

Studi *Benchmarking* Unit Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) Program SANIMAS IDB di Kota Pontianak

Remalda Liberda¹, Isna Apriani, Kiki Prio Utomo

Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura, Pontianak

ABSTRAK

Program Sanitasi Masyarakat *Islamic Development Bank* (SANIMAS IDB) berupa Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) mengolah air limbah domestik di lingkungan pemukiman padat penduduk dan Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) di Kota Pontianak. Lokasi Program SANIMAS IDB di Gg. Tri Dharma, di Gg. Harapan Sari, dan di Gg. Kusuma Wijaya perlu dikaji dengan membandingkan ketiga SPALDT untuk diketahui keberhasilan ataupun ketidakberhasilannya. Metode *Benchmarking* merupakan cara untuk meningkatkan kinerja melalui perbandingan untuk memperoleh gambaran dalam sehingga dapat mengadopsi praktik terbaik. Tahapan yang dilakukan adalah mengukur kinerja berupa nilai dari Lembar Penilaian Kerangka Acuan Kerja (LPKAK) yang terdiri dari indikator teknis kemudian dibandingkan untuk dilihat nilai indikator tertinggi, sedangkan lokasi dengan nilai indikator rendah akan diberikan rekomendasi. Hasil *Benchmarking* menunjukkan lokasi di Gg. Harapan Sari memiliki nilai indikator tertinggi sebesar 100%. Rekomendasi yang diberikan bagi lokasi di Gg. Tri Dharma adalah melakukan pengurasan secara berkala pada Bak Pengendap serta menyediakan biaya operasional dan pemeliharaan berupa sumbangan/dana bantuan dari pemerintah, sedangkan pada lokasi di Gg. Kusuma Wijaya adalah persiapan pembangunan yang matang, memperpanjang waktu tinggal pada IPAL, menerapkan pemeliharaan sesuai dengan SOP yang berlaku, pengembangan kapasitas masyarakat dan pengelola pasca konstruksi, dan peningkatan koordinasi serta pembagian peran pada Kelompok Kerja (POKJA) Sanitasi.

Kata kunci: *Benchmarking*, Kinerja, Limbah Domestik, SANIMAS, SPALDT

ABSTRACT

The Islamic Development Bank's Community Sanitation Program (SANIMAS IDB) in the form of a Centralized Domestic Wastewater Management System (SPALDT) treats domestic wastewater in densely populated residential areas and low-income communities (MBR) in Pontianak city. The location of the SANIMAS IDB Program on Gg. Tri Dharma, on Gg. Harapan Sari, and on Gg. Kusuma Wijaya needs to be study by comparing the three SPALDT to determine their success or failure. Benchmarking is a way to improve performance through comparisons to get an insight so the best practices can be adapted. The steps taken are measuring performance by score from the Reference Framework Assessment Sheet (LPKAK) that consist of technical indicator, then comparing the three LPKAKs to see the highest indicator score hence the location with low indicator score will be giving recommendation. The result of Benchmarking shows the location on Gg. Harapan Sari has the highest indicator score, which is equal to 100%. Recommendations are given for location on Gg. Tri Dharma are to conduct regular draining of the sedimentation basin (Settler) and to provide operational and maintenance costs in the form of donations/grants from the government, while at the location on Gg. Kusuma Wijaya through preparation for development, extending the Hydraulic Retention Time at the Wastewater Treatment Plant, implemented maintenance following the applicable Standard Operating Procedures, building community capacity and post-construction managers, and improving coordination and division of roles in the Sanitation Working Group (POKJA).

Keywords: *Benchmarking*, Domestic waste, Performance, SANIMAS, SPALDT

Citation: Liberda, R., Apriani, I., dan Utomo, K. P. (2021). Studi *Benchmarking* Unit Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) Program SANIMAS IDB di Kota Pontianak. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 465-478, doi:10.14710/jil.19.2.465-478

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang tinggi khususnya di lingkungan pemukiman kumuh di Kota Pontianak memberikan dampak yang serius terhadap penurunan kualitas air bersih dan sanitasi yang menunjukkan permasalahan dalam sarana dan prasarana air limbah, khususnya air limbah domestik. Untuk itu, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR)

melalui Program Sanitasi Masyarakat *Islamic Development Bank* (SANIMAS IDB) membantu Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) dalam meningkatkan akses pelayanan air limbah domestik sehingga tercapai peningkatan kualitas kehidupan masyarakat dengan menyediakan infrastruktur pengolahan air limbah berupa Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) yang merupakan

¹ Penulis korespondensi: aldasitumorangg@gmail.com

sebuah sistem pelayanan sanitasi dengan mengalirkan air limbah domestik dari sumber secara kolektif menuju IPAL untuk diolah melalui jaringan perpipaan sebelum dibuang ke badan air (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2018).

Program SANIMAS IDB yang terbangun sejak tahun 2016 hingga tahun 2018 di Kota Pontianak terdapat di 12 lokasi yang tersebar di Kecamatan Pontianak Utara, Kecamatan Pontianak Tenggara, dan Kecamatan Pontianak Barat telah beroperasi sejak dibangun hingga sekarang. Berdasarkan klasifikasi data yang masih lengkap dan dapat diakses, unit SPALDT yang masih beroperasi hingga sekarang, dan adanya catatan data perencanaan, lokasi penerima manfaat Program SANIMAS IDB yang terletak di Jl. KomYos Sudarso Gg. Tri Dharma, di Jl. Tanjung Harapan Gg. Harapan Sari, dan di Jl. Imam Bonjol Gg. Kusuma Wijaya dipilih sebagai lokasi yang akan dikaji. Adanya permasalahan yang sering ditemukan pada program yang beroperasi cukup lama yaitu lebih dari tiga tahun seperti bau, kualitas air limbah yang belum memenuhi baku mutu, dan fungsi unit SPALDT yang tidak sesuai dengan perencanaan karena pengelolaan yang tidak berjalan perlu dikaji dengan membandingkan ketiga unit SPALDT Program SANIMAS IDB di masing-masing lokasi penelitian. Perbandingan ketiga lokasi dilakukan untuk mengetahui keberhasilan ataupun ketidakberhasilan kinerja masing-masing unit SPALDT di masing-masing lokasi penerima manfaat Program SANIMAS IDB dalam mengolah air limbah domestik.

