

# Evaluasi Kinerja Dan Operasional Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Di Kelurahan Girian Indah Kecamatan Girian Kota Bitung

Adam Theofilus Duma<sup>#1</sup>, Isri R. Mangangka<sup>#2</sup>, Roski R. I. Legrans<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

<sup>1</sup>theofilusduma08@gmail.com; <sup>2</sup>isri.mangangka@unsrat.ac.id; <sup>3</sup>legransroski@unsrat.ac.id

## Abstrak

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal merupakan sebuah solusi pengolahan air limbah domestik pada permukiman penduduk. IPAL Komunal yang ada di Kelurahan Girian Indah menggunakan teknologi pengolahan ABR (Anaerobic Baffled Reactor) dan melayani 46 SR atau 172 jiwa yang terlayani. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif, kuantitatif dan kualitatif, dimana tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan evaluasi kinerja dan operasional IPAL Komunal. Dari hasil observasi, Kondisi eksisting IPAL Komunal cukup baik, hal ini dapat dilihat dari keadaan IPAL yang masih terawat dan tidak didapati masalah luapan air limbah pada IPAL akibat influen yang masuk. Penelitian ini juga menganalisis kinerja pengolahan IPAL melalui pengujian parameter TSS, BOD, COD, dan T.Coliform dengan mengacu pada peraturan pemerintah. Berdasarkan pengujian laboratorium, pada bagian inlet IPAL kadar pencemaran melebihi kadar maksimum, sedangkan pada bagian outlet IPAL kadar pencemar pada hari kedua yaitu parameter T.Coliform melewati kadar maksimum. Analisis air limbah menggunakan perhitungan efisiensi removal menunjukkan kemampuan reaktor ABR untuk menurunkan kandungan bahan-bahan pencemar yang masuk kedalam reaktor cukup baik, sedangkan analisis air limbah menggunakan metoda storet menunjukkan nilai pada inlet -40 berada pada kelas D yaitu cemar berat, dan nilai pada outlet kelas C yaitu cemar sedang. Pada aspek ekonomi-sosial rata-rata pekerjaan kepala keluarga pengguna IPAL adalah pekerjaan swasta. Masyarakat pengguna IPAL juga siap membentuk Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP) atau Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM). Diberikan rekomendasi teknis yaitu melakukan redesign pada bak atau tangki pengendapan, sehingga didapatkan dimensi  $L = 5$  meter,  $P = 6$  meter, sebelumnya 1,5 meter dan  $T = 2,3$  meter.

**Kata kunci** – evaluasi IPAL, kelurahan Girian Indah

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pada dasarnya air limbah atau air buangan rumah tangga merupakan permasalahan sanitasi yang selalu diperhadapkan dengan masyarakat, terutama wilayah perkotaan, dimana peningkatan kebutuhan air bersih dan sekaligus produksi limbah cair terus meningkat. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 16/PRT/2008 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Limbah Permukiman, penanganan limbah domestik rumah tangga merupakan hal penting dalam penanganan sanitasi lingkungan setempat. Instalasi pengolahan air limbah adalah sebuah teknologi untuk menangani masalah-masalah pengolahan air limbah komunal.

Kota Bitung merupakan salah satu kota yang dalam beberapa tahun ini mengalami peningkatan penduduk serta pembangunan yang sudah berkembang dengan pesat. Menurut data Kelurahan Girian Indah, jumlah penduduk Kelurahan Girian Indah Tahun 2022 berjumlah 8.688 jiwa.

Air limbah adalah sisa air yang berasal dari suatu kegiatan yang menghasilkan air limbah, yang biasa disebut limbah domestik, dimana terkandung zat dan bahan yang berbahaya bagi lingkungan sekitar terutama bagi manusia (Notoatmodjo, 2003). Terdapat 2 (dua) karakteristik air limbah domestik yaitu *black water* dan *grey water*. *Black water* merupakan campuran dari tinja dan air seni dan menghasilkan air limbah yang berasal dari pembuangan WC dan biasanya ditampung didalam *septic tank*, sedangkan air limbah *grey water* adalah air limbah yang berasal dari sisa kegiatan mencuci dan mandi yang biasanya langsung dibuang ke saluran drainase.

Instalasi pengolahan air limbah merupakan bagian penting pada keberlangsungan fasilitas sanitasi, hal ini bertujuan agar terciptanya keseimbangan dengan penyedia permintaan fasilitas sanitasi serta *effluent* dari pengolahan tidak mencemari lingkungan sekitar terutama pada air. IPAL komunal melayani sekelompok rumah tangga yang tersambung dengan jaringan perpipaan yang akan membawahkan air limbah domestik sampai ke instalasi pengolahan air limbah. Penggunaan IPAL komunal ini bisa menjadikan kota yang sehat tentunya dengan pengelolaan yang tepat.

**B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, sehingga dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah, Kecamatan Girian, Kota Bitung?
2. Bagaimana kualitas air limbah *inlet* dan *outlet* IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah, Kecamatan Girian, Kota Bitung?
3. Bagaimana kondisi IPAL komunal ditinjau dari Aspek Teknis dan Aspek Sosial-Ekonomi?

**C. Batasan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Evaluasi kondisi eksisting IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah, Kecamatan Girian, Kota Bitung.
2. Identifikasi kualitas air limbah pada *inlet* dan *outlet* IPAL Komunal.
3. Identifikasi permasalahan yang terjadi pada IPAL Komunal dari aspek teknis, dan aspek sosial-ekonomi.

**D. Tujuan Penelitian**

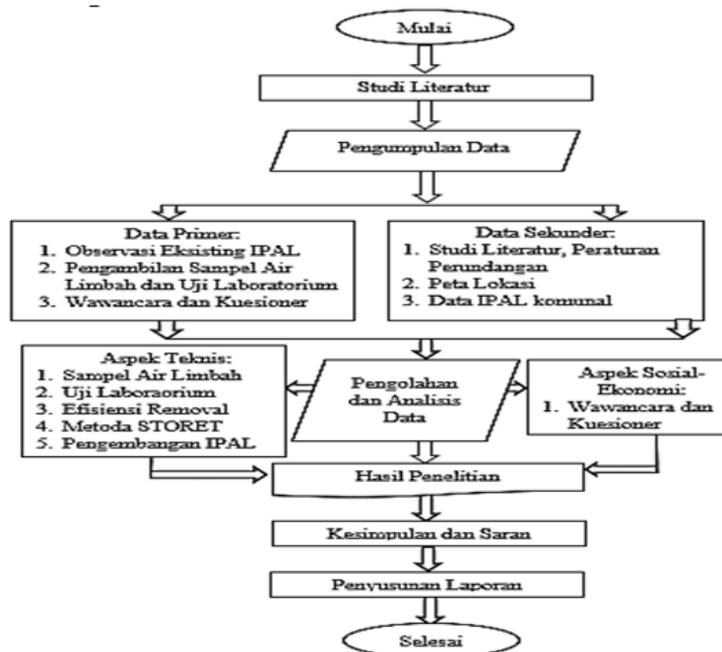
Adapun manfaat penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sistem IPAL komunal yang ada di Kelurahan Girian Indah, Kecamatan Girian, Kota Bitung.
2. Mengetahui kualitas air limbah IPAL komunal sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air

