

DESIGN OF COMMUNAL WASTEWATER TREATMENT PLANT (CASE STUDY IN DEPOK VILLAGE, TRENGGALEK, EAST JAVA)

Ratih Arum Sari*, Arqowi Pribadi, Dyah Ratri Nurmaningsih, Sulistiya Nengse, Yustrianti

Environmental Engineering, UIN Sunan Ampel Surabaya
Jl. Ahmad Yani No.117, Surabaya, 60237, Indonesia

* E-mail corresponding author: rarums16@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 13-07-2022 Received in revised form: 11-09-2022 Accepted: 21-10-2022 Published: 25-10-2022</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> WWTP Communal Barscreen Aerobic-aerobic biofilter Disinfection</p>	<p><i>Planning for a communal scale Wastewater Treatment Plant (WWTP) in Depok Village, Trenggalek Regency, East Java is needed because most of the wastewater in Depok Village is only treated with septic tanks. This study aims to plan a communal scale WWTP design based on the generation of domestic and non-domestic wastewater in Depok Village. The WWTP planning in this study was carried out based on the results of laboratory test parameters for pH, TSS, BOD, COD, total coliform, fatty oil, and ammonia. Based on the test results, it is known that the parameters exceed the required limits according to the Minister of Environment Regulation No. 68 of 2016 is the parameter of TSS, ammonia, and total coliform. The units that are planned are barscreen unit is planned to have a length of 8.65 m, a width of 2.65 m, and a depth of 3 m. The initial settling basin is planned to have a length of 11 m, a width of 3 m, and a depth of 4 m. The anaerobic biofilter unit is planned to have a length of 15 m, a width of 7.5 m, and a depth of 2.5 m. The aerobic biofilter unit is planned to have a length of 16.5 m, a width of 8.5 m, and a depth of 2 m. The final settling basin is planned to have a length of 37 m, a width of 18.5 m and a depth of 2.5 m. The control body is planned to have a length of 9.5 m, a width of 5 m and a depth of 2 m. Meanwhile, disinfection is planned using a disinfectant pump.</i></p>

DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SKALA KOMUNAL (STUDI KASUS: DESA DEPOK, KABUPATEN TRENGGALEK, JAWA TIMUR)

Abstrak- Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) skala komunal di Desa Depok, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur dibutuhkan karena sebagian besar air limbah di Desa Depok hanya diolah dengan tangki septik saja. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan desain IPAL skala komunal berdasarkan timbulan air limbah domestik maupun non-domestik di Desa Depok. Perencanaan IPAL pada penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil parameter uji lab untuk pH, TSS, BOD, COD, total koliform, minyak lemak, dan amoniak. Berdasarkan hasil uji, diketahui parameter yang melebihi batas yang disyaratkan menurut Peraturan Menteri (Permen) Lingkungan Hidup no. 68 tahun 2016 adalah parameter TSS, amoniak, dan total koliform. Unit yang direncanakan untuk mengurangi kandungan TSS, amoniak, dan total koliform berturut-turut adalah *bar screen*, bak pengendap awal, biofilter anaerob-aerob, bak pengendap akhir, pompa desinfektan, dan bak kontrol. Unit *barscreen* direncanakan memiliki panjang 8,65 m, lebar 2,65 m, dan kedalaman 3 m. Bak pengendap awal direncanakan memiliki panjang 11 m, lebar 3 m, dan kedalaman 4 m. Unit biofilter anaerob direncanakan memiliki panjang 15 m, lebar 7,5 m, dan kedalaman 2,5 m. Unit biofilter aerob direncanakan memiliki panjang 16,5 m, lebar 8,5 m, dan kedalaman 2 m. Bak pengendap akhir direncanakan memiliki ukuran panjang 37 m, lebar 18,5 m, dan kedalaman 2,5 m. Bak kontrol direncanakan memiliki panjang 9,5 m, lebar 5 m dan kedalaman 2 m. Sedangkan desinfeksi direncanakan menggunakan pompa pembubuh desinfektan.

Kata kunci : IPAL, komunal, *barscreen*, biofilter anaerob-aerob, desinfeksi.

PENDAHULUAN

Air limbah merupakan air yang tidak lagi terpakai dan merupakan buangan dari pemakaian air bersih masyarakat. Air limbah perlu diolah agar tidak mencemari tanah maupun badan air. Air limbah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *black water* dan *grey water*. *Black water* merupakan air limbah yang dihasilkan dari penggunaan *closet*, *urinoir*, maupun *bidet* sedangkan *grey water* meliputi air limbah dari *shower*, *wastafel*, *laundry*, *floor drain*, dan *sink*. *Grey water* dapat diolah dan digunakan kembali untuk pembilasan toilet sedangkan *black water* diolah dengan skala perkotaan atau komunal. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal merupakan instalasi yang dirancang untuk mengolah air limbah domestik karena air limbah kamar mandi dibuang melalui pipa dan lumpur yang terkumpul di tangki septik tidak layak untuk dibuang langsung ke badan air atau lingkungan (Tolksdorf and Cornel, 2017).