Metode perbandingan yang dilakukan pada 3 lokasi Program SANIMAS IDB untuk menilai kinerja merupakan sebuah metode yang dikenal sebagai *Benchmarking*. Menurut Camp (1989) dalam Milutinović (2013), metode *Benchmarking* adalah suatu proses yang digunakan dalam manajemen strategis dimana suatu unit/bagian/organisasi mengukur dan membandingkan kinerjanya terhadap aktivitas atau kegiatan serupa unit/bagian/organisasi lain baik secara eksternal maupun internal. Istilah *Benchmarking* digunakan untuk menggambarkan teknik mengidentifikasi praktik terbaik (*best practice*) dari yang terbaik, mengadaptasinya, dan memberikan peningkatan kinerja yang berkelanjutan. Oleh karena itu, metode *Benchmarking* diterapkan pada penelitian ini dikarenakan Program SANIMAS IDB memiliki persamaan dari kondisi fisik sarana dan prasarana bangunan secara teknis, dibangun melalui program yang sama, ditujukan untuk lokasi kawasan padat penduduk dan MBR, serta dibangun pada lokasi yang memiliki iklim yang serupa di kota yang sama sehingga kinerja program seharusnya sama.

Metode *Benchmarking* dilakukan untuk mengetahui kemungkinan adanya perbedaan hasil kinerja pada ketiga lokasi penelitian dan meningkatkan kinerja bagi lokasi yang kinerjanya kurang baik. Hasil penelitian Murungi dan Blokland (2016) mengatakan bahwa dari hasil *Benchmarking* dapat diperoleh gambaran dalam (*insight*) suatu organisasi mengenai

kondisi kinerjanya sehingga dapat diadopsi *best practice* untuk meraih sasaran yang diinginkan. Nazarko *et al.* (2009) menyatakan bahwa *Benchmarking* dianggap sebagai alat untuk meningkatkan produktivitas dan mempercepat perubahan karena difasilitasi oleh identifikasi kelebihan dan kekurangan yang mengarah kepada pemberian solusi. Berdasarkan uraian diatas, lokasi dengan kinerja terbaik akan dijadikan sebagai contoh/subjek pembandingan (*benchmark*) bagi lokasi yang kinerjanya kurang baik dengan memberikan rekomendasi agar dapat diadopsi berdasarkan *best practice* dari subjek *benchmark*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja IPAL yang merupakan komponen dari unit SPALDT di masing-masing lokasi penelitian dalam menurunkan parameter BOD, TSS, pH, dan Minyak Lemak serta memberikan rekomendasi yang dapat diterapkan berdasarkan hasil *Benchmarking* yang telah dilakukan pada unit SPALDT Program SANIMAS IDB.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi yang diteliti adalah penerima manfaat Program SANIMAS IDB Kota Pontianak yang berada di 3 lokasi yang terletak di Jl. KomYos Sudarso Gg. Tri Dharma RT. 007/RW. 025, Kelurahan Sungai Beliung, Kecamatan Pontianak Barat, di Jl. Tanjung Harapan Gg. Harapan Sari RT. 003/RW. 002, Kelurahan Bansir Laut, Kecamatan Pontianak Tenggara, dan di Jl. Imam Bonjol Gg. Kusuma Wijaya RT. 003/RW. 006, Kelurahan Bansir Laut, Kecamatan Pontianak Tenggara. Pemilihan lokasi dilakukan berdasarkan klasifikasi data yang masih lengkap dan masih aktif yang diperlukan dalam metode *Benchmarking*. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan September tahun 2020. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber: Google Earth

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah ember plastik 10 L, gayung plastik, 6 buah botol *Winkler* (300 ml), 6 buah botol *sampling* dirigen (2000 ml), 6 buah

botol *sampling* kaca (100 ml), corong, GPS, *coolbox*, sarung tangan, masker, kamera, Lembar Penilaian Kerangka Acuan Kerja (LPKAK) *Benchmarking*, alat tulis, dan sampel air limbah domestik di masing-masing lokasi penelitian.

2.3. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

Jenis data meliputi data primer yang diperoleh melalui observasi mengenai layanan dan operasional unit SPALDT dengan mengadakan tinjauan langsung ke lokasi penelitian. Data primer berupa titik koordinat titik *sampling* yang diperoleh dari GPS, debit eksisting yang dihitung secara langsung di lokasi penelitian, pengukuran pada komponen unit SPALDT, hasil uji sampel, wawancara bersama pihak terlibat seperti masyarakat dan pengelola penerima manfaat Program SANIMAS IDB, dan hasil analisis Lembar Penilaian Kerangka Acuan Kerja (LPKAK) *Benchmarking*, sedangkan data sekunder meliputi Rencana Kerja Masyarakat (RKM), *Detail Engineering Design* (DED) perencanaan IPAL, dan literatur. Teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan, pengujian sampel air limbah, wawancara, dan studi literatur untuk menunjang penelitian (*desk study*).

2.4. Metode Pengumpulan Data

Lembar Penilaian Kerangka Acuan Kerja (LPKAK) merupakan sebuah alat (*tools*) untuk mengukur kinerja dengan *output* berupa nilai (*score*) yang digunakan dalam *Benchmarking*. Studi *Benchmarking* menggunakan langkah-langkah strategis yang berkelanjutan dan terukur, yaitu dengan indikator. Berdasarkan pertimbangan peneliti dengan acuan penelitian yang dilakukan Murungi dan Blokland (2016) dikarenakan sesuai dengan kondisi sasaran penelitian, yaitu lokasi penelitian ditujukan kepada pemukiman kumuh padat penduduk dan Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) atau yang dikenal dengan istilah *Pro-poor* (Pro-miskin). Maka dari itu, indikator kinerja yang diaplikasikan pada LPKAK adalah Indikator Teknologi Pro-miskin.