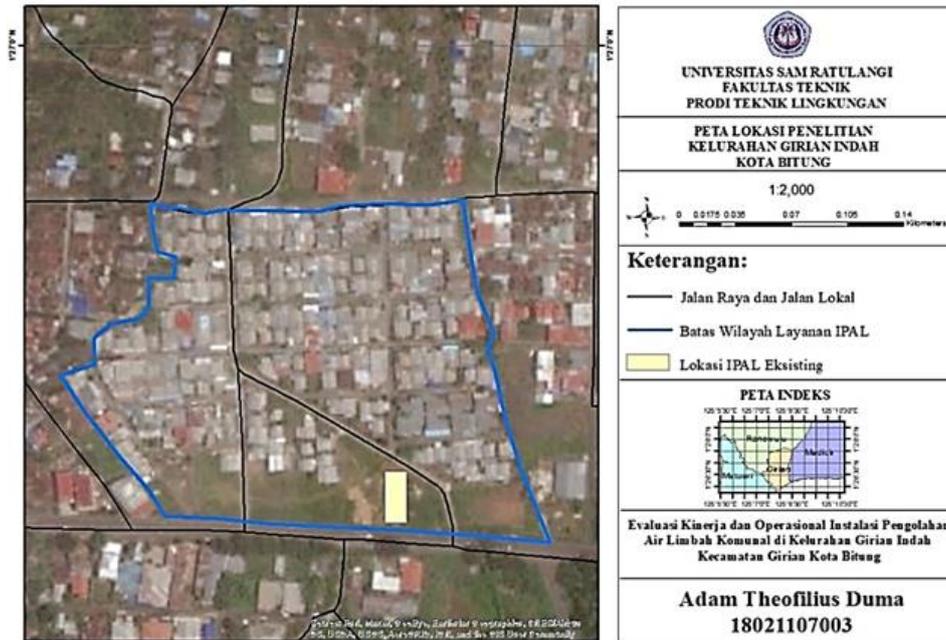
3. Mengetahui permasalahan dan kondisi yang terjadi pada IPAL komunal di Kelurahan Girian Indah, Kecamatan Girian, Kota Bitung.

**E. Ruang Lingkup Penelitian**

1. Nilai kadar maksimum air limbah mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. Serta parameter yang akan diuji yaitu, TSS, BOD, COD, dan *Total Coliform*.
2. Pengambilan sampel air limbah pada bak *inlet* dan *outlet* dilakukan selama 3 hari berturut-turut, dan 2 (dua) kali pengambilan pada setiap harinya
3. Tinjauan kondisi Aspek Sosial-Ekonomi akan dilakukan wawancara disertai dengan kuesioner.
4. Analisis efisiensi total proses pengolahan dimana akan dihitung berdasar kualitas inlet dan kualitas outlet dalam persen (%). Metoda yang digunakan dalam perhitungan status mutu air menggunakan metoda STORET
5. Tidak melakukan perhitungan RAB pada rekomendasi gambar.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Lokasi Penelitian

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Kelurahan Girian Indah Kecamatan Girian Kota Bitung. Prosedur penelitian digambarkan dalam bagan alir pada Gambar 1

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. IPAL Komunal Kelurahan Girian Indah

IPAL Komunal Kelurahan Girian Indah terletak di Kelurahan Girian Indah, Kecamatan Girian, Kota Bitung. Dikelolah langsung oleh Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Kota Bitung. Pembangunan IPAL ini dilaksanakan pada awal tahun 2019, dan beroperasi pada akhir tahun 2019.

Tempat lokasi penelitian ini memiliki batas-batas wilayah, dimana pada bagian utara berbatasan langsung dengan Kecamatan Ranowulu, bagian barat berbatasan langsung dengan Kecamatan Matuari, bagian timur berbatasan langsung dengan Kecamatan Madidir, dan bagian selatan berbatasan langsung dengan Selat Lembeh.

Pada awal perencanaan IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah, Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Kota Bitung memiliki target sebanyak 150 Sambungan Rumah (SR), akan tetapi dengan adanya pro dan kontra dari masyarakat sekitar, sehingga jumlah sambungan rumah yang terpasang adalah 46 SR atau 172 jiwa yang terlayani.

### B. Kondisi Eksisting

IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah dibagi menjadi 2 (dua) area verifikasi, dimana area 1 terdapat 29 SR, sedangkan area 2 terdapat 17 SR, serta terdapat 55 MH (Manhole).

Bangunan IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah menggunakan jaringan perpipaan dimana pada setiap sambungan rumah terlayani yang menghasilkan *Grey Water* dan *Black Water* akan dialirkan kepipa yang telah disambung menuju IPAL. Kondisi eksisting IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah cukup baik, hal ini dapat dilihat dari keadaan IPAL yang masih terawat. Berdasarkan hasil wawancara penulis dengan masyarakat pengguna IPAL, menurut masyarakat pengguna IPAL, penulis tidak mendapati keluhan dari masyarakat pengguna IPAL, tetapi ada beberapa masukan dari masyarakat yaitu melakukan penambahan personil pengawas, agar IPAL di Kelurahan Girian Indah terawat dengan baik.

Berdasarkan tinjauan langsung penulis di IPAL, penulis mendapati ada sampah plastik dibak pengendapan, yang kemungkinan berasal dari sambungan rumah masyarakat pengguna IPAL, akan tetapi pada saat penulis melakukan wawancara disertai kuesioner semua masyarakat pengguna IPAL mengatakan tidak pernah membuang sampah pada saluran. Kemungkinan besar masyarakat pengguna IPAL terkadang tidak sadar saat melakukan kegiatan MCK tidak melihat sampah plastik masuk kedalam saluran yang menuju IPAL, maka dari itu perlu kesadaran dari masyarakat pengguna IPAL agar memperhatikan sampah-sampah pada saat melakukan kegiatan MCK.