Air limbah yang tidak diolah dengan benar, beban polutannya dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang serius, dengan dampak langsung pada kesehatan manusia. Air limbah pertanian dan domestik perkotaan mengakumulasi polutan dalam jumlah besar, seperti senyawa organik, nitrogen, dan fosfor pada air permukaan, air bawah tanah, dan tanah. Polutan ini mengakibatkan eutrofikasi dan nutrisi untuk berbagai spesies mikroba (Trikoilidou *et al.*, 2016).

Pencemaran lingkungan di badan air paling sering disebabkan oleh air limbah domestik. Oleh karena itu, penanganan air limbah domestik perlu dilakukan melalui IPAL dengan tujuan untuk menurunkan konsentrasi dan beban pencemar sebelum dibuang ke lingkungan. Perencanaan IPAL domestik perlu mempertimbangkan aspek lingkungan, sosial, ekonomi dan budaya dikarenakan teknologi dan sistem yang digunakan dalam IPAL domestik harus murah dan dapat diterima secara sosial serta ramah lingkungan. Program pengelolaan air limbah domestik yang saat ini sedang adalah sistem pengolahan terpusat dengan pelibatan masyarakat sebagai pemberdaya. Pengolahan jaringan pipa dewatering lumpur dan sisa pengolahan IPAL, secara berkala perlu dibersihkan dan dikuras, sehingga perlu kerjasama dengan lembaga swadaya masyarakat setempat. Pelibatan masyarakat dalam pembangunan baik dalam perencanaan maupun pelaksanaannya menjadi aktualisasi dari ketersediaan masyarakat untuk berkontribusi dalam setiap tahapan pembangunan (Bahar, Sudarno and Zaman, 2017).

Tujuan dari metode pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi/menghilangkan komponen anorganik dan organik, zat beracun, membunuh mikroorganisme patogen, dll. Sehingga, kualitas air yang diolah dapat memenuhi

persyaratan standar WHO atau badan lingkungan hidup. Jenis pengolahan air limbah bergantung pada sifat dan kualitas air yang dibutuhkan setelah pengolahan. Pengolahan air limbah biasanya melibatkan tiga tahap, yaitu pengolahan primer, sekunder, dan tersier. Proses pengolahan primer dan sekunder digunakan untuk menghilangkan sebagian besar partikel besar dan bahan organik. Setelah pengolahan primer dan sekunder, terkadang pada air masih terdapat beberapa zat atau kandungan yang tidak diinginkan tetap ada dalam air yang diolah. Pengolahan tersier digunakan untuk menghilangkan materi tertentu yang tidak diinginkan seperti mikroba, e-coli, dan lain sebagainya. Perawatan ini umumnya melibatkan kombinasi proses fisik, kimia, dan biologis (Gangaraju, 2021).

Desa Depok merupakan salah satu desa yang terletak di Kabupaten Trenggalek Jawa Timur. Desa ini memiliki jumlah penduduk mencapai 4631 jiwa pada tahun 2019 dengan luasan wilayah sebesar 13,41 km². Fasilitas umum yang terdapat di Desa Depok meliputi 12 playgroup, 3 taman kanak-kanak, 4 sekolah dasar, 1 SLTP, 1 puskesmas, 7 posyandu, 3 Balai kesehatan ibu dan anak, 9 masjid, 24 musholla, dan 2 toko obat (Badan Pusat Statistik Kabupaten Trenggalek, 2021). Air limbah yang dihasilkan oleh Desa Depok sebagian besar hanya diolah dengan tangki septik tanpa ada pengolahan lanjutan sehingga dibutuhkan perencanaan dan desain IPAL domestik untuk mengolah air limbah yang dihasilkan.

METODE PERENCANAAN

Metode perencanaan dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa survei langsung untuk mengetahui lokasi perencanaan dan menguji sampel air limbah di Desa Depok guna mengetahui kualitas air limbah. Data sekunder berupa studi literatur mengenai perencanaan IPAL. Studi literatur bertujuan untuk memperoleh acuan untuk perencanaan IPAL melalui berbagai sumber seperti jurnal, buku, standar nasional dan regulasi yang berlaku.

Tabel 1. Baku mutu air limbah domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1	pH	-	6-9
2	BOD	mg/L	30
3	COD	mg/L	100
4	TSS	mg/L	30
5	Amoniak	mg/L	10
6	Minyak & Lemak	mg/L	-
7	Total Koliform	MPN/100ml	3000

Proses pelaksanaan perencanaan dengan mengambil sampel air limbah kemudian diujikan

dilaboratorium. kemudian hasil uji laboratorium tersebut dibandingkan dengan baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016. Data baku mutu air limbah domestik tersaji pada tabel 1.