Indikator kinerja tersusun atas variabel-variabel. Jika jawaban yang diperoleh memenuhi variabel (*ya*), maka nilai yang dihasilkan sebesar 1, sedangkan jawaban yang diperoleh tidak memenuhi variabel (*tidak*), maka nilai yang dihasilkan sebesar 0 (Murungi dan Blokland, 2016). Nilai indikator dari ketiga lokasi LPKAK akan dibandingkan, dimana lokasi dengan nilai indikator tertinggi dapat dikatakan sebagai lokasi terbaik sehingga dijadikan sebagai subjek pembandingan (*benchmark*) bagi lokasi dengan nilai indikator yang lebih rendah, sedangkan lokasi dengan nilai indikator yang rendah akan dikaji agar ditemukan permasalahan (*performance gaps*) sehingga dapat diberikan rekomendasi berdasarkan praktik terbaik (*best practices*) dari subjek *benchmark*. Lembar Penilaian Kerangka Acuan Kerja (LPKAK) yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Lembar Penilaian Kerangka Acuan Kerja *Benchmarking*

Perspektif /Aspek	Indikator	Variabel	Nilai Variabel	Nilai Indikator
Teknis	Teknologi Pro-miskin	Kesesuaian komponen unit SPALDT dengan kriteria desain dan perencanaan	Kondisi fisik unit SPALDT Program SANIMAS IDB yang terbangun	Kualitas air limbah yang dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>) untuk keberlanjutan unit SPALDT
Total Nilai Variabel (minimum = 0, maksimum = 1) Nilai pada Variabel (0 = tidak ada/buruk, 1= ada/baik)				

2.5. Analisis Data

Metode *Benchmarking* dimulai dengan mengumpulkan data dan informasi berdasarkan variabel yang terdapat pada LPKAK. Analisis variabel di masing-masing lokasi penelitian yaitu:

1. Kesesuaian Komponen Unit SPALDT dengan Kriteria Desain dan Perencanaan
Variabel ini dianalisis berdasarkan data hasil pengukuran yang diperoleh dengan meninjau dan mengukur tiap-tiap komponen unit SPALDT serta wawancara bersama ketua Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) di masing-masing lokasi penelitian. Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) terdiri dari masyarakat daerah pelayanan yang memilih sendiri prasarana dan sarana air limbah domestik yang sesuai, ikut aktif menyusun rencana aksi, dan melakukan pembangunan fisik yang sebelumnya telah dilatih dengan didampingi oleh Fasilitator Provinsi dan Tenaga Fasilitator Lapangan (TFL) yang memiliki kemampuan teknis dan sosial kemasyarakatan. Data yang diperoleh nantinya akan dibandingkan dengan kriteria desain yaitu Pedoman Teknis Pelaksanaan SANIMAS IDB dan PERMENPUPR No. 4 Tahun 2017 serta DED perencanaan IPAL di masing-masing lokasi.
2. Kondisi Fisik Unit SPALDT Program SANIMAS IDB yang Terbangun
Variabel ini dianalisis berdasarkan peninjauan kondisi fisik unit SPALDT secara langsung agar diperoleh kondisi eksistingnya.
3. Kualitas Air Limbah yang Dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
Variabel ini dianalisis berdasarkan hasil uji kualitas air limbah yang berasal dari titik *sampling*, yaitu Bak *Inlet* dan Bak *Outlet* pada

masing-masing IPAL. Pengambilan sampel air limbah mengikuti standar yang berlaku sesuai dengan SNI 6989.59:2008 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah, dimana pengambilan sampel dilakukan dengan metode *Grab Sampling*. Sampel air limbah akan dianalisis di Laboratorium PT. Sucofindo berdasarkan parameter BOD, TSS, pH, dan Minyak Lemak. Hasil analisis nantinya akan dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016, yang bertujuan untuk melihat apakah air limbah hasil pengolahan sudah aman untuk dibuang ke badan air serta mengetahui efisiensi IPAL dalam menurunkan beban pencemar.

4. Pemeliharaan (*Maintenance*) untuk Keberlanjutan Unit SPALDT

Variabel ini dianalisis berdasarkan hasil observasi kunjungan lapangan secara langsung di masing-masing lokasi penerima manfaat Program SANIMAS IDB serta wawancara yang dilakukan bersama pihak terkait seperti warga, ketua RT, dan Ketua Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP).

Setelah didapat nilai dari masing-masing variabel, maka dapat dicari nilai indikatornya. Data yang dihasilkan dari variabel-variabel pada LPKAK dianalisis dengan persamaan sebagai berikut (Murungi dan Blokland, 2016):

$$\text{Nilai Indikator (\%)} = \frac{\text{Jumlah Hasil Pada 4 Variabel}}{\text{Jumlah Variabel}} \times 100$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Profil SPALDT Program SANIMAS IDB Ketiga Lokasi Penelitian

Setiap lokasi Program SANIMAS IDB di Kota Pontianak mempunyai sarana sanitasi yang sama berupa Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) yang terdiri dari Bak Perangkap Minyak dan Lemak (*Grease Trap*), Bak Kontrol, Bak

