

## PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SISTEM KOMUNAL PADA PERUMAHAN KODIM 1605 BELU

Fabiola E. Santo<sup>1</sup> (febysanto26807@gmail.com)  
 Sudiyo Utomo<sup>2</sup> (diyotomo@gmail.com)  
 Tri M. W. Sir<sup>3</sup> (trimwsir@yahoo.com)

### ABSTRAK

Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal pada perumahan KODIM 1605 Belu dilakukan karena rendahnya sanitasi serta adanya pencemaran pada sumber air dilingkungan perumahan tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan observasi terhadap jumlah penduduk, jenis rumah dan sarana sanitasinya serta produksi limbah yang dihasilkan untuk 200 sampel rumah. Sampel limbah diambil dari air limbah di sumur dan sungai pada perumahan KODIM 1605 Belu dan diperiksa di Laboratorium Dinas Kesehatan Propinsi NTT. Hasil pemeriksaan limbah menunjukkan hasil bahwa BOD (*Biological Oxygen Demand*) melebihi dari batas ketentuan kelayakan air limbah. Desain bangunan IPAL komunal direncanakan untuk pemakaian sampai dengan 10 tahun. Teknologi yang dipilih dalam pengolahan limbah adalah kombinasi anaerob dan aerob. Kapasitas desain IPAL yang digunakan adalah 150 m<sup>3</sup>/hari. Volume bak ekualisasi 32 m<sup>3</sup>, volume bak pengendapan awal 32 m<sup>3</sup>, volume bak biofilter anaerob 50 m<sup>3</sup>, volume bak biofilter aerob 45 m<sup>3</sup> dan volume bak pengendap akhir 32 m<sup>3</sup>. Diameter untuk pipa persil, servis dan pipa lateral adalah 100 mm dengan total panjang pipa 5.040 meter. Diameter pipa induk adalah 200 mm dengan panjang pipa 33 meter.

**Kata kunci : Air limbah; IPAL**

### ABSTRACT

*Wastewater Treatment Installation Plan in KODIM 1605 residential in Belu due to low sanitation and pollution on water sources around that cluster area. This research was done by using the observation method on the number of population, the kind of the house, and sanitation facilities and waste products that were produced from 200 house samples. The waste sample taken from the wastewater in some wells and rivers around the KODIM 1605 Belu Housing and checked in East Nusa Tenggara Health Department Laboratory. The result shows that BOD (Biological Oxygen Demand) exceed than the limit of the certain value of wastewater properness. The structure design of Wastewater Treatment Installation Plan with Comunal System have been plan for the usage up to 10 years. The technology that was taken on this waste treatment is the combination of anaerob and aerob. The capacity of the design of Wastewater Treatment Installation Plan is 150 m<sup>3</sup>/day. The equalization basin volume is 32 m<sup>3</sup>, the first sedimentation basin volume is 32 m<sup>3</sup>, the anaerob biofilter basin volume is 50 m<sup>3</sup>, the aerob biofilter basin volume is 45 m<sup>3</sup> dan the last sedimentation basin volume is 32 m<sup>3</sup>. The diameter of bulge pipe or the house connection pipe, service pipe and lateral pipe is 100 mm with total length of the pipe is 5.040 meters. The diameter of the prime pipe is 200 mm with the length of the pipe is 33 meters.*

**Keyword : Wastewater; Wastewater Treatment Installation Plan (WWTP)**

## PENDAHULUAN

Kabupaten Belu merupakan salah satu daerah perbatasan antara negara Indonesia dengan negara lain sehingga menjadi prioritas utama dalam pembangunan infrastruktur yang dilakukan oleh Pemerintah pusat. Merujuk pada target Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) tahun 2015-2019 mencapai 100% sanitasi layak maka Kabupaten Belu dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) memiliki visi “Menuju Kabupaten Belu yang

<sup>1</sup> Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>2</sup> Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>3</sup> Prodi Teknik Sipil, FST Undana