Proyeksi Penduduk

Langkah selanjutnya memproyeksikan jumlah penduduk pada 20 tahun kedepan. Proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatika sesuai dengan Buku pedoman perhitungan proyeksi dan Angkatan kerja (Badan Pusat Statistik, 2010). Data yang diperlukan untuk menghitung proyeksi penduduk berupa data jumlah penduduk pada 10 tahun terakhir. data jumlah penduduk pada tahun 2020 sebanyak 4205 orang. kemudian menentukan rasio laju penduduk. Maka rasio laju penduduk adalah sebagai berikut.

$$r = \frac{1}{t} \left(\frac{P_t}{P_0} - 1 \right)$$

$$= \frac{1}{10} \left(\frac{4205}{4594} - 1 \right)$$

$$= -0,008467566$$

Menghitung proyeksi penduduk menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P_t = P_0 (1 + r.t)$$

Keterangan:

r = rasio

P_t = penduduk tahun ke-

P₀ = penduduk pada tahun awal

Sedangkan untuk menghitung penduduk non domestik digunakan pendekatan penduduk ekuivalen (PE) yang mengacu pada buku A Perencanaan Teknik Terinci SPALD-T (Direktur Jendral Cipta Karya, 2018a). Nilai penduduk ekuivalen tersaji pada tabel berikut.

Tabel 2. Nilai penduduk ekivalen

No.	Kegiatan	Nilai PE
1	Rumah Biasa	1
2	Rumah Mewah	1.67
3	Apartemen	1.67
4	Rumah Susun	0.67
5	Puskesmas	0.02
6	Rumah Sakit Mewah	6.67
7	Rumah Sakit Menengah	5
8	Rumah Sakit Umum	2.83
9	SD	0.27
10	SLTP	0.33
11	SLTA	0.53
12	Perguruan Tinggi	0.53
13	Ruko	0.67
14	Kantor	0.33
15	Stasiun	0.02
16	Restoran	0.11
17	Tempat Ibadah	0.03

Jumlah penduduk total dapat dihitung dengan menjumlahkan hasil proyeksi penduduk dengan nilai PE yang diperoleh. Perhitungan dapat dilihat pada persamaan berikut.

Jumlah penduduk total = proyeksi penduduk + Nnilai PE

Debit Air Limbah

Debit air limbah diperoleh dengan mengkalikan kebutuhan air minum dengan nilai faktor air limbah yakni sebesar 60-80% (Tchobanoglous, 2003). Berikut persamaan untuk menghitung air limbah.

$Q_{air\ minimum} = \text{jumlah penduduk} \times \text{kebutuhan air minum}$

$$Q_{ab} = Q_{air\ minimum} \times 80\%$$

$$Q_{peak} = Q_{ab} \times PF$$

Nilai PF dihitung menggunakan persamaan Babbitt 1981 sebagai berikut.

$$PF = \frac{5}{(P/1000)^{0.2}}$$

Keterangan:

$Q_{air\ minimum}$ = kebutuhan air minum (orang/hari)

Q_{ab} = debit air limbah rata-rata

Q_{peak} = debit puncak harian limbah

PF = *peak factor* (faktor puncak)

P = jumlah total penduduk.

Kriteria Desain Unit Pengolahan

• Bar Screen

Bar screen berfungsi untuk menyaring sampah atau partikel besar yang ada dalam air limbah. kriteria desain *bar screen* mengacu pada buku B Panduan Perencanaan Teknik Terinci SPALD-T (2018b). Kriteria desain unit barscreen dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kriteria desain *bar screen*

Parameter	Satuan	Nilai
Kecepatan aliran lewat bukaan, v	m/detik	0,3-0,6
Jarak bukaan, B	mm	25-50
Ukuran batang		
Lebar, w	mm	4-8
Tebal	mm	25-50
Kemiringan thd. Horizontal, θ	derajat	45-60
Kehilangan tekanan lewat bukaan, H _{bukaan}	mm	150
Kehilangan tekanan maks. (<i>clogging</i>), H _{lmax}	mm	800

• Bak Pengendap Awal

Bak pengendap awal berfungsi untuk mengendapkan partikel yang terbawa pada air limbah untuk mengurangi beban proses pengolahan pada unit selanjutnya. Selain itu pada perencanaan ini medesain bak pengendap awal sebagai bak pengumpul air limbah sebelum masuk ke

pengolahan selanjutnya. Kriteria desain bak pengendap awal mengacu pada buku B Panduan Perencanaan Teknik terinci SPALD-T (Direktur Jendral Cipta Karya, 2018b). Kriteria desain bak pengendap awal tersaji pada tabel 4.

Tabel 4. Kriteria desain bak pengendap awal

No	Parameter	Simbol	Satuan	Besaran
<i>Overflow Rate</i>				
1	Debit Rata-rata	OR	30-50	m ³ /m ² .hari
	Debit Puncak		70-130	
2	Waktu detensi	td	1,5-2,5	jam
3	Beban Permukaan (Weir loading)		124-496	m ³ /m ² .hari
			dimensi	
Bentuk kotak (rectangular)				
	Panjang	p	10-100	m
	Lebar	l	24-Jun	m
4	Kedalaman	h	2,5-5	m
	Rasio p dan l		1-7.50	
	Rasio p dan t		4-2.25	
Bentuk lingkaran (circular)				
	Diameter	d	Mar-60	m
	Kedalaman	h	6-Mar	m
6	Penyisihan TSS		50-70	%
7	Penyisihan BOD		25-40	%
8	Kemiringan Dasar	S	2-Jan	%