Kontrol Utama, dan IPAL yang terdiri dari Bak *Inlet*, Bak Pengendap (*Settler*), Bak Filter Anaerobik (*Upflow Anaerobic Filter/UAF*), Bak Reaktor Bersekat Anaerobik (*Anaerobic Baffled Reactor/ABR*), Bak Arang Aktif, Bak Penampung Akhir yang memiliki mesin pompa celup otomatis, dan Bak *Outlet*. Selain memiliki persamaan dari kondisi fisik bangunan secara teknis, unit SPALDT dibangun melalui program yang sama yaitu SANIMAS IDB, sama-sama ditujukan untuk lokasi kawasan padat penduduk dan Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR), dan dibangun pada lokasi yang memiliki iklim yang serupa di kota yang sama. Profil dari masing-masing lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, debit eksisting IPAL di Gg. Tri Dharma dan IPAL di Gg. Harapan Sari lebih kecil daripada debit perencanaan. Debit eksisting yang tidak melebihi debit perencanaan menunjukkan kapasitas bangunan pengolahan yang direncanakan aman sehingga tidak terjadi *over capacity*. Hal ini sejalan dengan penelitian Diavid dkk (2018) yaitu debit *influent* yang lebih besar daripada debit perencanaan menyebabkan kapasitas kinerja IPAL kurang maksimal dalam mengolah air limbah domestik. Menurut pendapat ketua KSM Dharma dan KSM Cipta Sarana berdasarkan hasil wawancara, debit eksisting lebih kecil daripada debit perencanaan disebabkan oleh aktivitas masyarakat yang membutuhkan air seperti mencuci atau buang air tidak dilakukan dalam waktu yang bersamaan, artinya dilakukan sesuai dengan kebutuhan pribadi masing-masing.

Debit eksisting IPAL di Gg. Kusuma Wijaya melebihi debit perencanaan, yang menunjukkan kapasitas bangunan pengolahan melebihi dari kapasitas yang direncanakan sehingga berdampak bagi kinerja IPAL. Berdasarkan hasil wawancara bersama ketua KSM Wijaya, debit *influent* yang melebihi debit perencanaan dikarenakan kemiringan pipa yang melebihi batas dari kriteria desain sehingga mempengaruhi kecepatan aliran pada pipa yang berpengaruh terhadap debit.

Tabel 2. Profil Lokasi Penelitian

No.	Profil Lokasi	Lokasi Penelitian		
		Gg. Tri Dharma	Gg. Harapan Sari	Gg. Kusuma Wijaya
1.	Jumlah Jiwa	249 jiwa (56 KK)	226 jiwa (52 KK)	180 jiwa (36 KK)
2.	Jumlah Sambungan Rumah (SR)	52 SR	50 SR	36 KK
3.	Tahun Beroperasi	2016-sekarang	2017-sekarang	2017-sekarang
4.	Dimensi IPAL	13,54 x 2,5 m	13,54 x 2,5 m	12,5 x 1,5 m
5.	Nama KSM	KSM Dharma	KSM Cipta Sarana	KSM Wijaya
6.	Koordinat Titik <i>Sampling</i>			
	<i>Inlet</i>	0°0'4.23"S 109°17'32.18"T	0°2'50.68"S 109°21'1.82"T	0°2'55.60"S 109°21'27.98"T
	<i>Outlet</i>	0°0'3.94"S 109°17'32.18"T	0°2'51.11"S 109°21'1.59"T	0°2'55.24"S 109°21'28.37"T
7.	Debit Eksisting	1,24x10 ⁻⁴ m ³ /s	1,29x10 ⁻⁴ m ³ /s	3,99x10 ⁻⁴ m ³ /s
8.	Debit Perencanaan	1,85x10 ⁻⁴ m ³ /s	1,85x10 ⁻⁴ m ³ /s	1,85x10 ⁻⁴ m ³ /s

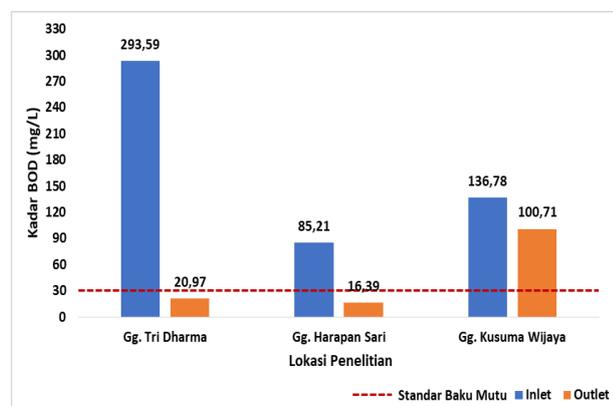
Hal ini sesuai dengan pendapat Nugroho dkk (2018) yang mengatakan bahwa masalah yang terjadi selain kecepatan yang tidak memenuhi syarat adalah kedalaman berenang air limbah yang melebihi kapasitas desain rencana yang menyebabkan debit aliran lebih besar dibandingkan dengan debit perencanaan. Masalah ini dapat diatasi dengan mengubah diameter pipa dan kemiringannya agar kecepatan dan debit aliran dapat sesuai dengan persyaratan.

3.2 Kinerja IPAL di 3 Lokasi Penelitian dalam Menurunkan Beban Pencemar

Kinerja IPAL yang merupakan komponen dari SPALDT dilihat berdasarkan hasil uji kualitas air limbah di masing-masing IPAL ketiga lokasi berdasarkan parameter BOD, TSS, pH, dan Minyak Lemak. Hasil analisa sampel air limbah dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Selain itu, peninjauan kinerja IPAL dilakukan untuk mengetahui efisiensi IPAL dalam mengolah air limbah.