mandiri dalam menciptakan lingkungan sehat melalui peningkatan akses dan layanan sanitasi layak sesuai standar pelayanan maksimum pada tahun 2018". Berdasarkan Buku Putih Sanitasi (BPS) Kabupaten Belu (BPS, Kab. Belu, 2015), kepemilikan tangki septick suspek aman sebesar 60% dan penyaluran akhir tinja dengan menggunakan tangki septick yang tidak aman sebesar 40%. Tangki septik dikatakan tidak aman dikarenakan proses pembuangan tinja yang langsung ke media penerima (tanah, sungai) tanpa melalui saringan atau peresapan. Pada Perumahan KODIM 1605 Belu, terdapat 200 unit rumah dengan spesifikasi jenis rumah permanen dan semi permanen. Dari 200 unit rumah, terdapat 165 unit rumah semi permanent yang tidak layak sarana mandi, cuci dan kakus. Kakus dan kamar mandi di buat seadanya dengan sistem cubluk yang memiliki kedalaman sekitar 1 – 1,5 meter sehingga sangat tidak higienis dan dapat menimbulkan penyakit. Aktivitas mandi dan cuci dilakukan langsung di pinggiran sumur dan sungai sehingga air limbah akibat mandi dan cuci terbuang langsung disekitar sumur dan sungai. Hal tersebut, mengakibatkan tercemarnya sumur dan sungai yang merupakan sumber air baku bagi penduduk di komplek perumahan tersebut. Untuk mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan dan dalam rangka memenuhi standar kelayakan sanitasi, maka perlu direncanakan suatu sistem pengolahan air limbah. Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang direncanakan untuk Perumahan KODIM 1605 Belu adalah Sistem Komunal/Terpusat. IPAL Sistem Komunal diharapkan dapat menurunkan konsentrasi zat-zat pencemar sebelum air limbah tersebut dialirkan ke badan air penerima.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Limbah

Hampir disetiap aktivitas yang kita lakukan menghasilkan limbah, mulai dari proses metabolisme didalam tubuh hingga proses industri yang berbasis teknologi tinggi. Menurut UU No.23 Tahun 1997 (Kemen LH, 1997) tentang pengelolaan lingkungan hidup, pengertian limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Sugiharto (1987) membagi klasifikasi sumber air limbah menjadi dua bagian, yaitu air limbah rumah tangga (*domestic wastewater*) dan air limbah industri. Sumber utama air limbah domestik (rumah tangga) dari masyarakat adalah berasal dari daerah perumahan, perdagangan, kelembagaan dan rekreasi. Limbah non domestik adalah limbah yang berasal dari industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi dan sumber-sumber lain. Indikator yang umum diketahui pada pemeriksaan pencemaran air adalah pH atau konsentrasi ion hidrogen, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen, DO*), kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemiyal Oxygen Demand, BOD*) serta kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand, COD*).

### Parameter Desain IPAL

#### 1. Proyeksi Jumlah Penduduk

Perencanaan IPAL direncanakan dengan umur pemakaian 10 - 15 tahun sehingga perlu diketahui kenaikan jumlah penduduk sampai dengan 10 tahun yang akan datang. Rumus yang digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada 10 tahun yang akan datang adalah rumus geometri. Rumus tersebut dapat dilihat pada Persamaan (2.1).

$$P_t = P_o (1 + r)^n \quad (1)$$

Dimana :

$P_t$  = Jumlah penduduk pada tahun t

$P_o$  = Jumlah penduduk pada tahun awal

r = Rata-rata angka pertumbuhan penduduk

n = Jangka waktu dalam tahun

Angka pertumbuhan penduduk dapat dihitung dari jumlah penduduk pada tahun-tahun sebelumnya.

$$r = \frac{P_o - P_t}{P_t} \quad (2)$$

#### 2. Ketersediaan pelayanan air minum

Merupakan faktor penting dalam perencanaan pemakaian sewerage terutama sewerage yang

direncanakan membawa buangan padat disamping limbah cairnya. Pemakaian sewerage disarankan untuk daerah yang telah memiliki jaringan air bersihnya dengan besar pemakaian > 60 liter/orang/hari.

3. Kemiringan Tanah

Topografi akan menentukan sistem pengaliran air limbah, apakah gravitasi, pemompaan atau kombinasi. Kondisi tanah permukaan/topografi/kemiringan tanah, dimana daerah dengan kemiringan 1% lebih memberikan biaya ekonomis dalam pembangunannya dibandingkan dengan daerah yang datar.

**Perhitungan Teknis**

1. Debit Air Limbah

Perhitungan debit air limbah didasarkan pada jumlah pemakaian air minum. Volume air limbah adalah 80% volume air minum. Untuk pendekatan secara umum, berdasarkan SK-SNI dari Kementerian Pekerja Umum kriteria pemakaian air minum untuk katagori kota telah dikelompokkan dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Tingkat Pemakaian Air Minum Rumah Tangga Kategori Kota (SK-SNI Air Minum, 2000)

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (x 1.000 orang)	Tingkat Pemakaian AirMinum (ltr/orang/hari)	Debit Air Limbah (ltr/orang/har)
1	Kota Metropolitan	>1.000	190	152
2	Kota Besar	500 – 1.000	170	136
3	Kota Sedang	100 – 500	150	120
4	Kota Kecil	20 – 100	130	104
5	Kota Kecamatan	3 – 20	100	80
6	Kota Pusat Pertumbuhan	<3	30	24

a. Debit rata-rata aliran (Qr)

$$Q_r = 80\% \times Q \text{ air minum} \tag{3}$$

Dimana :