• Biofilter Anaerob

Biofilter Anaerob merupakan reactor biologis yang memanfaatkan mikroorganisme yang melekat pada media filter. Media filter yang sering digunakan menggunakan media filter tipe sarang tawan. Proses yang terjadi pada unit biofilter anaerob yakni mikroorganisme yang melekat pada media filter mereduksi beba organik yang terbawa pada air limbah. Kriteria desain biofilter anaerob mengacu pada buku B Panduan Perencanaan Teknik terinci SPALD-T (Direktur Jendral Cipta Karya, 2018b). Kriteria Desain biofilter anaerob dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Kriteria desain biofilter anaerob

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	<i>Organic loading</i>	4-5	kg COD/m ³ .hari
2	Ukuran media padat	2-6	cm
	Porositas		
3	rongga dalam media	70-95	%
4	Luas permukaan media filter	90-300	m ² /m ³
5	Kedalaman media filter	90-150	cm
6	Waktu tinggal hidrolis dalam filter	0.5-4	hari
7	Beban organik	0.2-15	kg COD/m ³ .hari
8	Efisiensi penyisihan BOD	70-90	%
9	Tinggi air diatas media	20	cm

• Biofilter Aerob

Biofilter aerob sama halnya dengan biofilter anaerob yakni reactor biologis yang memanfaatkan mikroorganisme melekat padamedia filter. Namun pada unit ini diberikan tambah pompa *blower* untuk memberikan udara pada air limbah. Biofilter anaerob juga berfungsi sebagai ruang *anoxic* untuk mereduksi ammoniak yang ada pada air limbah menjadi nitri atau nitrat. Kriteria desain biofilter anaerob menace pada buku B Panduan Perencanaan Teknik terinci SPALD-T (2018b). Berikut kriteria desain biofilter aerob.

Tabel 6. Kriteria desain biofilter anaerob

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Waktu tinggal	6-8	jam
2	Tinggi ruang lumpur	0,5	cm
3	Tinggi bed media filter	0,9-150	cm
4	Tinggi air diatas media filter	20	cm

• Bak Pengendap Akhir

Bak pengendap akhir berfungsi sebagai bak pengendap partikel yang masih terbawa setelah proses biologi. Karena air yang keluar dari proses pengolahan biologi masih memiliki warna yang keruh, sehingga diperlukan bak pengendap akhir. Kriteria desain bak pengendap akhir mengacu pada buku B Panduan Perencanaan Teknik Terperinci

SPALD-T (2018b). Kriteria desain bak pengendap akhir tersaji pada tabel 7.

Tabel 7. Kriteria desain bak pengendap akhir

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Waktu tinggal, td	1-5	jam
2	Laju beban organik	10	m ³ /m ² .hari
3	Beban permukaan	30-50	m ³ /m ² .hari

- Pompa Desinfektan

Desinfektan terbagi menjadi 2 cara yaitu dengan cara fisika dan kimia. Perencanaan ini menggunakan acuan desinfektan berupa proses kimia dengan menambahkan klorin pada saat air limbah menuju bak kontrol. Pembubuhan klorin menggunakan pompa yang dihubungkan dengan tabung klorin dan bak kontrol. Pompa desinfektan difungsikan sebagai pembawa zat kimia klorin. Dosis pembubuhan klorin sebanyak 1-5 mg/l dengan sisa klorin minimum 0,2 mg/l (Utama, 2016).

- Bak Kontrol

Bak kontrol berfungsi sebagai unit penampung air limbah yang telah diolah. Air yang masuk bak kontrol diambil sampelnya untuk melakukan pengujian kualitas air limbah hasil olahan. Kriteria desain bak kontrol mengacu pada tabel 8.

Tabel 8. Kriteria desain bak kontrol

Kriteria Desain	Nilai	Satuan
Waktu tinggal	1,5-2,5	jam
Beban pelimpah	<11	m ³ /m ² .jam
Beban permukaan	0,8-2,5	m ³ /m ² .jam
Kedalaman	3-6	m

HASIL DAN PEMBAHASAN

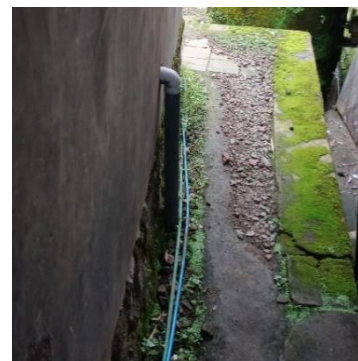
Lokasi perencanaan berada di Desa Depok, Kecamatan Bendungan, Kabupaten Trenggalek. Perencanaan menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa survei lokasi perencanaan dan pengambilan sampel air limbah. Data sekunder berupa data jumlah penduduk, baku mutu air limbah domestik menurut (Utama, 2016), harga standar upah dan jasa Kabupaten Trenggalek. Analisa proyeksi penduduk, debit air limbah dan dimensi unit pengolahan IPAL direncanakan setelah data primer dan data sekunder didapatkan.