Hal yang sangat tidak terpuji, penulis dapati pada saat observasi di stasiun pompa IPAL Kelurahan Girian Indah yang digunakan untuk melakukan proses aerasi, yaitu pompa yang terdapat didalam stasiun pompa telah hilang karena diambil orang yang tidak bertanggung jawab, padahal telah dilengkapi dengan pintu besi dan digembok. Menurut pegawai Dinas Perkim Kota Bitung kejadian ini selalu terjadi.

Sehingga sama seperti masukan dari masyarakat agar melakukan penambahan personil pengawas dan memasang kamera cctv pada stasiun pompa.

**C. Kualitas Parameter Air Limbah Yang Diuji**

Pada penelitian ini kualitas air limbah yang diuji terdapat 4 (empat) parameter, yaitu Total Suspended Solid (TSS), Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Coliform (T.Coliform). Sebelum itu kita harus mengetahui standar baku mutu air limbah yang sudah ditetapkan oleh pemerintah yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Pengambilan sampel yang dilakukan pada tanggal 26, 27, dan 28 Juli 2022 (Selasa, Rabu, dan Kamis), mendapatkan hasil pengujian laboratorium, yang ditunjukkan pada Tabel 1.

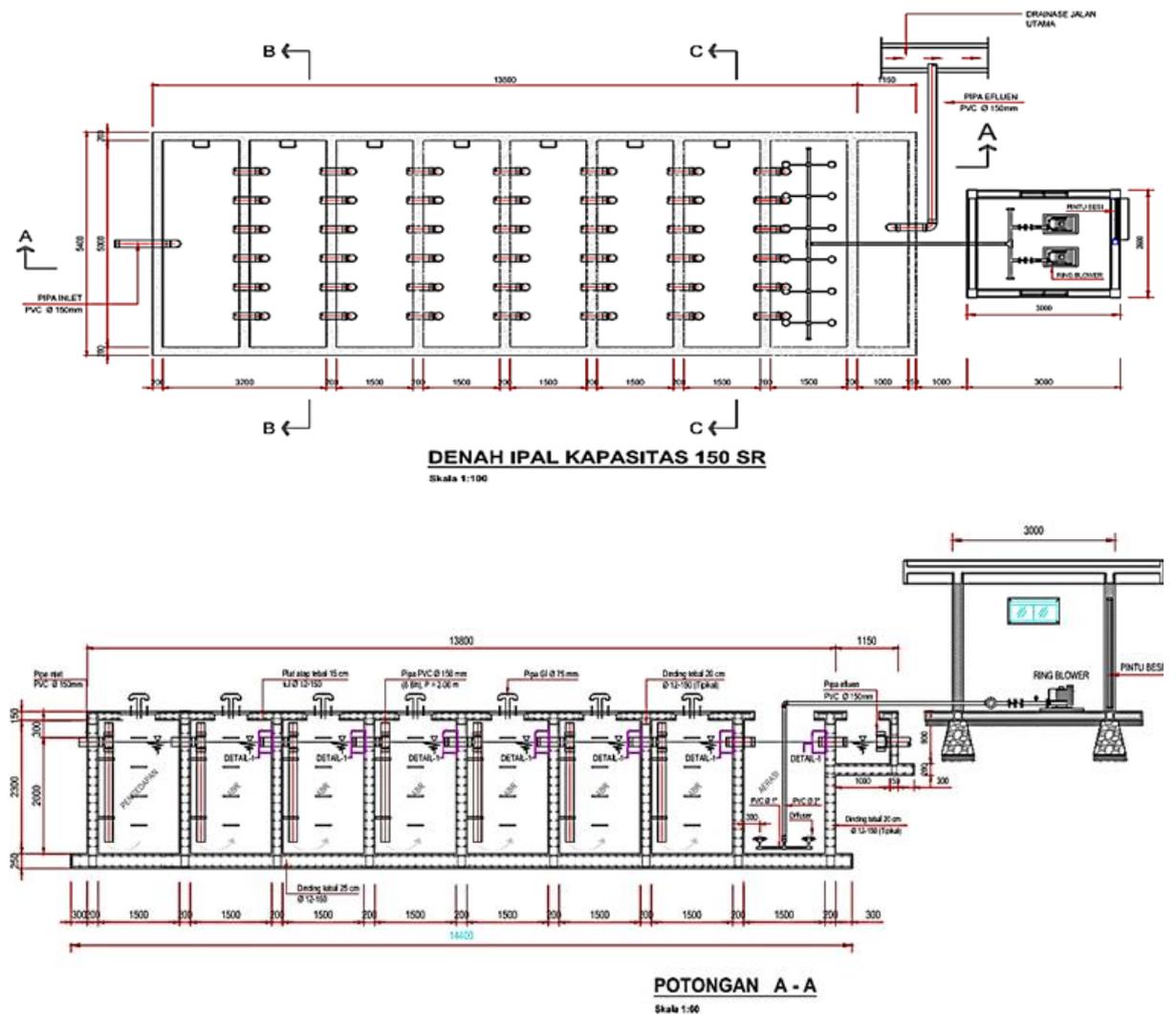
Pengujian sampel di Laboratorium Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado memberikan informasi dimana pada bagian inlet IPAL kadar pencemaran

melebihi kadar maksimum yang telah ditetapkan berdasar pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68 / Menlhk / Setjen / Kum.1 /8/2016 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, sedangkan pada bagian outlet IPAL kadar pencemar pada hari kedua yaitu parameter T.Coliform melewati kadar maksimum, sehingga outlet pada hari pertama dan ketiga baik untuk dialirkan kembali ke badan air / air tanah.

**D. Efisiensi Removal**

Dalam perhitungan efisiensi removal parameter yang akan dihitung yaitu TSS, BOD, COD, dan T.Coliform, perhitungan efisiensi total proses pengolahan dihitung berdasarkan kualitas influen yang pertama masuk dan kualitas efluen dari hasil akhir pengolahan, dengan rumus adalah sebagai berikut:

$$Efisiensi\ Removal = \frac{(Parameter\ inlet - Parameter\ outlet)}{Parameter\ inlet} \times 100\%$$



Gambar 3. Denah dan Potongan A-A IPAL

**TABEL 1**  
**Hasil Pengujian Parameter**

No	Parameter	Satuan	Hasil					
			Hari Pertama		Hari Kedua		Hari Ketiga	
			Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
Fisika								
1	Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	33	5	34	15,90	185,2	10,50
Kimia								
2	Biological Oxygen Demand (BOD)	mg/L	217,14	13	62,81	23,54	422,93	22,89
3	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	425	60,5	148	91	725	70
Biologi								
4	Total Coliform (T.Coliform)	Jumlah/100 ml	> 1600	2	300	80	1600	21

Sumber: Data Sekunder Yang Terolah Dari Hasil Pengujian Di Laboratorium Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado

Efisiensi removal TSS 90% (Singh dkk., 2009). Menurut Sasse (2009) kriteria desain efisiensi removal BOD yaitu 70-95%, dan efisiensi removal COD yaitu 65-90%.