Qr = Debit rata-rata

80% = standar debit air limbah (SK-SNI Air Minum tahun 2000)

b. Debit Infiltrasi (Qinf)

$$Q_{in} = q_{inf} \cdot L / 1000 \tag{4}$$

Dimana :

Qinf = debit infiltrasi (l/det)

qinf = infiltrasi air tanah (l/det)

L = panjang saluran (meter)

c. Debit Aliran Jam Puncak (Qp)

Tabel 2 Faktor Puncak untuk Pipa Air Limbah (Departemen PUPR, 2015)

Jenis Pipa	f <sub>p</sub>
Pipa SR	6
Pipa lateral	4-6
Pipa cabang	3
Pipa induk	2,5
Pipa pembawa (trunk) atau outfall	2

$$Q_{pk} = F_p \times Q_r \tag{5}$$

Dimana :

Qpk = Debit puncak (m<sup>3</sup>/detik)

Fp = Faktor puncak (4-6)

Qr = Debit rata-rata (m<sup>3</sup>/detik)

d. Debit Minimum

$$Q_{min} = f_{min} \times Q_r \tag{6}$$

Dimana :

$Q_{min}$  = Debit minimum (m<sup>3</sup>/detik)

$f_{min}$  = Faktor minimum (0,3 - 0,5)

$Q_r$  = Debit rata-rata (m<sup>3</sup>/detik)

e. Debit desain

$$Q_{desain} = Q_{pk} + Q_{inf} \tag{7}$$

Dimana :

$Q_{desain}$  = Debit desain (m<sup>3</sup>/detik)

$Q_{pk}$  = Debit puncak (m<sup>3</sup>/detik)

$Q_{inf}$  = Debit infiltrasi (m<sup>3</sup>/detik)

## 2. Pilihan Teknologi IPAL

Sistem kombinasi anaerob/anaerob yang dipilih untuk sistem pengolahan lumpur tinja (IPLT) atau IPAL karena lebih efisien dalam pengoperasian dan pemeliharaan, serta menambah daya tampung/kapasitas sistem.

## 3. Penentuan Diameter Pipa

Tabel 3 Diameter Perpipaan Air Limbah (Kementerian PUPR dan Dirjen Cipta Karya, 2016)

Kategori Pipa Air Limbah	Kemiringan Pipa % (cm/m)	Dimensi Pipa (mm)	Keterangan
Pipa dari kloset	2	100	Pipa untuk menyalurkan air limbah dari kloset sampai bak kontrol rumah.
Pipa dari kamar mandi dan dapur	2	50	Pipa untuk menyalurkan air limbah dari fasilitas mandi-cuci sampai bak kontrol rumah
Pipa persil (Pipa halaman)	2	100	Pipa untuk menyalurkan air limbah dari bak kontrol rumah sampai bak kontrol utama (IC) air limbah atau IC pipa lateral.
Pipa Lateral	2	100	Pipa untuk menyalurkan air limbah dari bak kontrol utama ke pipa utama (cabang atau induk)
Pipa utama (cabang/induk)	1 – 2		Tergantung pada jumlah saluran rumah
< 80 rumah		100	
80 – 150 rumah		150	
150 – 300 rumah		200	

## METODE PENELITIAN

Objek penelitian adalah limbah di perumahan KODIM 1605 Belu dengan mengambil sampel 200 Rumah Tangga yang diklasifikasikan sebagai calon pengguna IPAL. Dengan jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa survei untuk mengetahui model MCK, luasan perumahan, luas rumah dan sarana pembuangan limbah, serta hasil pengukuran laboratorium untuk mengetahui kondisi air limbah di perumahan KODIM 1605 Belu, sedangkan Data sekunder adalah peta lokasitinjauan penelitian dan jumlah KK di perumahan KODIM 1605 Belu.

Teknik pengambilan data berupa : 1. Teknik Observasi, 2. Teknik Dokumentasi dan 3. Teknik Analisis Data. Analisis data sesuai dengan pembahasan standar pengolahan limbah dengan langkah-langkah sebagai berikut : a. Menentukan luasan perumahan dan luas rumah, b. Melakukan pemetaan saluran pipa pembawa limbah, c. Menentukan debit limbah untuk penentuan dimensi saluran pipa pembawa limbah, dan d. Mendesain IPAL.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Baku Mutu Air

Sistem sanitasi pada dasarnya memutus mata rantai transmisi penyakit yang disebabkan oleh kotoran manusia. Pemutusan ini dilakukan melalui penampungan kotoran pada unit pengolahan. Permen Lingkungan Hidup menyatakan bahwa kualitas hasil olahan infrastruktur sanitasi harus memenuhi standar baku mutu lingkungan dan menetapkan standar air buangan dengan empat parameter yang penting. Survei yang dilakukan di Perumahan KODIM 1605 Belu mengambil sampel air di sumur, air bekas cucian dan sungai yang mengalir disamping perumahan sebagai tempat pembuangan akhir. Sampel air limbah yang diambil dibawa ke Laboratorium Kesehatan Propinsi NTT untuk dilakukan pemeriksaan Mutu Air Limbah. Hasil pemeriksaan terhadap air limbah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan Air Limbah di Perumahan KODIM 1605 Belu (Lab.Dinkes NTT,2017)