Deskripsi Wilayah

Desa Depok berada di Kecamatan Bendungan, Kabupaten Trenggalek. Desa Depok memiliki jumlah penduduk sebanyak 4205 orang pada tahun 2020 dengan luas wilayah sebesar 14,1 ha (BPS, 2021). Perbatasan wilayah Desa Depok disebelah utara dengan Desa Dompok, di sebelah timur dengan Kabupaten Tulungagung, disebelah

selatan dengan Kecamatan Trenggalek dan disebelah barat dengan Desa Sumurup

Air limbah di Desa Depok berasal air buangan hasil aktivitas keseharian penduduk di Desa Depok seperti mandi, cuci dan kakus, serta beberapa fasilitas umum seperti masjid, puskesmas pembantu dan fasilitas pendidikan lainnya. Air limbah tersebut dibuang melalui pipa yang tersambung disetiap rumah. Sebagian air limbah langsung dibuang ke badan air yang tidak jauh dari pemukiman penduduk dan Sebagian lainnya disalurkan ke tangki septik yang tidak ada pengolahannya. Kondisi pembuangan air limbah dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Pipa yang tersambung di rumah penduduk



Gambar 2. Pipa langsung menuju badan air

Air limbah *grey water* dan *black water* di Desa Depok dicampurkan guna diujikan di laboratorium untuk mengetahui kualitas pada air limbah. Kualitas dari air limbah Desa Depok tersaji pada tabel 9.

Tabel 9. Kualitas Air Limbah Desa Depok

No	Parameter	Satuan	Hasil
1	pH	-	7,26
2	BOD	mg/L	22
3	COD	mg/L	73,4
4	TSS	mg/L	255,8
5	Amoniak	mg/L	17,9
6	Minyak & Lemak	mg/L	0,59
7	Total Koliform	MPN/100ml	11000

Tabel 9 menunjukkan kadar pencemar yang belum memenuhi baku mutu yaitu TSS, amoniak dan total koliform. Sehingga perlu di bangun pengolahan air limbah yang dapat mendegradasi beban pencemar tersebut.

Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk direncanakan untuk 20 tahun kedepan. hal ini mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.4 Tahun, 2017 yakni perencanaan jangka panjang. Perhitungan proyeksi menggunakan metode aritmatika dengan penduduk awal yang digunakan berupa data jumlah penduduk Desa Depok pada tahun 2020 yakni sebanyak 4205 orang (BPS, 2021) serta laju rasio yang telah ditentukan sebelumnya. berikut merupakan perhitungan untuk proyeksi penduduk 20 tahun kedepan. Perhitungan jumlah penduduk pada tahun ke-20 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_t &= P_0 (1 + r.t) \\ P_{20} &= 4.205 (1 + -0.0084676 \times 20) \\ P_{20} &= 4.205 (0,8306) \\ P_{20} &= 3.493 \text{ orang} \end{aligned}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} r &= \text{rasio} \\ P_t &= \text{penduduk tahun ke-} \\ P_0 &= \text{penduduk pada tahun awal} \end{aligned}$$

Proyeksi penduduk pada tahun ke-20 atau tahun 2040 sebanyak 3.493 orang. Sedangkan untuk fasilitas umum yang ditambahkan menggunakan pendekatan penduduk ekuivalen atau nilai PE untuk menentukan jumlah penduduk. berikut merupakan ringkasan fasilitas umum yang ada di desa Depok dan jumlah nilai PEnya yang dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Nilai PE setiap kegiatan di Desa Depok

Kegiatan	Bangunan	Nilai PE	Jumlah
Playgroup	12	0,27	3
TK	3	0,27	1
SD	4	0,27	1
Sltp	1	0,33	0
Puskesmas	1	0,02	0
Posyandu	7	0,02	0
Balai Kesehatan Ibu Dan Anak	3	0,02	0
Masjid	9	0,03	0
Musholah	24	0,03	1
Toko Obat	2	0,67	1
Total			8

Total jumlah penduduk yakni jumlah proyeksi ditambahkan dengan total nilai PE sehingga jumlah total penduduk dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} \text{jumlah total penduduk} &= \text{poyeksi} + \text{Nilai PE} \\ &= 3.493 \text{ orang} + 8 \\ &= 3.501 \text{ orang} \end{aligned}$$

Perencanaan Debit Air Limbah

Hasil perhitungan proyeksi penduduk dengan metode aritmatika didapatkan sebanyak 3.501 orang. jumlah penduduk tersebut dijadikan sebagai acuan debit air limbah yang akan diolah. perhitungan debit air limbah dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$\begin{aligned} Q_{\text{airminimum}} &= \text{jumlah penduduk} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 3.501 \text{ orang} \times 100 \text{ l/org/hari} \\ &= 350.100 \text{ l/hari} \end{aligned}$$

Sehingga perhitungan debit air limbah rata-rata sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ab}} &= Q_{\text{airminimum}} \times 80\% \\ &= 350.100 \text{ l/hari} \times 80\% \\ &= 280.080 \text{ l/hari} \end{aligned}$$

Debit puncak harian dihitung dengan mengkalikan debit air limbah rata-rata dengan faktor peak yang telah ditentukan.