Berdasarkan Tabel. 2, efisiensi removal TSS hari pertama berada pada angka 84,85%, hari kedua 53,24%, dan hari ketiga 93,33%, terjadi penurunan dimana kemampuan flokulasi dan pengendapan lumpur anaerob cukup baik walaupun masih dibawah kriteria desain. Untuk efisiensi removal BOD hari pertama berada pada angka 94,01%, hari kedua

62,52%, dan hari ketiga 94,58%, menandakan tingginya nilai efisiensi BOD, sehingga menunjukkan bahwa teknologi ABR yang digunakan pada IPAL di Kelurahan Girian Indah masih bisa berjalan dengan baik. Untuk efisiensi removal COD hari pertama berada pada angka 85,76%, hari kedua 38,51%, hari ketiga 90,34%, sehingga efisiensi removal pada hari kedua masih dibawah kriteria desain, sedangkan efisiensi removal T.Coliform hari pertama 99,87%, hari kedua 73,33%, dan hari ketiga 98,68%.

**TABEL. 2**  
**Hasil Perhitungan Efisiensi Removal Pada Parameter TSS, BOD, COD, dan T.Coliform**

No	Hari	Efisiensi Removal			
		TSS	BOD	COD	T.Coliform
		(%)	(%)	(%)	(%)
1	Pertama	84,85	94,01	85,76	99,87
2	Kedua	53,24	62,52	38,51	73,33
3	Ketiga	93,33	94,58	90,34	98,68

Sumber: Hasil Penelitian

**E. Perhitungan Status Mutu Air Menggunakan Metoda STORET**

Untuk perhitungan penentuan status air menggunakan Metoda STORET, dilakukan secara time series data atau membentuk data dari waktu ke waktu. Dimana pada penelitian ini penulis melakukan 3 (tiga) kali pengambilan sampel air limbah dihari yang berbeda akan tetapi pada jam yang sama, yaitu pada 07.00 WITA dan 14.00 WITA, perhitungan yang menggunakan Metoda STORET ini diambil berdasarkan Lampiran 1 Keputusan Menteri

Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

Penentuan perhitungan status mutu air diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas, adalah sebagai berikut:

- (1) Kelas A: baik sekali, skor = 0—memenuhi baku mutu
- (2) Kelas B: baik, skor = -1 s/d -10 — cemar ringan
- (3) Kelas C: sedang, skor = -11 s/d -30 — cemar sedang
- (4) Kelas D: buruk, skor  $\geq$  -31 — cemar berat

Dari uraian perhitungan yang menggunakan Metoda STORET pada Tabel. 4 dan sampel air limbah yang diambil di IPAL Kelurahan Girian Indah, Kecamatan Girian, Kota Bitung, mendapatkan hasil penilaian dimana pada inlet IPAL menunjukkan nilai -40, sedangkan pada outlet IPAL menunjukkan nilai -12. Berdasarkan hasil penilaian dapat diklasifikasikan status mutu air pada IPAL berada pada kelas D yaitu cemar berat pada inlet dan kelas C yaitu cemar sedang pada outlet. Indikator pencemaran dengan nilai terbesar yaitu parameter T.Coliform, sedangkan indikator pencemaran dengan nilai terendah yaitu parameter Total Suspended Solid (TSS).

**F. Aspek Sosial-Ekonomi**

Kondisi sosial-ekonomi masyarakat pengguna IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah berbeda-beda. Berdasar hasil wawancara di sertai dengan kuesioner pada masyarakat, jika dilihat dari jenis pekerjaan kepala keluarga, yang paling mendominasi yaitu pada pekerjaan swasta sebesar 89,1%.

Jika ditinjau dari segi pendidikan, tingkat pendidikan terakhir kepala keluarga pengguna IPAL paling banyak yaitu sekolah menengah atas sebesar 97,8%. Sementara itu dari segi kebutuhan pokok, pengeluaran biaya setiap bulan masyarakat pengguna IPAL berbeda-beda, hasil data kuesioner menunjukan bahwa biaya pengeluaran masyarakat paling banyak ada pada rentan Rp.800.000 – 1,000,000 atau 45,7%.

Selanjutnya berdasarkan hasil kuesioner jika ditinjau dari kebutuhan air bersih, sebanyak 95,7% masyarakat pengguna IPAL mendapatkan air bersih dari PDAM, Biaya pengeluaran yang diperlukan masyarakat pengguna IPAL Komunal di Kelurahan Girin Indah untuk mendapatkan air bersih setiap bulannya paling banyak ada pada rentan Rp.100.000-200.000 atau 78,3%.

Berdasarkan hasil wawancara disertai dengan kuesioner pada masyarakat pengguna IPAL, diketahui bahwa pemahaman masyarakat tentang tanggung jawab terhadap lingkungan 100% masyarakat

pengguna IPAL menyadari akan pentingnya lingkungan sekitar.

Dalam keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan IPAL, 100% masyarakat tidak terlibat dalam pengelolaan IPAL, dikarenakan IPAL Komunal yang ada di Kelurahan Girian Indah Kecamatan Girian masih dikelola oleh Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Kota Bitung. Akan tetapi berdasarkan hasil kuesioner 100% masyarakat pengguna IPAL siap membentuk Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP) atau Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM), jika nantinya IPAL Komunal yang ada di Kelurahan Girian Indah Kecamatan Girian tidak lagi dikelola oleh Dinas PERKIM Kota Bitung. Masyarakat pengguna IPAL 100% siap mengeluarkan biaya pemeliharaan setiap bulan, dan berdasarkan hasil kuesioner biaya kisaran wajar yang harus dikeluarkan masyarakat pengguna IPAL paling banyak memilih Rp.2000 atau 50%.

