text{ liter/detik}$$

$$V = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0157 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,258 \text{ m} = 25,8 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk saluran tersier adalah 25,8 cm $\approx 31,5$ cm, menggunakan pipa uPVC.

Diameter saluran untuk saluran sekunder

Misalkan pada saluran sekunder (ss2.2), saluran tersebut melayani 4 rumah serta beban layanan dari saluran st2.4, st2.5, st2.6. Maka debit yang masuk ke saluran tersebut adalah :

- Q st2.4 = 0,0147 liter/detik
- Q st2.5 = 0,0173 liter/detik
- Q st2.6 = 0,0035 liter/detik
- Q satu rumah = 0,00086 liter/detik
- Q saluran sekunder = 0,0147 liter/detik + 0,0173 liter/detik + 0,0035 liter/detik + (0,00086 liter/detik x 4) = 0,038835 liter/detik

Dimensi pipa untuk saluran sekunder dapat dihitung dengan rumus (3) :

Q = 0,038835 liter/detik
 V = 0,3 m/detik

$$d = \sqrt{\frac{0,038835 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,4059 \text{ m} = 40,59 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk saluran sekunder adalah 40 cm ≈ 50 cm, menggunakan pipa beton

Diameter saluran untuk saluran primer

Misalkan pada saluran primer (sp2.3) saluran tersebut melayani 2 SD serta beban layanan dari saluran ss2.4 dan ss2.10. Maka debit yang masuk ke saluran tersebut adalah :

- Q ss2.4 = 0,047465 liter/detik
- Q ss2.10 = 0,0946 liter/detik
- Q satu SD = 0,0184 liter/detik
- Q saluran sekunder = 0,047465 liter/detik + 0,0946 liter/detik + (0,0184 liter/detik x 2) = 0,1788 liter/detik

Dimensi pipa untuk saluran primer dapat dihitung dengan rumus (3) :

Q = 0,1788 liter/detik
 V = 0,3 m/detik

$$d = \sqrt{\frac{0,1788 \times 4}{0,3 \times \pi}} = 0,8711 \text{ m} = 87,11 \text{ cm}$$

Jadi diameter untuk saluran primer adalah 87,11 cm ≈ 100 cm, menggunakan pipa beton.

Kemiringan Minimum Saluran

Kemiringan minimum pada kondisi aliran penuh dapat dianalisis menggunakan rumus (4)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots(4)$$

$$R = \frac{A}{O} = \frac{\pi r^2}{2\pi r} = \frac{r}{2}$$

$$S = \left(\frac{V \cdot n}{\left(\frac{r}{2}\right)^{2/3}} \right)^2$$

dimana :

- V = Kecepatan rencana
- n = Koefisien Manning
- r = Jari – jari pipa
- S = Kemiringan saluran
- R = Jari – jari hidrolis
- A = Luas Penampang pipa
- O = Keliling basah

Sistem pengaliran menggunakan sistem gravitasi, oleh karena itu dibutuhkan kemiringan yang cukup agar terjadi pembersihan sendiri (*self cleaning*) tanpa adanya debit penggelontor. Kemiringan minimum pipa tergantung besar kecepatan yang diinginkan agar tidak terjadi penyumbatan pada saluran tersebut yang disebabkan kotoran/partikel yang terdapat pada air limbah.

Contoh perhitungan pada sambungan rumah:

- V = 0,3 m/s
- n = 0,012 (PVC/uPVC) ; 0,013 (Beton)
- r = 0,021 m

$$S = \left(\frac{V \cdot n}{\left(\frac{r}{2}\right)^{2/3}} \right)^2 = \left(\frac{0,3 \text{ m/s} \times 0,012}{\left(\frac{0,021 \text{ m}}{2}\right)^{2/3}} \right)^2 = 0,006\%$$

Maka, diameter saluran pada setiap sambungan rumah adalah 0,006%

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kemiringan Pipa

No.	Jenis Saluran	Diameter Saluran (cm)	Kemiringan (%)	Bahan Saluran
1	Sambungan Rumah	6	0,004	PVC
	Sambungan Masjid	11,4	0,001	PVC
	Sambungan Gereja	6	0,004	PVC
	Sambungan Kios Pasar	4,2	0,006	PVC
	Sambungan SD	31,5	0,0004	PVC
	Sambungan Toserba Paniki Jaya	11,4	0,001	PVC
	Sambungan Toserba Kencana	8,9	0,002	PVC
	Sambungan PLN	11,4	0,001	PVC
	Sambungan Kantor Lurah	7,6	0,003	PVC
	Sambungan RumahMakan	4,8	0,005	PVC