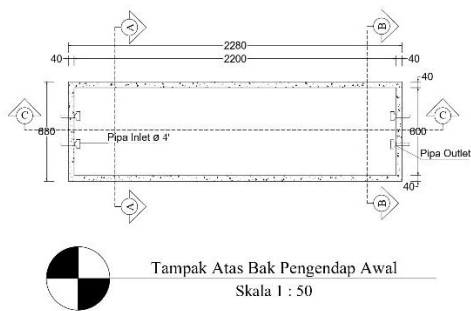
$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= Q_{\text{ab}} \times \text{PF} \\ &= 280.080 \text{ l/hari} \times 3,9 \\ &= 1.089.939,85 \text{ l/hari} \end{aligned}$$

hasil perhitungan diatas didapatkan debit puncak harian sebesar 1.089.939,85 l/hari aatau setara dengan 1.089,94 m³/hari.

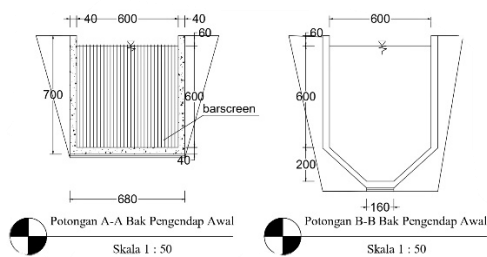
Perencanaan Desain IPAL

• Bak Pengendap Awal

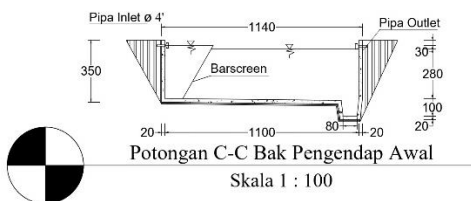
Bak Pengendap awal difungsikan untuk mengendapkan padatan yang terkandung dalam air limbah. Selain bak pengendap awal digunakan sebagai wadah air limbah sebelum masuk ke proses pengolahan biologi. Berdasarkan kriteria desain yang didapatkan, direncanakan dimensi bak pengendap awal memiliki panjang 11 m, lebar 3 m, kedalaman 4 m. Bak pengendap awal dilengkapi dengan *sludge hopper* (pengumpul lumpur) dengan dimensi tingg 1 m, lebar atas 1 m, lebar bawah 0,8 m, dan panjang 1 m. Waktu detensi pada bak pengendap awal selama 2 jam. Dimensi bak pengendap awal dapat dilihat pada gambar 3 sampai gambar 5.



Gambar 3. Tampak Atas Bak Pengendap Awal



Gambar 4. Potongan A-A dan B-B Bak Pengendap Awal



Gambar 5. Potongan C-C Bak Pengendap Awal

• **Bar Screen**

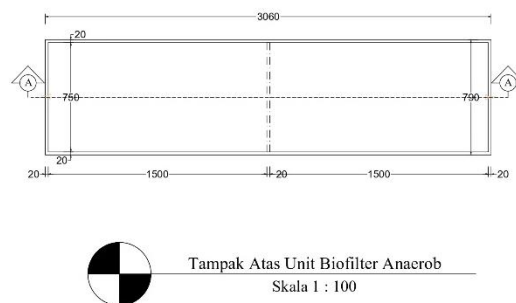
Bar screen digunakan sebagai alat untuk menyaring partikel kasar maupun sampah yang terbawa pada air limbah. Mengacu pada buku B Perencanaan Teknik Terinci SPALD-T tahun 2018, didapatkan panjang bar screen unit bar screen 8,65 m dan lebar 2,65 m, serta memiliki jumlah batang sebanyak 53 batang dengan jarak antar batang sebesar 0,05 m.

• **Biofilter Anaerob**

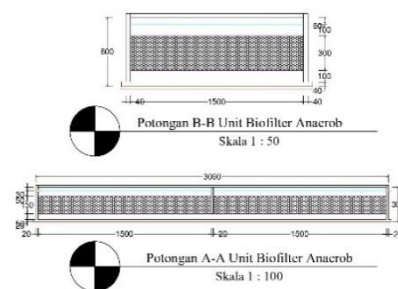
Biofilter Anaerob merupakan unit pengolahan biologis dengan pertumbuhan melekat. Air limbah yang masuk akan tersaring oleh media filter berupa sarang tawon, sehingga partikel terjebak dan bahan organik yang ada didegradasi oleh mikroorganisme yang melekat pada media. Unit biofilter anaerob pada IPAL komunal direncanakan memiliki 2 bak kompartemen dengan

masing masing kompartemen memiliki dimensi panjang kompartemen 15 m, lebar 7,5 m, serta memiliki kedalaman 2,5 m dengan *freeboard* 0,5 m.