1. Parameter BOD

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan dan untuk menentukan sistem pengolahan secara biologis. Hasil analisis laboratorium PT. Sucofindo terhadap parameter BOD pada IPAL di Gg. Tri Dharma, Gg. Harapan Sari, dan Gg. Kusuma Wijaya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Parameter BOD di 3 Lokasi IPAL

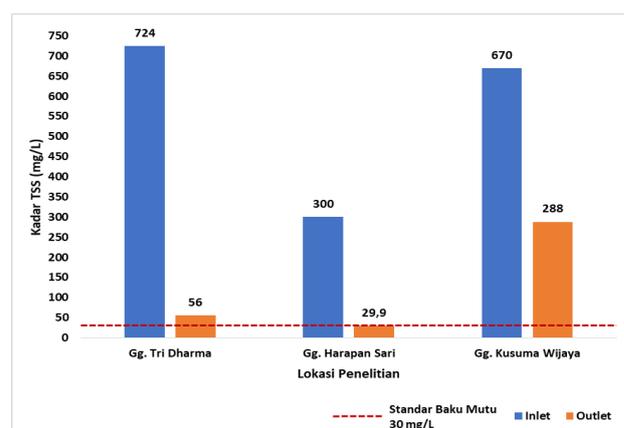
Berdasarkan Gambar 2, kualitas *effluent* IPAL di Gg. Tri Dharma dan Gg. Harapan Sari memenuhi standar baku mutu jika dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016, sedangkan *effluent* IPAL di Gg. Kusuma Wijaya berada di atas standar baku mutu. Hasil analisis laboratorium terhadap parameter BOD, terjadi penurunan dari 293,59 mg/L menjadi 20,97 mg/L atau sebesar 272,62 mg/L pada IPAL di Gg. Tri Dharma. Pada IPAL di Gg. Harapan Sari juga terjadi penurunan dari 85,21 mg/L menjadi 16,39 mg/L atau sebesar 68,82 mg/L. Meskipun kualitas *effluent* pada IPAL di Gg. Kusuma Wijaya tidak memenuhi baku mutu, namun terjadi penurunan dari 136,78 mg/L

menjadi 100,71 mg/L atau sebesar 36,07 mg/L. Penurunan kadar BOD dapat dijadikan persentase penyisihan zat pencemar untuk dilihat efisiensi IPAL dalam menurunkan parameter BOD. Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai efisiensi IPAL di Gg. Tri Dharma sebesar 92,86%, efisiensi IPAL di Gg. Harapan Sari sebesar 80,77%, dan efisiensi IPAL di Gg. Kusuma Wijaya sebesar 26,37%.

Kadar BOD pada bak *Inlet* IPAL di Gg. Tri Dharma paling tinggi. Hal ini dikarenakan jumlah penduduk di Gg. Tri Dharma paling banyak dibandingkan jumlah penduduk di lokasi lainnya, sehingga kandungan bahan-bahan organik pada limbah cair juga paling banyak. Menurut Susanthi dkk (2018), kadar BOD yang tinggi menunjukkan besarnya kandungan bahan-bahan organik pada limbah cair yang masuk ke dalam sistem IPAL. Tingginya kadar BOD pada *effluent* IPAL di Gg. Kusuma Wijaya disebabkan karena kandungan bahan-bahan organik yang masuk ke dalam sistem IPAL tidak diimbangi dengan proses pengolahan air limbah yang memadai. Debit eksisting IPAL di Gg. Kusuma Wijaya lebih besar dibandingkan debit di lokasi lainnya sehingga berpengaruh dalam menurunkan kadar BOD. Hal ini sesuai dengan pernyataan Susanthi dkk (2018) yang menyatakan bahwa debit air limbah juga mempengaruhi kemampuan IPAL dalam menurunkan BOD. Semakin besar debit air limbah, maka penurunan BOD semakin menurun.

2. Parameter TSS

Pemeriksaan TSS berguna untuk mengetahui kekuatan pencemaran air limbah domestik dan penentuan efisiensi unit pengolahan air. Hasil analisis laboratorium PT. Sucofindo terhadap parameter TSS pada IPAL di Gg. Tri Dharma, Gg. Harapan Sari, dan Gg. Kusuma Wijaya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Parameter TSS di 3 Lokasi IPAL

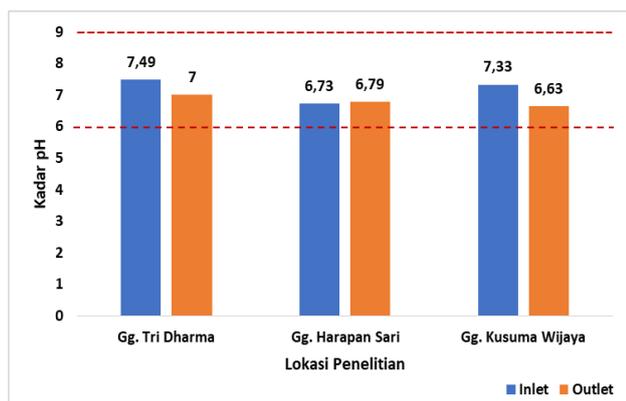
Berdasarkan Gambar 3, kualitas *effluent* IPAL di Gg. Tri Dharma dan Gg. Kusuma Wijaya melewati batas baku mutu yang diperbolehkan oleh PERMENLHK No. 68 Tahun 2016, sedangkan *effluent* IPAL di Gg. Harapan Sari berada di bawah baku mutu sehingga aman dibuang ke badan air. Hasil analisis laboratorium

terhadap parameter TSS, terjadi penurunan dari 724 mg/L menjadi 56 mg/L atau sebesar 668 mg/L pada IPAL Gg. Tri Dharma. Pada IPAL Gg. Harapan Sari juga terjadi penurunan dari 300 mg/L menjadi 29,90 mg/L atau sebesar 270,1 mg/L. Penurunan kadar TSS pada IPAL di Gg. Kusuma Wijaya yaitu dari 670 mg/L menjadi 288 mg/L atau sebesar 390 mg/L. Dari perhitungan diperoleh nilai efisiensi IPAL di Gg. Tri Dharma dalam menurunkan kadar TSS sebesar 92,27%, efisiensi IPAL di Gg. Harapan Sari sebesar 90,03%, dan efisiensi IPAL di Gg. Kusuma Wijaya sebesar 58,21%.