No.	Jenis Saluran	Diameter Saluran (cm)	Kemiringan (%)	Bahan Saluran
2	Saluran Tersier	11	0,002	uPVC
		16	0,001	uPVC
		20	0,001	uPVC
		25	0,001	uPVC
		31,5	0,0004	uPVC
3	Saluran Sekunder	30	0,0005	Beton
		40	0,0003	Beton
		50	0,0002	Beton
		60	0,0002	Beton
		70	0,0002	Beton
		80	0,0001	Beton
		31,5	0,0005	Beton
4	Saluran Primer	40	0,0003	Beton
		50	0,0002	Beton
		60	0,0002	Beton
		70	0,0002	Beton
		70	0,0002	Beton

Dimensi Bak Kontrol

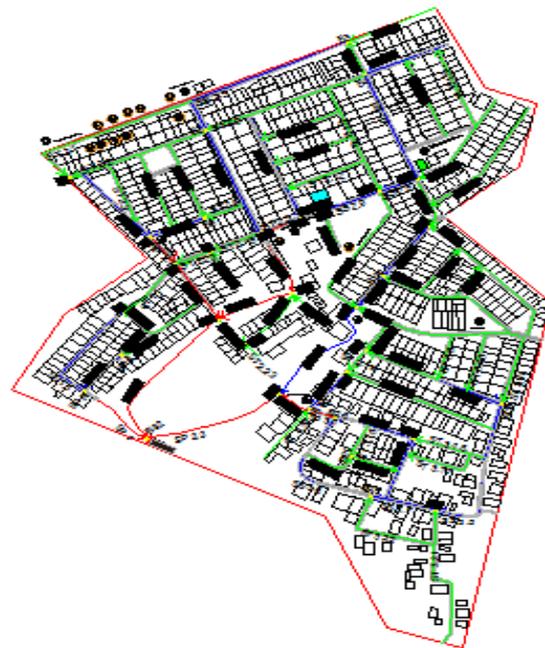
Tabel 4. Dimensi Bak Kontrol

Kode Bak Kontrol	Kode Saluran & Diameter Saluran (cm)				Dimensi Bak Kontrol (cm)	
					B	L
B1	st2.1	st2.2	ss2.1		60	60
	31,5	25	50			
B2	ss2.3	st2.9	ss2.5		70	70
	40	31,5	60,0			
B3	st2.7	st2.8	ss2.3		50	50
	16	11	40			
B4	ss2.6	ss2.7			70	70
	50	60,0				
B5	ss2.1	ss2.2	sp2.1		80	80
	50	50,00	70,00			
B6	st2.5	st2.6	ss2.2		60	60
	31,50	16,00	50,00			
B7	st1.1	st1.2	ss1.1		35	35
	25,00	11,00	25,00			
B8	sp2.1	st2.2	sp2.2		80	80
	70,00	25,00	70,00			
B9	st2.18	st2.19	st2.2		35	35
	16,00	20,00	25,00			
B10	sp2.3	ss2.5	sp2.4		160	160
	100,00	60,00	150,00			
B11	ss2.10	ss2.4	sp2.3		110	110
	70,00	50,00	100,00			
B12	ss2.9	st2.17	ss2.10		80	80
	70,00	16,00	25,00			
B13	ss2.8	st2.16	ss2.9		80	80
	60,00	25,00	70,00			
B14	st2.15	ss2.7	ss2.8		70	70
	25,00	60,00	60,00			
B15	st3.2	st3.5	ss3.1		80	80
	40,00	50,00	70,00			
B16	sp2.4	st2.21	st2.22	sp2.5	160	160
	150,00	11,00	16,00	150,00		
B17	sp2.5	sp2.2	sp2.6		160	160
	150,00	70,00	150,00			
B18	st1.3	st1.4	ss1.2		35	35
	25,00	16,00	20			
B19	ss1.1	ss1.2	sp1		70	70
	50	40	60			
B20	ss3.1	st3.6	ss3.2		80	80
	70,00	31,50	70,00			
B21	ss3.2	st3.7	st3.8	ss3.3	90	90
	70,00	31,50	25,00	80,00		
B22	st3.13	st3.12	st3.14		41,5	41,5
	11,00	25,00	31,50			
B23	st3.14	st3.15	ss3.10		60	60
	31,50	40,00	50,00			
B24	st3.11	ss3.4	ss3.5		60	60
	31,50	16,00	50,00			
B25	st3.16	ss3.6	ss3.9		50	50
	16,00	30,00	40,00			
B26	ss3.9	ss3.8	sp3.1		90	90
	40,00	70,00	80,00			
B27	ss3.5	ss3.7	st3.21		70	70
	50,00	60,00	25,00			
B28	ss3.7	st3.22	ss3.8		80	80
	60,00	20,00	70,00			
B29	st3.19	st3.18	st3.20		35	35
	16,00	11,00	25,00			
B30	sp3.1	st3.23	sp3.2	ss3.10	110	110
	80,00	20,00	100,00	50,00		
B31	ss3.3	sp3.2	sp3.3		160	160
	80,00	100,00	150,00			
B32	sp1	sp2.6	sp3.3		160	160
	31,5	50,00	150,00			
B33	st2.24	st2.23	st2.22		26	26
	11,00	11,00	16,00			