Media yang digunakan untuk biofilter anaerob yakni berbentuk sarang tawon dengan spesifikasi bahan menggunakan plastic PVC *sheet* transparan dengan ketebalan media 0,15-0,23 mm. Menurut buku B Perencanaan Teknik Terperinci SPALD-T tahun 2018, media sarang tawon merupakan media terbaik untuk biofilter. Pernyataan tersebut diambil dari berbagai aspek seperti harga, perawatan, volume, ketahanan, dan lain-lain. Desain unit biofilter anaerob dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Tampak Atas Biofilter Anaerob



Gambar 7. Potongan Unit Biofilter Anaerob

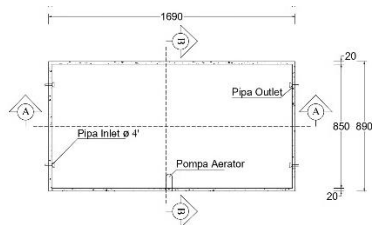
• **Biofilter Aerob**

Biofilter Aerob merupakan unit pengolahan biologis yang membutuhkan oksigen dalam proses pengolahan air limbah. Biofilter aerob juga berfungsi sebagai ruang anoxic untuk menghilangkan senyawa amoniak dengan mengubahnya menjadi nitrit maupun nitrat. media filter yang digunakan untuk biofilter aerob sama dengan biofilter anaerob, yakni menggunakan media sarang tawon.

Biofilter aerob memerlukan pompa *blower* atau *diffuser* untuk memasukan oksigen pada air limbah. Spesifikasi *blower* yang digunakan yaitu *blower* dengan tipe *While Charging Aerator* dengan

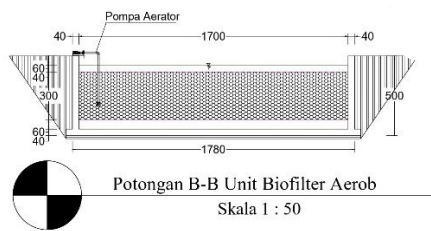
kapasitas debit 3000 l/menit dan membutuhkan tenaga listrik sebesar 1100 watt, serta debit kebutuhan oksigen sebesar 2607,1 l/menit.

Unit biofilter aerob direncanakan memiliki panjang 16,5 m, lebar 8,5 m dan kedalaman 2,5 m. Waktu detensi pada unit biofilter aerobik selama 6 jam. Desain biofilter aerob yang telah direncanakan dapat dilihat pada gambar berikut.



Tampak Atas Biofilter Aerob
Skala 1 : 100

Gambar 8. Tampak Atas Biofilter Aerob

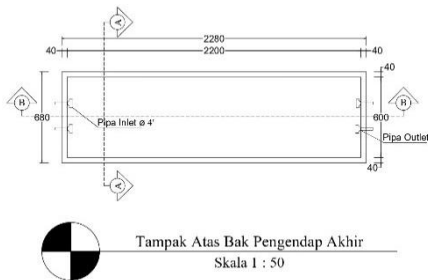


Potongan B-B Unit Biofilter Aerob
Skala 1 : 50

Gambar 9. Potongan Biofilter Aerob

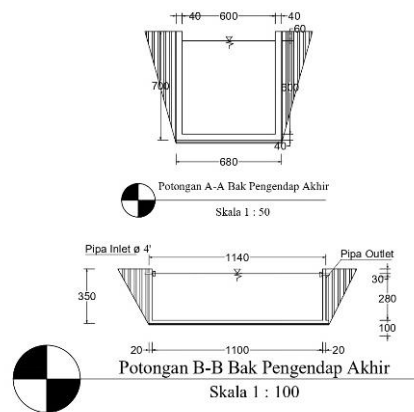
• Bak Pengendap Akhir

Bak pengendap akhir merupakan unit pengendapan lanjutan. air limbah yang telah melauai proses pengolahan biologis biasanya berwarna keruh, yang menandakan bahwa air limbah mengandung padatan yang belum terpisah. Sehingga diperlukan bak pengendap akhir untuk memisahkan padatan/lumpur dari air limbah. berikut merupakan dimensi bak pengendap akhir dengan panjang 11 m, lebar 3m dan tinggi 3 m. Waktu detensi pada bak pengendap akhir selama 2 jam.



Tampak Atas Bak Pengendap Akhir
Skala 1 : 50

Gambar 10. Tampak Atas Bak Pengendap Akhir



Gambar 11. Potongan Bak Pengendap Akhir

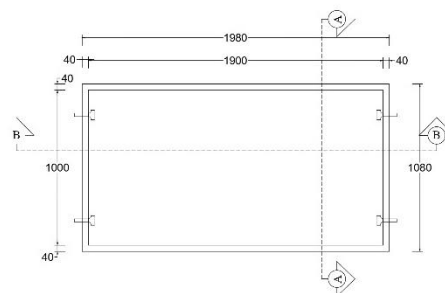
• Pompa Desinfeksi

Desinfeksi diperlukan dalam pengolahan air limbah domestik, karena air limbah domestik memiliki kadar pathogen yang cukup tinggi. Pada perencanaan ini, desinfeksi air limbah menggunakan bahan kimia berupa klorin dengan dosis 5mg/l sehingga diperlukan 5,45 kg/hari. Kapasitas tabung klorin dipasaran memiliki berat 150 kg. Sehingga untuk pergantian 1 tabung klorin memerlukan waktu 27,5 hari.