Parameter	Satuan	Permen Lingkungan Hidup Nomor 82 Tahun 2001 Kadar Maksimum	Hasil Pemeriksaan
PH		6 – 9	7,4
BOD	mg/L	6	19,65
COD	mg/L	50	28
Minyak dan Lemak	µg/L	1000	0,0238

Hasil pemeriksaan Air Limbah di Perumahan KODIM 1605 Belu menunjukkan bahwa BOD (*Biological Oxygen Demand*) dengan nilai 19,65 mg/L melebihi dari standar yang seharusnya yaitu 6 mg/L sesuai standar Permen Lingkungan Hidup Nomor 82 Tahun 2001.

### ProyeksiJumlahPenduduk

Jumlah penduduk pada tahun  $t$  ( $P_t$ ) merupakan jumlah penduduk pada 10 tahun yang akan datang yaitu Tahun 2026. Jumlah penduduk pada tahun awal ( $P_o$ ) menggunakan data jumlah penduduk pada Tahun 2017 sesuai dengan waktu penelitian tugas akhir. Rata-rata angka pertumbuhan penduduk ( $r$ ) menggunakan data jumlah penduduk dari Tahun 2012 sampai dengan Tahun 2017. Tabel 5 menunjukkan kenaikan rata-rata pertumbuhan penduduk kompleks perumahan KODIM 1605 Belu, dimana diperoleh kenaikan rata-rata sebesar 0,005. Setelah memperoleh nilai rata-rata maka dapat di proyeksikan jumlah penduduk dari Tahun 2017 sampai dengan Tahun 2026. Hasil proyeksi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5 Jumlah Penduduk Rata-rata dan Kenaikan Rata-rata ( $r$ ) Penduduk Kompleks Perumahan Kodim 1605 Belu tahun 2012 – 2017

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kenaikan ( $r$ )
2012	1492	0
2013	1502	0,007
2014	1511	0,006
2015	1521	0,006
2016	1529	0,005
2017	1537	0,005
<b>Rata-rata</b>	<b>1515</b>	<b>0,005</b>

Tabel 6 Jumlah Proyeksi Penduduk Perumahan Kodim 1605 Belu Tahun 2017-2026

Tahun	Kenaikan rata-rata ( $r$ )	Jumlah Penduduk
2017	0,005	1537
2018	0,005	1544
2019	0,005	1552

Tahun	Kenaikan rata-rata (r)	Jumlah Penduduk
2020	0,005	1560
2021	0,005	1567
2022	0,005	1575
2023	0,005	1583
2024	0,005	1591
2025	0,005	1599
2026	0,005	1607
<b>Jumlah</b>		<b>15720</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>1572</b>

**Perhitungan Debit Air Limbah**

1. Panjang pipa

Panjang pipa yang digunakan adalah sebesar 2364 m berdasarkan hasil pengukuran di lokasi.

2. Debit rata-rata (Qr)

Jumlah penduduk Kabupaten Atambua adalah 201.734 jiwa sehingga diasumsikan berdasarkan kategori kota menurut tingkat pemakaian air minum standar rumah tangga pada Tabel 1, termasuk dalam kategori Kota Sedang. Tingkat pemakaian air minum untuk Kota Sedang adalah 150 liter/orang/hari berdasarkan Tabel 1 SK-SNI Air Minum tahun 2000.

$$\begin{aligned}
 Q_r &= 80\% \times Q \text{ air minum} \\
 Q_r &= 80\% \times 150 \text{ liter/orang/hari} \\
 Q_r &= 120 \text{ liter/detik} = 0,12 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

3. Debit Infiltrasi

Koefisien infiltrasi air tanah antara (1-3) l/detik/1000 meter panjang pipa sehingga digunakan nilai 1 L/detik dengan panjang pipa rencana 2364 m berdasarkan hasil pengukuran di lokasi.

$$\begin{aligned}
 Q_{inf} &= q_{inf} \times L / 1000 \\
 Q_{inf} &= 1 \text{ L/dtk} \times 2364 \text{ m} / 1000 \\
 &= 2,364 \text{ Liter/detik} \\
 &= 0,0024 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

4. Debit Puncak

Faktor puncak (fp) yang digunakan adalah 4.

$$\begin{aligned}
 Q_{pk} &= F_p \times Q_{rata-rata} \text{ (m}^3/\text{detik)} \\
 Q_{pk} &= 4 \times 0,12 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,48 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

5. Debit Minimum

Faktor minimum yang digunakan adalah 0,3.