Tingginya kadar TSS pada IPAL di Gg. Tri Dharma dan IPAL di Gg. Kusuma Wijaya disebabkan banyaknya endapan pada Bak Pengendapan (*Settler*) yang tidak pernah dilakukan pengurasan. Pengurasan lumpur penting untuk dilakukan karena berpengaruh terhadap kinerja IPAL. Hal ini diperkuat oleh penelitian Parasmita dkk (2013) yang menyatakan bahwa pengurasan lumpur yang seharusnya dapat dilakukan secara teratur untuk menghindari adanya *clogging* akibat penumpukan lumpur di dalam reaktor. Selain itu, pemeliharaan yang tidak berjalan pada IPAL di Gg. Kusuma Wijaya mempengaruhi kinerja IPAL dalam menurunkan parameter TSS.

3. Parameter pH

pH merupakan parameter penting dalam analisis kualitas air karena pengaruhnya terhadap proses-proses biologis dan kimia di dalamnya (Chapman, 2000 dalam Hidayah, 2014). pH pada air limbah sangat dipengaruhi oleh aktifitas mikroorganisme yang berada di dalamnya dan karakteristik air limbah itu sendiri. Hasil analisis laboratorium terhadap parameter pH pada IPAL di Gg. Tri Dharma, IPAL di Gg. Harapan Sari, dan IPAL di Gg. Kusuma Wijaya dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Grafik Parameter pH di 3 Lokasi IPAL

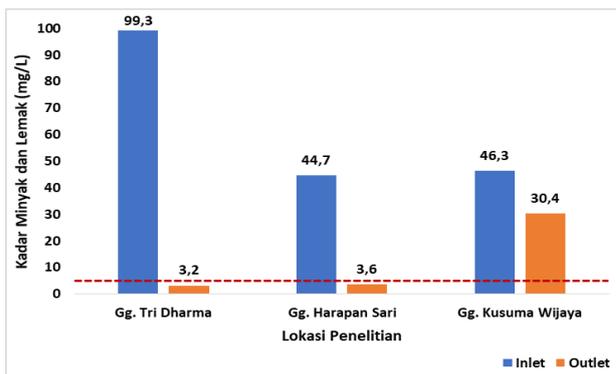
Berdasarkan **Gambar 4**, kadar pH di 3 lokasi IPAL telah memenuhi standar baku mutu jika dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016. Hasil analisis laboratorium terhadap parameter pH pada 3 lokasi IPAL masih di dalam rentang baku mutu, yaitu dari 7,49 menjadi 7 pada IPAL di Gg. Tri Dharma, dari 6,73

menjadi 6,79 pada IPAL di Gg. Harapan Sari, dan dari 7,33 menjadi 6,63 pada IPAL di Gg. Kusuma Wijaya.

Air limbah yang memiliki nilai pH yang sangat ekstrim akan sulit diolah secara biologis, dan apabila pH air limbah ini tidak diolah sebelum dilepas ke badan air, air ini dapat merusak keadaan badan air penerima. Ketiga kadar parameter pH di masing-masing lokasi IPAL masih di dalam rentang baku mutu yaitu 6 – 9, dengan demikian dapat dikatakan bahwa parameter pH dari ketiga lokasi adalah netral karena masih berada di dalam rentang baku mutu. Oleh karena itu, kinerja ketiga IPAL dalam menurunkan parameter pH baik.

4. Parameter Minyak dan Lemak

Minyak dan Lemak termasuk senyawa organik yang relatif stabil dan sulit diuraikan oleh bakteri. Berat jenis minyak yang lebih kecil daripada air menyebabkan terbentuknya lapisan tipis di permukaan air sehingga menutup permukaan air yang mengakibatkan terbatasnya oksigen masuk ke dalam air. Hasil analisis laboratorium terhadap parameter Minyak Lemak pada IPAL di Gg. Tri Dharma, IPAL di Gg. Harapan Sari, dan IPAL di Gg. Kusuma Wijaya dapat dilihat pada **Gambar 5**



Gambar 5. Grafik Parameter Minyak dan Lemak di 3 Lokasi IPAL

Berdasarkan **Gambar 5**, kualitas *effluent* IPAL di lokasi Gg. Kusuma Wijaya berada di atas baku mutu, sedangkan kualitas *effluent* IPAL di Gg. Tri Dharma dan IPAL di Gg. Harapan Sari berada di bawah baku mutu sehingga memenuhi standar baku mutu PERMENLHK No. 68 Tahun 2016. Hasil analisis laboratorium terhadap parameter Minyak dan Lemak, terjadi penurunan dari 99,30 mg/L menjadi 3,20 mg/L atau sebesar 96,1 mg/L pada IPAL di Gg. Tri Dharma. Pada IPAL di Gg. Harapan Sari juga terjadi penurunan dari 44,70 mg/L menjadi 3,60 mg/L atau sebesar 41,1 mg/L. Kualitas *effluent* IPAL di Gg. Kusuma Wijaya yang tidak memenuhi baku mutu juga mengalami penurunan dari 46,30 mg/L menjadi 30,40 mg/L atau sebesar 10,23 mg/L.

Penurunan kadar Minyak dan Lemak dapat dijadikan persentase penyisihan zat pencemar yang dapat dihitung untuk dilihat efisiensi IPAL dalam menurunkan parameter Minyak dan Lemak. Dari

perhitungan diperoleh nilai efisiensi IPAL di Gg. Tri Dharma dalam menurunkan kadar Minyak dan Lemak sebesar 96,78%, efisiensi IPAL di Gg. Harapan Sari sebesar 91,95%, dan efisiensi IPAL di Gg. Kusuma Wijaya sebesar 34,34%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kinerja IPAL di Gg. Tri Dharma dan kinerja IPAL di Gg. Harapan Sari baik dikarenakan hasil *effluent* memenuhi standar baku mutu dan memiliki tingkat efisiensi yang tinggi menurunkan parameter Minyak dan Lemak, sedangkan kinerja IPAL di Gg. Kusuma Wijaya dapat dikatakan buruk dikarenakan hasil *effluent* yang berada di atas baku mutu dan efisiensinya rendah.