**G. Proyeksi Pengembangan IPAL**

Berdasarkan hasil wawancara yang disertai dengan kuesioner, belum didapati masalah luapan air limbah pada IPAL akibat influen yang masuk, namun demikian perlu dilakukan peningkatan agar tidak menjadi masalah dikemudian hari. Dalam hal ini akan dilakukan redesign pada bak atau tangki pengendapan dengan tujuan agar proses pengendapan partikel lumpur, pasir, dan kotoran organik tersuspensi bisa lebih baik dan kandungan zat pencemar yang masuk kedalam kompartem ABR bisa diolah dengan baik.

**H. Perhitungan Debit Perencanaan**

Data kebutuhan air bersih yang berikutnya menjadi patokan perhitungan debit rencana kebutuhan pengolahan IPAL yang akan direncanakan. Asumsi air limbah yaitu dengan 80% kebutuhan air bersih (Tchobanoglous, 2003). Sehingga debit rencana dihitung sebagai berikut. Berdasarkan data Kelurahan Girian Indah yang ada, jumlah masyarakat Kelurahan Girian Indah Tahun 2032 menggunakan metode aritmatik ditampilkan pada Tabel 5.

**TABEL. 3**  
**Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air**

Jumlah contoh <sup>1)</sup>	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber : Data Sekunder

**TABEL. 4**  
**Jumlah Keseluruhan Penilaian Parameter**

Jumlah Sampel	Parameter	Penilaian <i>Inlet</i>	Penilaian <i>Outlet</i>
3	TSS	-5	0
3	BOD	-10	0
3	COD	-10	0
3	T. Coliform	-15	-12
	Jumlah	-40	-12

Sumber : Hasil Penelitian

**TABEL. 5**  
**Proyeksi Jumlah Penduduk Kelurahan Girian Indah**

Jumlah Penduduk Tahun	Jumlah
2018	8866
2019	8984
2020	9087
2021	9009
2022	8688
r	-0.005057
Prediksi Jumlah Penduduk Tahun	
2023	8644
2024	8600
2025	8557
2026	8514
2027	8471
2028	8428
2029	8385
2030	8343
2031	8300
2032	8258

Sumber : Hasil Analisis

$$\begin{aligned}
 &= \mathbf{8258 \text{ Orang}} \times 170 \text{ liter/orang/hari} \\
 &= 1.403.860 \text{ liter/hari} \times 80\% \\
 &= 1.123.088 \text{ liter/hari} = 1.123 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &\text{Perhitungan lengkap, adalah sebagai berikut:} \\
 Q \text{ air bersih} &= 170 \text{ liter/orang.hari} \\
 &\text{liter/orang/hari} \\
 \text{Jumlah Penduduk} &= \mathbf{8258 \text{ orang}} \\
 Q \text{ air limbah} &= 1.123.088 \text{ liter/hari} = \\
 &\mathbf{1.123 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 f_{\text{peak}} &= (18 + p^{0.5}) / (4 + p^{0.5}) \\
 &= (18 + (8258^{0.5})) / (4 + \\
 &(8258^{0.5})) \\
 &= \mathbf{1,14} \\
 Q_{\text{peak}} \text{ air limbah} &= Q \text{ air limbah} \times f_{\text{peak}} \\
 &= 1.123 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1,14 = \\
 &\mathbf{1.572 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 1.572 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ jam} \\
 &= \mathbf{65,5 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 Q \text{ rata-rata (} Q_{\text{ave}} \text{)} &= 1.123.088 \text{ liter/hari} / \\
 &1000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\text{waktu air limbah} &= \mathbf{1.123 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ jam}} \\
 \text{mengalir 24 jam}) & \\
 &= \mathbf{47 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 Q_{\text{min}} \text{ air limbah} &= 1/5 \times (P/1000)^{0.2} \times Q_{\text{ave}} \\
 &= 1/5 \times (8258/1000)^{0.2} \times \\
 &46,79 \\
 &= \mathbf{14,27 \text{ m}^3/\text{jam}}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan debit rencana dapat dilihat pada Tabel. 6.

**I. Kualitas Air Limbah**

Rata-rata kualitas air limbah pada IPAL di Kelurahan Girian Indah, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{BODmasuk} &= 234 \text{ mg/L} \\
 \text{CODmasuk} &= 433 \text{ mg/L} \\
 \text{TSSmasuk} &= 84 \text{ mg/L} \\
 \text{BOD/COD} &= 234 \text{ mg/L} : 433 \text{ mg/L} = 0,54 \\
 &\text{(mudah diolah secara biologis} \\
 &\text{(Tchobanoglous, Burton, \&} \\
 &\text{Stensel, 2003))}
 \end{aligned}$$

**J. Desain IPAL**

(Tchobanoglous, Burton, & Stensel, 2003))

Kriteria desain IPAL Domestik dengan Metode ABR berdasarkan (Sasse, 2009). Dimensi unit ABR, yaitu zona tangki pengendap.

➤ Zona Tangki Pengendap

- 1 . Periode Pengurasan = 2 – 3 Tahun
- 2 .  $\tau_d$  Tangki Pengendap = 2 – 6 jam
- 3 . Rasio SS/COD = 0,35 – 0,45
- 4 . *Hydraulic Retention Time* (HRT) = 1,5 – 2 jam

➤ Efisiensi Unit Pengolahan

➤ Efisiensi penyisihan COD pada bak pengendapan dapat ditentukan dengan melihat grafik hubungan waktu detensi terhadap penyisihan COD (Sasse, 2009). Selanjutnya waktu tinggal yang direncanakan selama 3 jam, maka faktor penyisihan COD yaitu **0,40**.

Laju perkiraan penyisihan COD

$$= \frac{\text{Rasio SS/COD}}{0,6} \times \text{faktor penyisihan}$$

$$= \frac{0,42}{0,6} \times 0,40 = 0,28 = \mathbf{28\%}$$

$$\text{COD}_{\text{efluen}} = (1-28\%) \times 433 = \mathbf{312 \text{ mg/L}}$$

➤ Perkiraan laju penyisihan BOD dapat ditentukan berdasarkan grafik hubungan antara efisiensi penyisihan COD dengan efisiensi penyisihan BOD (Sasse, 2009). Nilai penyisihan COD yaitu 28% maka faktor penyisihan yaitu 1,06.

Laju Perkiraan penyisihan BOD

$$= \text{Faktor penyisihan BOD} \times \text{penyisihan COD}$$

$$= 1,06 \times 28\% = \mathbf{30\%}$$

$$\text{BOD}_{\text{efluen}} = (1-30\%) \times 234 = \mathbf{164 \text{ mg/L}}$$

Rasio BOD/COD

$$= 164 \text{ mg/L} : 312 \text{ mg/L}$$

$$= 0,5 \text{ (mudah diolah secara biologis)}$$

➤ Penentuan Sludge volume ditentukan berdasarkan grafik penentuan volume lumpur selama penyimpanan (Sasse, 2009). Oleh karena itu masa penyimpanan lumpur selama 1 tahun atau 12 bulan, maka Sludge volume yaitu 83%.