$$\begin{aligned}
 Q_{min} &= f_{min} \times Q_r \text{ (m}^3/\text{detik)} \\
 Q_{min} &= 0,3 \times 0,12 \text{ (m}^3/\text{detik)} \\
 Q_{min} &= 0,036 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

6. Debit Desain

$$\begin{aligned}
 Q_d &= Q_{pk} + Q_{inf} \\
 &= 0,48 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,0024 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,4824 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

**Diameter Saluran Pipa Pembuangan**

Saluran pipa pembuangan terdiri atas 4 jenis pipa yaitu pipa persil/ pipa sambungan rumah (SR), pipa servis, pipa lateral dan pipa mayor/ pipa induk. Penentuan dimensi pipa dilakukan sesuai dengan standar dari Buku 3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik–Terpusat Skala Permukiman (Kementrian PUPR, Dirjen CK, 2016) yang dapat dilihat pada Tabel 3. Koefisien kekasaran saluran ditentukan berdasarkan jenis pipa yang digunakan yaitu jenis pipa uPVC yang material pembuatannya dikhususkan untuk mengalirkan air limbah. Nilai n yang dipakai adalah

0,012.(Pedoman Jaringan Air Limbah, 2014). Diameter saluran pipa untuk pipa SR, pipa servis dan pipa lateral berukuran 100 mm, sedangkan untuk pipa mayor/pipa induk adalah 200 mm.

**Dimensi Bangunan Pengolahan Limbah**

Bangunan Pengolahan Limbah sebagai bak penampung limbah memiliki dimensi yang ditentukan oleh limbah yang dihasilkan oleh penduduk di Kompleks KODIM 1605 Belu. Kapasitas air limbah diasumsikan dari 200 sambungan rumah sehingga air limbah yang dihasilkan dapat dilihat pada perhitungan berikut :

- Jumlah SR = 200 unit (jumlah sampel)
- Jumlah penduduk (P<sub>10</sub>) = 1607 orang (asumsi jumlah penduduk 10 tahun)
- Air bersih yang digunakan = 150 ltr/org per hari (berdasarkan Tabel 1)
- Limbah yang dihasilkan = 80% dari air bersih = 120 ltr/org per hari (berdasarkan Tabel 1)
- Total limbah cair = 120 ltr/org/hari x 1607 = 192.840 ltr/org/hari

Survei pemanfaatan air untuk kebutuhan sehari-hari dilakukan terhadap 200 sambungan rumah yang menjadi sasaran penelitian. Setiap rumah diberikan pertanyaan melalui kuisisioner yang menanyakan tentang kehidupan keseharian masyarakat dalam kompleks. Rekapitan hasil kuisisioner dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Kuisisioner di Kompleks KODIM 1605 Belu

No	Pertanyaan	Pilihan jawaban	Jawaban (KK)	Presentasi
1	Pendidikan	a. Tamat SD	19	9.5
		b. Tamat SMP	60	30
		c. Tamat SMA	120	60
		d. Tamat Perguruan Tinggi	1	0.5
2	Pekerjaan	a. Petani		
		b. TNI	200	100
		c. PNS		
		d. Swasta/pedagang		
		e. Buruh		
3	Pendapatan	a. 2.000.000 - 2.500.000	95	47.5
		b. 2.500.000 - 3.000.000	63	31.5
		c. 3.000.000 - 3.500.000	35	17.5
		d. 3.500.000 - 4.000.000	4	2
		e. 4.000.000 - 5.000.000	3	1.5
4	Tipe Rumah	a. Permanent	35	17.5
		b. Semi Permanent	23	11.5
		c. Tidak Permanent	142	71
5	Dimana keluarga mendapatkan sumber air bersih	a. Sumur	165	82.5
		b. Sungai	52	26
		c. Pipa PDAM	-	
		d. Tangki Air	69	34.5
6	Air bersih dipakai untuk apa saja	a. Mandi	200	100
		b. Cuci	200	100
		c. Masak	200	100
7	Pada jam berapa keluarga melakukan aktivitas mandi	a. 00.00 - 05.00		
		b. 05.00 - 08.00	180	90
		c. 08.00 - 15.00	20	10
		d. 15.00 - 20.00	196	98
		e. 20.00 - 24.00		

8	Pada jam berapa keluarga melakukan aktivitas cuci	a. 00.00 - 05.00		
		b. 05.00 - 08.00	150	75
		c. 08.00 - 15.00	35	17.5
		d. 15.00 - 20.00	15	7.5
		e. 20.00 - 24.00		
9	Pada jam berapa keluarga melakukan aktivitas masak	a. 00.00 - 05.00		
		b. 05.00 - 08.00	30	15
		c. 08.00 - 15.00	170	85
		d. 15.00 - 20.00	67	33.5
		e. 20.00 - 24.00		
10	Dimana keluarga melakukan BAB	a. WC rumah	189	94.5
		b. WC umum	11	5.5
		c. Sungai, hutan	44	22
11	Apakah Bapak/Ibu mengetahui tentang pencemaran air sungai atau air sumur?	a. Ya	48	24
		b. Tidak	151	75.5
12	Apakah ada anggota keluarga yang pernah terkena penyakit kulit	a. Ya	117	58.5
		b. Tidak	83	41.5