masuk sebelum dan setelah beban puncak. Maka, kapasitas desain bak pengolahan yang direncanakan yaitu 118 m³/hari.

Air limbah dialiri secara gravitasi menggunakan saluran pipa/berbentuk lingkaran. Jenis saluran terdiri dari saluran sambungan, saluran tersier, saluran sekunder, dan saluran primer. Pada setiap pertemuan atau percabangan beberapa pipa dibangun bak kontrol sebagai pengendapan sedimen dan mencegah terjadinya turbulensi (loncatan hidrolis).

Bak pengolahan air limbah terdiri dari 6 ruangan yaitu bak pemisah lemak, bak ekualisasi/penampungan air, bak pengendapan awal, bak biofilter anaerob, bak biofilter aerob, dan bak pengendapan akhir. Dalam bak biofilter ini diisikan dengan media khusus dari bahan plastik tipe sarang tawon. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik atau fakultatif aerobik.



Gambar 10. Layout Perumnas Paniki Dua

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisa perhitungan didapat hasil dan pembahasan sebagai berikut :

Jam puncak penggunaan air bersih terjadi pada 06.00 – 07.00 persentase penggunaan sebesar 12,432 % dengan durasi selama 1 jam. Setelah dilakukan analisis untuk total limbah cair yang dihasilkan setiap sektor didapat total limbah cair 724.556,1 liter/hari. Sedangkan untuk mendesain kapasitas bak pengolahan air limbah perlu ditambahkan 30% dari total air limbah yang

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Debit air limbah yang dihasilkan oleh Perumnas Paniki Dua sebesar 724.556,1 liter/hari.
2. Sistem pengolahan air limbah domestik yang digunakan adalah sistem terpusat (*Off Site System*).

3. Dari hasil perhitungan didapat ukuran bak Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yakni = 29 m x 8 m.
 4. Tipe saluran yang digunakan untuk membawa limbah cair adalah saluran berbentuk lingkaran dengan sistem gravitasi.
- Saran**
1. Perlu dibentuk tim dari kelurahan atau petugas untuk merawat Sistem Pengolahan Air Limbah (SPAL).
 2. Peran serta dari penduduk Perumnas agar tidak membuang sampah dan merusak saluran tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Fathul Mubin, 2016. Tugas Akhir : *Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado*. Universitas Sam Ratulangi Manado

Hadihardaja, J, 1997. *Rekayasa Lingkungan*. Penerbit Gunadarma. Jakarta.

Nusa Idaman Said, 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Penerbit Erlangga. Jakarta

Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Nomor 122 Tahun 2005. Tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

Soufyan M. Noerbambang dan Takeo Morimura, 1991. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Penerbit PT Pradnya Paramita. Jakarta

Sugiharto, 2014. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta

Valentina Lita Catur Sari Cahyadi, 2008. Tugas Akhir : *Perancangan Bangunan Instalasi Pengolahan Grey Water Kawasan Apartement (Studi Kasus : Rasuna Epicentrum)*. Universitas Indonesia

<http://inilingkunganku.blogspot.co.id/2014/01/kualitas-air-dan-parameter-kualitas-air.html>

<https://nagabiru86.wordpress.com/2009/06/12/data-sekunder-dan-data-primer/>

Informasikesling.blogspot.co.id

Water.lecture.ub.ac.id. *Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Dengan Sistem Terpusat*.

Wikimapia.org

www.kelair.bppt.go.id. *Buku Air Limbah Domestik DKI*