- Laju akumulasi Lumpur

$$= 0,005 \text{ lumpur/g BOD tersisihan} \times \text{sludge volume (\%)}$$

$$= 0,005 \text{ lumpur/g BOD tersisihan} \times 83\%$$

$$= \mathbf{0,00415 \text{ liter lumpur/g BOD tersisihan}}$$

- Volume Lumpur di Tangki Pengendap

$$= \text{Laju akumulasi lumpur} \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{\text{BOD}_{\text{in}} - \text{BOD}_{\text{out}} \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{1000} \times 30 \frac{\text{hari}}{\text{bulan}} \times 12 \times Q \left( \frac{\text{m}^3}{\text{L}} \right)$$

$$= 0,00415 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{(234-164) \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{1000} \times 30 \frac{\text{hari}}{\text{bulan}} \times 12 \text{ bulan} \times 1.123 \left( \frac{\text{m}^3}{\text{L}} \right)$$

$$= \mathbf{0,12 \text{ m}^3}$$

- Volume Air

$$= Q \times \text{HRT}$$

$$= 1.123 \text{ m}^3/\text{hari} \times (1,5 \text{ jam} : 24 \text{ jam})$$

$$= \mathbf{70 \text{ m}^3}$$

- Volume Tangki Pengendap

$$= \text{Volume lumpur} + \text{volume air}$$

$$= 0,12 \text{ m}^3 + 70 \text{ m}^3$$

$$= \mathbf{70 \text{ m}^3}$$

- Lebar Tangki Pengendap

$$= \mathbf{5 \text{ meter (ditentukan)}}$$

- Kedalaman Tangki Pengendap

$$= \mathbf{2,3 \text{ meter (ditentukan)}}$$

- Panjang Tangki Pengendap

$$= \frac{\text{volume}}{\text{lebar} \times \text{kedalaman}}$$

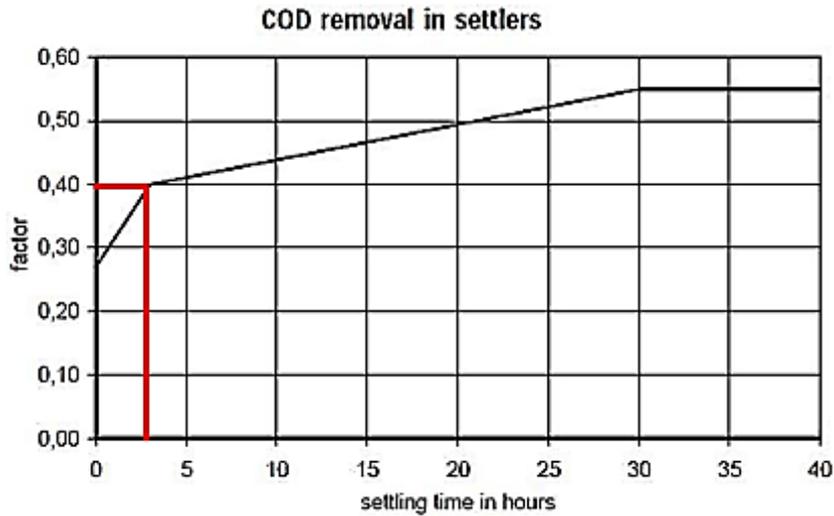
$$= \frac{70}{5 \text{ m} \times 2,3 \text{ m}}$$

$$= \mathbf{6 \text{ meter}}$$

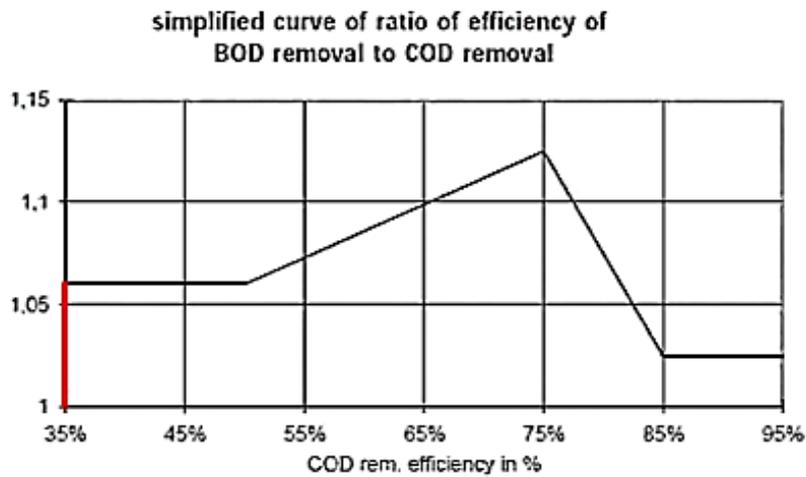
**TABEL 6**  
**Hasil Perhitungan Debit**

Jumlah Penduduk	Debit air limbah (m <sup>3</sup> /hari)	f <sub>peak</sub>	Q <sub>peak</sub> (m <sup>3</sup> /hari)	Q <sub>ave</sub> (m <sup>3</sup> /jam)	Q <sub>min</sub> (m <sup>3</sup> /jam)
(a)	(b)	(c)	(d)	(d)	(f)
8258	1.123	1,14	1.572	47	14,27

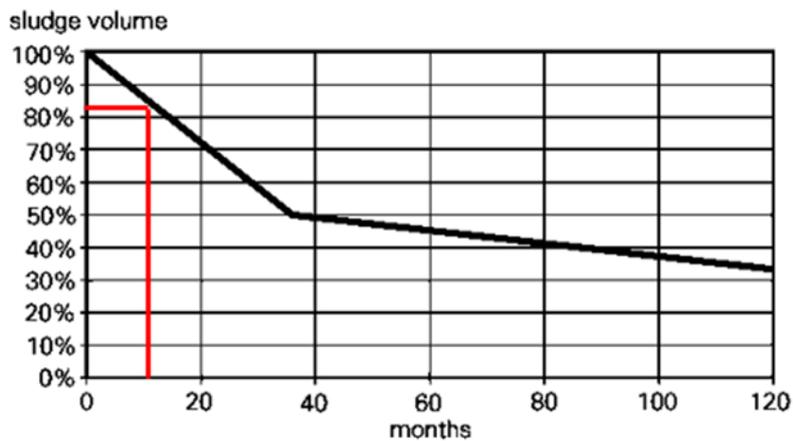
Sumber : Hasil Analisis



Gambar 4. Faktor Penyisihan COD Terhadap Tangki Pengendap (Sasse, 2009)  
 Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 5. Hubungan Antara Efisiensi Penyisihan COD dengan Efisiensi Penyisihan BOD (Sasse, 2009)  
 Sumber: Hasil Penelitian