Tingginya kadar Minyak dan Lemak pada IPAL di Gg. Kusuma Wijaya diakibatkan karena tidak pernah dilakukannya pemeliharaan seperti pengambilan kotoran mengapung dari Bak Perangkap Minyak dan Lemak (*Grease Trap*). Selain itu diduga karena kinerja bakteri berkurang sehingga penyisihan parameter Minyak Lemak juga tidak efisien. Hal ini sejalan dengan pendapat Sulistia dan Septisya (2019) yang menyatakan konsentrasi Minyak dan Lemak yang masih tinggi dapat terjadi karena proses penghilangan lemak yang sudah menggumpal di bagian atas hanya dengan pengambilan secara manual oleh manusia sehingga dapat tersisa dan karena lemak yang sulit terdegradasi oleh bakteri maka kadarnya sulit berkurang.

Berdasarkan uraian diatas, kinerja IPAL yang paling baik dalam menurunkan parameter BOD, TSS, pH, dan Minyak Lemak terdapat pada IPAL di lokasi Gg. Harapan Sari karena telah memenuhi baku mutu PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 serta nilai efisiensinya tinggi. Kinerja IPAL di Gg. Tri Dharma dikatakan cukup baik karena hanya parameter TSS saja yang tidak memenuhi baku mutu dan nilai efisiensi IPAL tinggi, sedangkan kinerja IPAL di Gg. Kusuma Wijaya dikatakan paling buruk diantara ketiga lokasi IPAL dikarenakan hanya parameter pH saja yang memenuhi baku mutu PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 dan nilai efisiensinya rendah.

3.3 Analisis LPKAK Ketiga Lokasi Penelitian

Data LPKAK hasil *Benchmarking* diperoleh berdasarkan identifikasi dan analisis variabel-variabel pada indikator. Variabel-variabel yang dianalisis pada masing-masing lokasi penelitian adalah sebagai berikut.

3.3.1 Analisis LPKAK Gg. Tri Dharma

Identifikasi dan analisis variabel-variabel pada unit SPALDT Program SANIMAS IDB di lokasi Gg. Tri Dharma adalah:

1. Kesesuaian Komponen Unit SPALDT dengan Kriteria Desain dan Perencanaan

Berdasarkan data hasil pengukuran serta wawancara bersama ketua KSM Dharma, masing-masing komponen baik dari Sub-Sistem Pelayanan,

Sub-Sistem Pengumpulan, dan Sub-Sistem Pengolahan telah memenuhi kriteria desain. Masing-masing komponen dapat dikatakan memenuhi kriteria desain dikarenakan data yang diperoleh baik dari pengukuran langsung maupun wawancara sesuai dengan Pedoman Teknis Pelaksanaan SANIMAS IDB dan PERMENPUPR No. 4 Tahun 2017. Khusus untuk data hasil pengukuran dimensi Sub-Sistem Pengolahan telah disesuaikan dengan DED Perencanaan IPAL Tri Dharma, dimana hasil pengukuran dimensi Sub-Sistem Pengolahan pada kondisi lapangan sesuai dengan Perencanaan. Oleh karena itu, variabel "Kesesuaian Komponen Unit SPALDT dengan Kriteria Desain dan Perencanaan" diberi nilai 1 karena telah memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh.

Faktor keberhasilan unit SPALDT Gg. Tri Dharma dari variabel ini dikarenakan beberapa faktor. Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada ketua RT yang sekaligus menjabat sebagai ketua KSM, KSM telah mendapatkan sosialisasi dan pelatihan dari Fasilitator Provinsi pada tahap pra-konstruksi sehingga telah memahami bagaimana teknis pembangunan unit SPALDT pada tahap konstruksi. Selain itu, mayoritas warga Gg. Tri Dharma bermata pencaharian sebagai buruh bangunan sehingga tidak ditemukan kendala pada proses konstruksi karena telah mempunyai banyak pengalaman dalam dunia lapangan konstruksi, terlebih lagi telah mendapatkan pengawasan dari TFL pada tahap konstruksi.

2. Kondisi Fisik Unit SPALDT Program SANIMAS IDB yang Terbangun

Berdasarkan pengamatan secara langsung pada unit SPALDT di Gg. Tri Dharma, kondisi fisik bangunan dan elemen tiap komponen dikatakan baik. Hal ini dikarenakan tidak ditemukan kebocoran dan kerusakan fisik yang mempengaruhi kinerja SPALDT pada tiap komponen. Oleh karena itu, variabel "Kondisi Fisik Unit SPALDT Program SANIMAS IDB yang Terbangun" diberi nilai 1 karena telah memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh.

3. Kualitas Air Limbah yang Dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

Berdasarkan data yang disajikan pada **Gambar 2, 3, 4, dan 5**, kualitas *effluent* IPAL Gg. Tri Dharma tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 pada parameter TSS, sedangkan untuk parameter BOD, pH, dan Minyak Lemak telah memenuhi baku mutu. Dari analisis data uji laboratorium sampel hasil pengolahan, *effluent* TSS berada di atas baku mutu yaitu sebesar 56 mg/L meskipun efisiensi IPAL pada Gg. Tri Dharma yang didapatkan dari hasil perhitungan sangat tinggi dalam menurunkan parameter TSS yaitu sebesar 92,27%. Oleh karena itu, variabel "Kualitas Air Limbah yang Dibandingkan dengan PERMENLHK

No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik” diberi nilai 0 karena tidak memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh, sehingga diperlukan rekomendasi pada variabel ini.