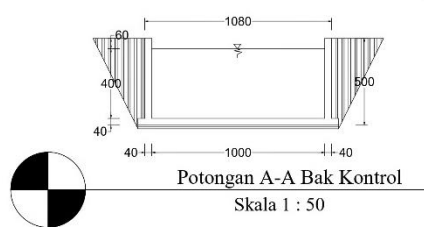
Desinfektan ditambahkan dari tabung gas melalui pompa dan diberikan pada saat air menuju bak kontrol. Waktu kontak air limbah dengan klorin minimal selama 15 menit. Pompa desinfektan memiliki headloss total sebesar 2,46 m.

• Bak Kontrol

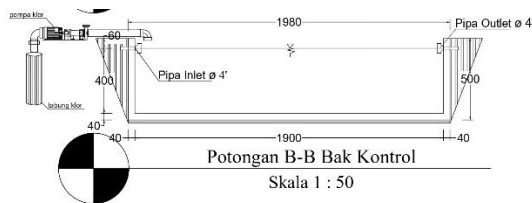
Bak kontrol pada dasarnya berfungsi sebagai penampung air limbah yang telah diolah. Air limbah yang telah diolah diambil dan dilakukan uji parameter beban pencemar agar mengetahui efisiensi pengolahan yang telah dilakukan. dimensi bak kontrol direncanakan memiliki panjang 9,5 m, lebar 5 m, dan memiliki kedalaman 2 m. waktu detensi yang dibutuhkan selama 2 jam.



Gambar 12. Tampak Atas Bak Kontrol



Gambar 13. Potongan A-A Bak Kontrol



Gambar 14. Potongan B-B Bak Kontrol

• **Rencana Anggaran Biaya**

Rencana Anggaran biaya meliputi perencanaan anggaran biaya pekerjaan konstruksi yang akan dikeluarkan. Satuan biaya mengacu pada harga satuan upah dan jasa Kabupaten Trenggalek tahun 2020. Berikut rencana anggaran biaya pembangunan IPAL komunal di Desa Depok yang tersaji pada tabel 2 dan rekapitulasi RAB pada tabel 3.

Tabel 8. Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 21,520,628.50
2	Pekerjaan Tanah	Rp 254,225,012.83
3	Pekerjaan Lantai Kerja	Rp 986,034,124.38
4	Pekerjaan Pipa IPAL	Rp 6,735,485.60
5	Pekerjaan Lain Lain	Rp 5,000,000.00
	Jumlah	Rp 1,273,515,251.31
	Total	Rp 1,273,515,251.31
	Dibulatkan	Rp 1,273,515,000.00

KESIMPULAN

Perencanaan IPAL komunal di Desa Depok disesuaikan dengan kondisi air limbah yang ada di Desa Depok. dibutuhkan tanah dengan luas 663 m² untuk membangun IPAL komunal dengan luas wilayah pelayanan sebesar 14,1 ha. Unit pengolahan pada IPAL komunal berupa *bar screen*, bak pengendap awal, biofilter anaerob-aerob, bak pengendap akhir, pompa desinfektan dan bak kontrol. Waktu total pengolahan air limbah selama 24 jam atau selama 1 hari. Rencana Anggaran biaya

untuk pembuatan IPAL komunal menghabiskan anggaran sebesar Rp 1.273.515.000,00

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik (2010) *Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja*. Badan Pusat Statistik.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Trenggalek (2021) *Kecamatan Bendungan Dalam Angka 2021*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Trenggalek.

Biro Hukum Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016) *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*.

Biro Hukum Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017) *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.

Direktur Jendral Cipta Karya (2018a) ‘Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) BUKU A Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-sistem Pelayanan dan Sub-sistem Pengumpulan’, in *Buku A. Buku A. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.

Direktur Jendral Cipta Karya (2018b) ‘Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T)’, in *Buku B. Buku B. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.

Gangaraju, Gedda.K.J.S. (2021) ‘Introduction to Conventional Wastewater Treatment Technologies: Limitations and Recent Advances’, *Material Research Forum LLC*, 91, pp. 1–36. Available at: <https://doi.org/10.21741/9781644901144-1>.

Tchobanoglous, George.B.F.L.S.H.D. (2003) ‘Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (Fourth Edition)’, in Metcalf & Eddy Inc. (ed.) *Metcalf & Eddy, Inc. Fourth Edition*. McGraw Hill Companies, Inc.

Tolksdorf, J. and Cornel, P. (2017) ‘Separating grey- and blackwater in urban water cycles - Sensible in the view of misconnections?’,

Water Science and Technology, 76(5), pp. 1132–1139. Available at: <https://doi.org/10.2166/wst.2017.293>.

Trikoilidou, E. *et al.* (2016) ‘Sustainable operation of a biological wastewater treatment plant’, in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Institute of Physics Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012093>.

Utama, T.T. (2016) ‘Diktat Kuliah Perencanaan Bangunan Pengolah Air Minum’.