Presentasi aktivitas mandi, cuci, masak yang dilakukan di jam 05.00 - 08.00 adalah sebesar 60%. Hal ini menunjukkan bahwa jam puncak terjadi sebanyak 3 jam per hari. Total air limbah yang dihasilkan setiap hari adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total air limbah setiap hari} &= 192.840 \text{ ltr/hari} \\ \text{Jumlah limbah pada jam puncak} &= 60\% \times 192.840 \text{ ltr/hari} \\ &= 115.704 \text{ ltr (dalam waktu 3 jam)} \end{aligned}$$

Oleh karena itu ditambahkan 30% dari total air limbah yang dihasilkan pada jam puncak untuk memenuhi beban air limbah yang masuk sebelum dan setelah beban puncak.

$$\begin{aligned} \text{Total kapasitas bak pengolahan air limbah (IPAL)} &= 115.704 + (30\% \times 115.704) \\ &= 150.415 \text{ liter} = 150 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas desain yang direncanakan} = 150 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

#### 1. Desain Bak Ekualisasi / Penampung Air

$$\begin{aligned} \text{Kriteria perencanaan} &: \\ \text{Retention time} &= 5 \text{ jam (diambil nilai maksimum dari 3 – 5 jam)} \end{aligned}$$

$$\text{Volume bak} = \frac{5}{24} \text{ hari} \times 150 \text{ m}^3 / \text{hari} = 31,25 \text{ m}^3$$

Maka ditetapkan dimensi bak ekualisasi / penampung air dengan rincian sebagai berikut :

$$\text{Panjang} = 5,00 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 2,50 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 2,50 \text{ m}$$

$$\text{Ruang bebas} = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{Volume efektif} = 31,25 \text{ m}^3$$

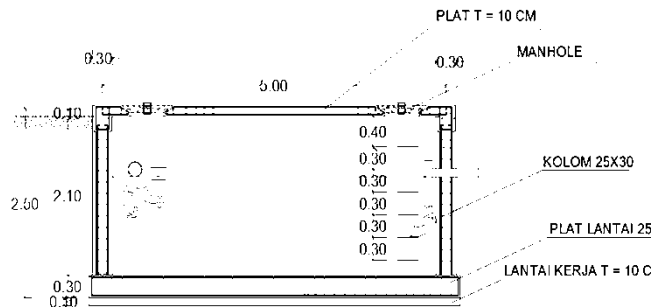
$$\text{Konstruksi} = \text{Beton K300}$$

Kontrol :

$$\text{Volume efektif} = 31,25 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu tinggal didalam bak} = \frac{31,25 \times 24}{150} \text{ jam/hari} = 5 \text{ jam}$$





Gambar2. Bak Ekualisasi/ Penampungan Air

## 2. Desain Bak Pengendapan Awal

Unit ini direncanakan dapat mengendapkan (50 – 70)% padatan yang tersuspensi (*suspended solid*) dan mengurangi (30 – 40)% BOD.

Diketahui :

Kapasitas desain = 150 m<sup>3</sup>/ hari

Retention time = 5 jam

Volume bak =  $\frac{5}{24}$  hari x 150 m<sup>3</sup> = 31,25 m<sup>3</sup>

Maka ditetapkan dimensi bak ekualisasi / penampung air dengan rincian sebagai berikut :

Panjang = 5,00 m

Lebar = 2,50 m

Tinggi = 2,50 m

Ruang bebas = 0,50 m

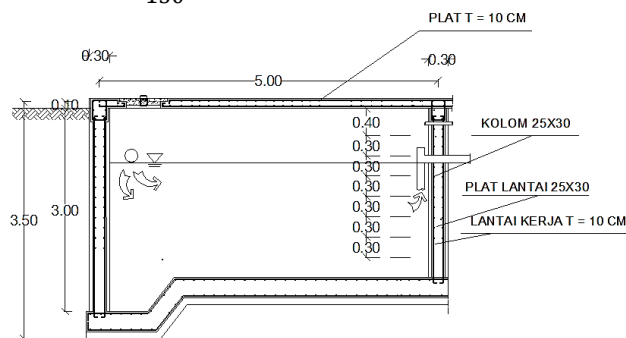
Volume efektif = 31,25 m<sup>3</sup>

Konstruksi = Beton K300

Kontrol :

Volume efektif = 31,25 m<sup>3</sup>

Waktu tinggal didalam bak =  $\frac{31,25 \times 24}{150}$  jam/hari = 5 jam



Gambar3. Bak Pengendap Awal

## 3. Desain Bak Biofilter Anaerob

Unit ini direncanakan dapat mengendapkan (50 – 70)% padatan yang tersuspensi (*suspended solid*) dan mengurangi (30 – 40)% BOD.