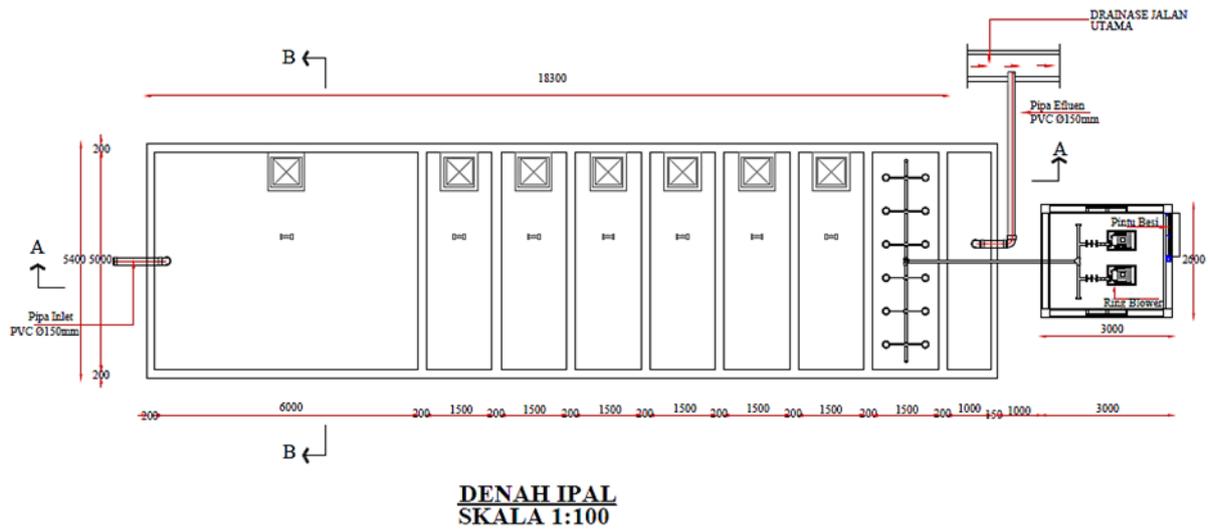


Gambar 6. Penurunan Sludge Volume selama masa penyimpanan (Sasse, 2009)  
 Sumber: Hasil Penelitian

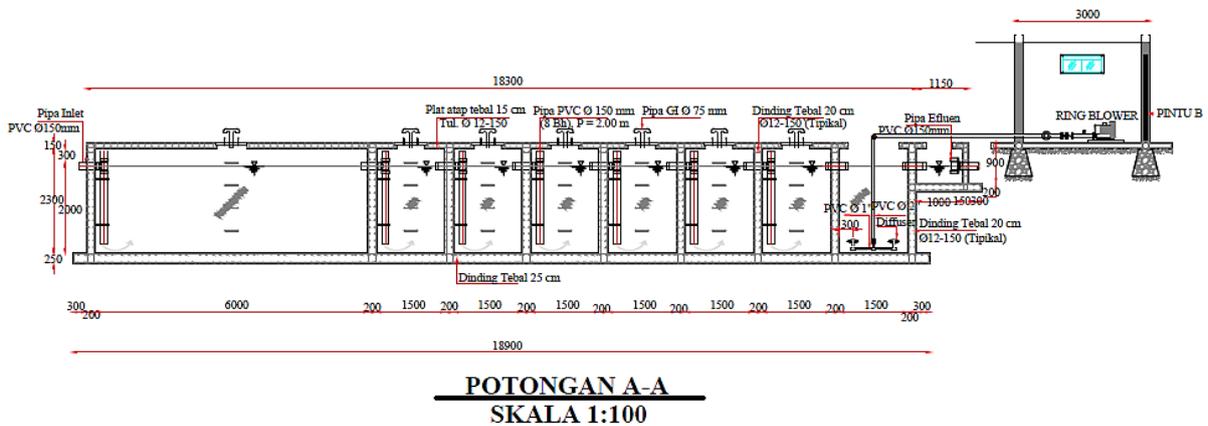
**TABEL 7**  
**Hasil Dimensi dan Presentase Removal di Tangki Pengendap**

Tangki Pengendapan	
Lebar	5 m
Panjang	6 meter (Sebelumnya 1,5 meter)
Kedalaman	2,3 m
Freeboard	0,3 m
Removal BOD	30%
Removal COD	28%

Sumber : Hasil Analisis



**Gambar 7. Detail Engineering Design Denah IPAL**  
 Sumber: Hasil Penelitian



**Gambar 8. Detail Engineering Design Potongan A-A**  
 Sumber: Hasil Penelitian

**IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

**A. Kesimpulan**

Berdasar hasil evaluasi IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah, Kecamatan Girian, Kota Bitung, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Kondisi eksisting IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah masih terawat dengan baik, dan tidak ada keluhan dari masyarakat pengguna IPAL.

2. Berdasarkan 4 (empat) parameter yang diuji , yaitu TSS, BOD, COD, dan T.Coliform, sehingga didapatkan hasil kualitas air limbah pada *inlet* IPAL kadar pencemaran melebihi kadar maksimum yang telah ditetapkan, sedangkan pada *outlet* IPAL kadar pencemar pada hari kedua yaitu parameter T.Coliform melewati kadar maksimum, sehingga *outlet* pada hari pertama dan ketiga baik untuk

dialirkan Kembali ke badan air / air tanah. Pada hasil perhitungan Efisiensi Removal parameter TSS hari pertama sampai hari ketiga yaitu 84,85%, 53,24%, 93,33%, BOD hari pertama sampai hari ketiga yaitu 94,01%, 62,52%, 94,58%, COD hari pertama sampai hari ketiga 85,76%, 38,51%, 90,34%, dan T.Coliform 99,87%, 73,33%, 98,68%. Pada hasil perhitungan menggunakan Metoda STORET mendapatkan hasil penilaian -40 pada *inlet* IPAL dengan klasifikasi status mutu air berada pada kelas D yaitu cemar berat, dan hasil penilaian -12 pada *outlet* IPAL dengan klasifikasi status mutu air berada pada kelas cemar sedang.