Diketahui :

Kapasitas desain = 150 m<sup>3</sup>/ hari

Tinggi ruang lumpur = 0,50 m

Tinggi air diatas bed media = 20 cm

Tinggi media mikroba = 0,9 – 1,5 m

Untuk pengolahan air limbah dengan proses biofilter, standar beban BOD per volume media 0,5 – 4 kg BOD/m<sup>3</sup>. Ditetapkan beban BOD yang digunakan adalah 0,5 kg BOD/m<sup>3</sup> dengan kadar maksimal BOD 100 g/m<sup>3</sup>.

Beban BOD dalam air limbah:

BOD = 150 m<sup>3</sup>/ hari x 100 g/m<sup>3</sup> = 15 kg/hari

Volume media yang diperlukan :

$$V_{\text{media}} = \frac{15 \text{ kg/hari}}{0,5 \text{ kg m}^3/\text{hari}} = 30 \text{ m}^3$$

$V_{\text{media}} = 60\%$  dari total volume reaktor

Volume reaktor yang diperlukan :

$$V_{\text{reaktor}} = \frac{100}{60} \times 30 \text{ m}^3 = 50 \text{ m}^3$$

$$\text{Retention time} = T = \frac{50 \text{ m}^3/\text{hari}}{150 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} = 8 \text{ jam}$$

Maka ditetapkan dimensi bak anaerob dengan rincian sebagai berikut :

Panjang = 6,00 m

Lebar = 2,25 m

Tinggi = 3,30 m

Ruang bebas = 0,50 m

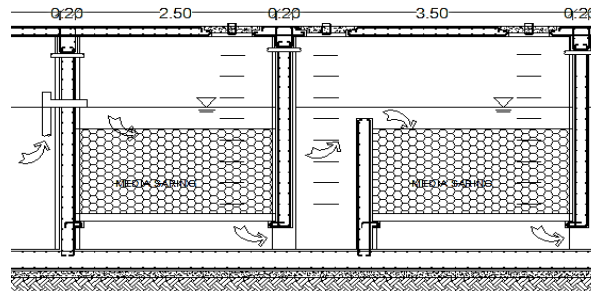
Volume efektif = 50,00 m<sup>3</sup>

Konstruksi = Beton K300

Kontrol :

Volume efektif = 50,00 m<sup>3</sup>

Waktu tinggal didalam bak =  $\frac{50}{150} \times 24 \text{ jam/hari} = 8 \text{ jam}$



Gambar4. Biofilter Anaerob

#### 4. Desain Bak Biofilter Aerob

Kapasitas desain = 150 m<sup>3</sup>/ hari

Tinggi ruang lumpur = 0,50 m

Tinggi air di atas bed media = 20 cm

Tinggi media mikroba = 1,2 m

Kadar maksimal BOD = 100 mg/L

BOD = 60% = 60 mg/L

Beban BOD dalam air limbah:

BOD = 150 m<sup>3</sup>/ hari x 60 g/m<sup>3</sup> = 9 kg/hari

Beban BOD per volume media yang digunakan adalah 0,5 g/m<sup>3</sup> per hari.

Volume media yang diperlukan :

$$V_{\text{media}} = \frac{9 \text{ kg/hari}}{0,5 \text{ kg/hari}} = 18 \text{ m}^3$$

$V_{\text{media}} = 40\%$  dari total volume reaktor

Volume reaktor Biofilter Aerob yang diperlukan :

$$V_{\text{reaktor}} = \frac{100}{40} \times 18 \text{ m}^3 = 45 \text{ m}^3$$

Maka ditetapkan dimensi bak aerob dengan rincian sebagai berikut :

Panjang = 5,00 m

Lebar = 2,50 m

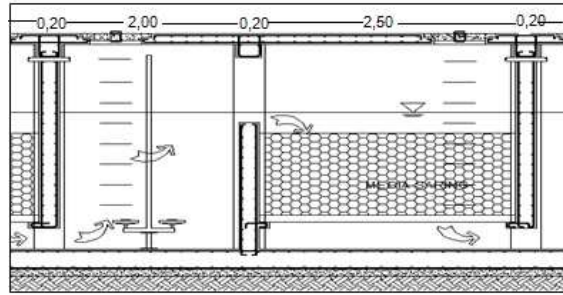
Tinggi = 3,20 m

Ruang bebas = 0,50 m

Volume efektif = 45,00 m<sup>3</sup>

Konstruksi = beton K300

$$\text{Retention time} = T = \frac{45}{150} \times 24 \text{ jam/hari} = 7,2 \text{ jam} \approx 8 \text{ jam}$$



Gambar5.BakBiofilterAerob

#### 5. Desain Bak Pengendap Akhir

Kapasitas desain = 150 m<sup>3</sup>/ hari

Retention time = 5 jam (diambil nilai maksimum dari 2 – 5 jam)

Volume bak =  $\frac{5}{24}$  hari x 150 m<sup>3</sup> / hari = 31,25 m<sup>3</sup>

Maka ditetapkan dimensi bak pengendap akhir dengan rincian sebagai berikut :

Panjang = 5,00 m

Lebar = 2,50 m

Kedalaman air = 2,50 m

Ruang bebas = 0,50 m

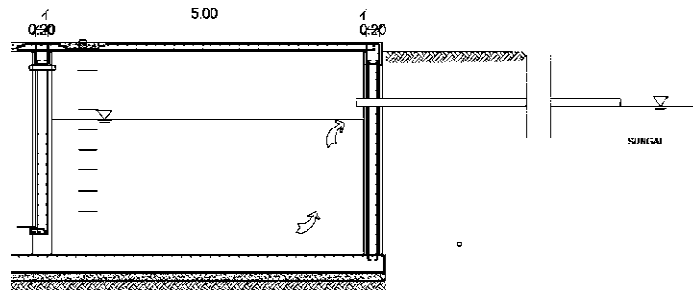
Volume efektif = 31,25 m<sup>3</sup>

Konstruksi = Beton K300

Kontrol :

Volume efektif = 31,25 m<sup>3</sup>

Waktu tinggal didalam bak =  $\frac{31,25}{150} \times 24 \text{ jam/hari} = 5 \text{ jam}$



Gambar6.BakPengendapAkhir

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dibahas pada bab sebelumnya maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa *Unplasticized Polyvinyl Chloride (uPVC)* yang spesifikasinya digunakan untuk air limbah. Diameter pipa yang digunakan untuk pipa persil/ sambungan rumah (SR), pipa servis, pipa lateral berukuran 100 mm serta pipa utama adalah 200 mm.
2. Dimensi bangunan IPAL yang didesain untuk pemakaian sampai dengan 10 tahun yang akan datang adalah sebagai berikut : Bak ekualisasi/penampung air adalah 32 m<sup>3</sup>, Bak pengendapan awal adalah 32 m<sup>3</sup>, Bak biofilter anaerob adalah 50 m<sup>3</sup>, Bak biofilter aerob adalah 45m<sup>3</sup>, Bak pengendap akhir adalah 32 m<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh total volume bangunan IPAL adalah 191 m<sup>3</sup>, dengan luas total kebutuhan lahan untuk bangunan IPAL sebesar 65 m<sup>2</sup>.

## SARAN

Beberapa saran yang diberikan penulis terkait dengan penelitian ini antara lain :

1. Perkembangan jumlah penduduk pada kompleks perumahan KODIM 1605 Belu dinamis dikarenakan kota Atambua merupakan daerah perbatasan sehingga angka pertambahan personil pada KODIM 1605 Belu selalu stabil bahkan meningkat. Pembangunan IPAL pada kompleks perumahan KODIM 1605 Belu merupakan percontohan yang juga dapat digunakan pada kompleks perumahan militer lainnya yang sudah dibangun di beberapa titik perbatasan di Kabupaten Belu dan TTU.
2. Perlu dilakukan perbaikan pada sarana MCK di kompleks perumahan KODIM 1605 Belu yang masih sangat jauh dari standar sanitasi.
3. Sarana IPAL yang dibangun akan menimbulkan konflik sosial akibat tidak terpeliharanya sarana yang dibangun sehingga perlu adanya kelompok *operation and maintainance* pada kompleks perumahan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Belu, 2015. *Kabupaten Belu Dalam Angka*. Buku Statistik. Belu
- Dep. PU, Dirjen CK, 2007. *Rencana Program Investasi Jangka Menengah Bidang PU/Cipta Karya*. Buku Panduan Penanganan Air Limbah. Jakarta
- Dep. PU, Dirjen CK, 2007. *Rencana Program Investasi Jangka Menengah Bidang PU/Cipta Karya*. Buku Panduan Penanganan Air Minum. Jakarta
- Kementrian PUPR, Dirjen CK, Direktorat Pengembangan Kesehatan Lingkungan dan Permukiman, 2016. *Buku 3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik – Terpusat Skala Permukiman*. Buku Saku Pedoman Teknis. Jakarta
- Kementrian LH, 1997. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Undang-undang. Jakarta
- Kementrian PUPR, Dirjen CK, 2015. *Pengembangan Pengelolaan Air Limbah*. Buku Panduan Teknis. Jakarta
- Sugiharto, 1987, “*Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*”, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.