3. Pada aspek sosial-ekonomi rata-rata pekerjaan kepala keluarga pengguna IPAL Komunal di Kelurahan Girian Indah adalah pekerjaan swasta, serta memiliki riwayat pendidikan terakhir yaitu SMA. Masyarakat pengguna IPAL juga siap membentuk Kelompok Pemanfaat dan Pemeliharaan (KPP) atau Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM).
4. Diberikan rekomendasi teknis berupa pengembangan IPAL, yaitu melakukan *redesign* pada bak atau tangki pengendapan, dan didapatkan dimensi lebar 5 m, panjang 6 m sebelumnya 1,5 m dan kedalaman 2,3 m.

## B. Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penyempurnaan hasil penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan menggunakan metode yang lain pada IPAL di Kelurahan Girian Indah untuk mengetahui optimasi dan urgensi pada masing-masing aspek, serta bisa menjadi referensi untuk kedepannya
2. Menambah personil pengawas IPAL di Kelurahan Girian Indah agar pengelolaan IPAL bisa berjalan dengan baik.
3. Untuk masyarakat sekitar agar selalu menjaga keberlangsungan dilingkungan sekitar IPAL di Kelurahan Girian Indah agar selalu terawat dan berjalan dengan maksimal.

## KUTIPAN

- [1] Agoes Soegianto. (2010). Ekologi Perairan Tawar. Pusat Penerbitan dan Percetakan AUP. 2010.
- [2] Al Kholif, M. (2020). Pengelolaan Air Limbah Domestik. Scopindo Media Pustaka.
- [3] Arsyad, M. (2016). Perencanaan Sistem Perpipaan Air Limbah Kawasan Pemukiman Penduduk. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 6(1).
- [4] Asmadi dan Suharno. (2012). Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah. Gosyen Publishing. Yogyakarta
- [5] Balkema, Annelies J., Preisig, Heinz A., Otterphol, Ralf., Lambert, Fred J. D. (2002). Indicators for the Sustainability Assessment of Wastewater Treatment Systems. Eindhoven University of Technology. Netherland. Technical University Hamburg-Harburg, Institute of Municipal and Industrial Wastewater Management. Germany.
- [6] Filliazati, M. (2013). Pengolahan limbah cair domestik dengan biofilter aerob menggunakan media bioball dan tanaman kiambang. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 1(1).
- [7] Foxon, K. M., Pillay, S., Lalbahadur, T., Rodda, N., Holder, F., & Buckley, C. A. (2004). The anaerobic baffled reactor (ABR): an appropriate technology for on-site sanitation. Water SA, 30(5), 44-50.
- [8] Harudyawati, D. P. (2016). Pengelolaan Ipal Komunal yang Berkelanjutan di Dusun Sengkan, Sleman, Yogyakarta (Doctoral dissertation, UII, Yogyakarta).
- [9] Kementerian PUPR. 2018. Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T.
- [10] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- [11] Khiriyah, I. N. (2018). Gambaran Kadar Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Cair Laundry Dengan Serbuk Biji Buah Kelor (*Moringa Oleifera* La (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- [12] Mahatyanta, A. (2016). Perencanaan Desain Alternatif IPAL dengan Teknologi Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter untuk Rumah Susun Romokalisari Surabaya. Skripsi Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [13] Metcalf, L., Eddy, H. P., & Tchobanoglous, G. (1991). Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse (Vol. 4). New York: McGraw-Hill.
- [14] Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. (2016). Perencanaan sistem pengolahan air limbah domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. Jurnal Sipil Statik, 4(3).
- [15] Notoatmodjo. (2003). Ilmu Kesehatan Masyarakat Prinsip-Prinsip Dasar. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- [16] Peavy, H.S., Rowe, D.R. & Tchobanoglous, G. (1985). Environmental Engineering. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- [17] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum.
- [18] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- [19] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.
- [20] Purwatiningrum, O. (2018). Gambaran Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal di Kelurahan Simokerto, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya. Jurnal Kesehatan Lingkungan, 10(2), 243-253.
- [21] Rahmawati, S. (2020). Evaluasi IPAL Komunal di Kabupaten Sleman Provinsi Di Yogyakarta Ditinjau dari Teknologi IPAL Komunal.
- [22] Ranudi, R. S. E. (2018). Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Sleman.
- [23] Rhoaidhi. (2008). Pengelolaan Sanitasi Secara Terpadu Sungai Widuri: Studi Kasus Kampung Nitiprayan Yogyakarta. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- [24] Ruseffandi, M. A., & Gusman, M. (2020). Pemetaan Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Total Dissolved Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL) dengan Metode Ordinary Kriging Di Kec. Padang Barat, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Bina Tambang, 5(1), 153-162.
- [25] Sasongko, E. B., Widyastuti, E., dan Priyono, R. E. (2014). Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. Jurnal Ilmu Lingkungan, 12(2), 72-82.
- [26] Sasse, L. (2009). Dewats: Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries. Germany: Bremen Overseas Research and Development Association (Borda).

- [27] Savitri, Y. (2018). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Skala Permukiman di Kabupaten Lombok Barat (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [28] Sholichin, M. (2012). Teknologi Pengolahan Air Limbah. Universitas Brawijaya. Malang.
- [29] Sucipto, S. (2014). Anaerobic Baffled Reactor (ABR), pengolahan air limbah pesantren, air limbah domestik. *Jurnal Konstruksi*, 2(1).
- [30] Sugiharto. (1987). *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press.
- [31] Susanti, B., Estu, L. K., & Hadinata, F. (2020). Analisis Biaya Dan Pendapatan Operasional Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat Skala Kota. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, 410-417.
- [32] Tarigan, A., Lasut, M. T., dan Tilaar, S. O. (2013). Kajian Kualitas Limbah Cair Domestik Di Beberapa Sungai yang Melintasi Kota Manado dari Aspek Bahan Organik dan Anorganik. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 1(1), 55-62.
- [33] Ukpong, E. C., and Agunwamba, J. C. (2012). Grey Water Reuse For Irrigation. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(8), 97-113.
- [34] Warlina, L. (2004). Pencemaran air: sumber, dampak dan penanggulangannya. Unpublished). Institut Pertanian Bogor.
- [35] Yazied, N. (2009). Analisis Limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah di Rumah Sakit Islam Siti Hajar Mataram. 5320.
- [36] Yudo, S., & Said, N. I. (2017). Kebijakan Dan Strategi Pengelolaan air Limbah Domestik Di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 10(2).