Hasil pengolahan yang tidak memenuhi baku mutu namun memiliki nilai efisiensi yang tinggi dianggap perlu dikaji lebih lanjut. Persoalan pada IPAL di Gg. Tri Dharma diduga terdapat pada nilai *Overflow Rate* (OFR), Kecepatan Pengendapan, dan Bilangan Froude yang tidak memenuhi kriteria desain pada proses pengendapan di Bak Pengendap (*Settler*). Kecepatan pengendapan yang didapatkan dari hasil perhitungan sebesar 89×10^{-7} m/s, sedangkan nilai OFR yang didapatkan sebesar 765×10^{-3} m³/m² hari. Kecepatan pengendapan lebih kecil daripada nilai OFR menyebabkan tidak semua partikel dapat terendapkan dan memungkinkan partikel akan terbawa ke *effluent*. Menurut Buku Perencanaan Sub Sistem Pengelolaan Terpusat (2018), jika kecepatan pengendapan memiliki nilai yang sama dengan OFR maka 100% partikel akan mengendap di dasar Bak Pengendap. Namun, jika kecepatan pengendapan lebih kecil dari OFR maka partikel akan lolos dan tidak terendapkan.

Efektivitas proses sedimentasi dalam memisahkan partikel padatan juga dipengaruhi oleh bilangan Reynold maupun bilangan Froude. Hal ini serupa dengan pernyataan Lopez (2007) dalam Darmadi (2017) yang mengatakan bahwa efisiensi pengendapan tergantung pada karakteristik aliran, sehingga perlu diketahui karakteristik aliran pada unit tersebut yang diperkirakan dengan bilangan Reynolds dan bilangan Froude. Bilangan Reynold untuk mencapai kondisi terbaik dalam proses sedimentasi adalah <2000 atau dalam kondisi laminar, sedangkan bilangan Froude untuk sedimentasi adalah >10⁻⁵. Nilai Reynold kondisi eksisting yang dihitung adalah <2000 yakni dengan nilai 22 sehingga dikatakan memenuhi kriteria, sedangkan nilai Froude kondisi eksisting <10⁻⁵ yakni dengan nilai 11×10^{-11} sehingga dikatakan tidak memenuhi kriteria. Bilangan Froude adalah sebuah parameter nondimensional yang menunjukkan efek relatif dari efek inersia terhadap efek gravitasi. Hasil perhitungan pada nilai Froude menunjukkan bahwa kondisi aliran pada Bak Pengendap di Gg. Tri Dharma adalah subkritis.

Tingginya konsentrasi TSS yang terdapat pada Gg. Tri Dharma karena kecepatan pengendapan lebih kecil dari OFR dan aliran subkritis berdasarkan nilai Froude <10⁻⁵ diduga karena belum pernah dilakukan pengurusan pada bak sejak awal dibangun. Pengurusan tidak pernah dilakukan dikarenakan tidak adanya penarikan uang retribusi serta sulitnya mobilisasi kendaraan jasa penyedot tinja akibat kondisi jalan yang sempit. Kondisi bak yang tidak pernah dikuras sejak awal beroperasi sampai dengan saat penelitian tahun 2020 menyebabkan kondisi bak penuh dengan sedimen.

4. Pemeliharaan (*Maintenance*) untuk Keberlanjutan Unit SPALDT

Berdasarkan hasil observasi kunjungan lapangan secara langsung serta wawancara bersama Ketua RT dan warga, pemeliharaan pada unit SPALDT berjalan dengan baik. Warga memiliki kesadaran untuk melakukan pemeliharaan pada unit SPALDT. Warga melakukan pemeliharaan sesuai dengan SOP yang telah dijelaskan saat sosialisasi pasca konstruksi, seperti tidak memasukkan limbah padat ke jamban karena akan menyumbat saluran, tidak membuang minyak bekas ke saluran pembuangan dapur karena dapat menyumbat pipa, tidak membuang bahan kimia ke saluran karena akan mematikan bakteri di IPAL, mengambil kotoran mengapung dari *Grease Trap*, memeriksa bak kontrol di rumah, dan memeriksa semua tutup *manhole* IPAL harus bisa dibuka untuk mempermudah perawatan. Pembersihan *filter* pernah dilakukan meskipun hanya sekali. Selain itu, media arang aktif juga pernah diganti sekali karena telah jenuh yang berdampak bagi kinerja IPAL.

Hasil wawancara dengan Ketua RT mengatakan bahwa tidak berjalannya dana retribusi guna keperluan pemeliharaan kepada warga sebagai pengguna, sehingga pemeliharaan cenderung dilakukan secara pribadi dan Ketua RT sendiri yang biasanya mengayomi warga dalam melakukan pemeliharaan. Hal ini dikarenakan warga tidak menyanggupi dalam membayar karena kondisi ekonomi yang rendah. Oleh karena itu, pemeliharaan yang membutuhkan dana seperti pengurusan lumpur tinja tidak pernah dilakukan karena tidak adanya uang retribusi dan sulitnya akses kendaraan bermuatan besar menuju lokasi dikarenakan kondisi jalanan yang sempit dan padat. Meskipun warga melakukan pemeliharaan dan unit SPALDT masih berfungsi cukup baik, variabel “Pemeliharaan (*Maintenance*) untuk Keberlanjutan Unit SPALDT” diberi nilai 0 dikarenakan beberapa aspek dalam pemeliharaan tidak dilakukan yang berpengaruh bagi kinerja IPAL, sehingga diperlukan rekomendasi untuk variabel ini.

3.3.2 Analisis LPKAK Gg. Harapan Sari

Identifikasi dan analisis variabel-variabel pada unit SPALDT Program SANIMAS IDB di lokasi Gg. Harapan Sari adalah:

1. Kesesuaian Komponen Unit SPALDT dengan Kriteria Desain dan Perencanaan

Berdasarkan data hasil pengukuran serta wawancara bersama ketua KSM Cipta Sarana, masing-masing komponen baik dari Sub-Sistem Pelayanan, Sub-Sistem Pengumpulan, dan Sub-Sistem Pengolahan telah memenuhi kriteria desain. Masing-masing komponen dapat dikatakan memenuhi kriteria desain dikarenakan data yang diperoleh baik dari pengukuran langsung maupun wawancara sesuai dengan Pedoman Teknis Pelaksanaan SANIMAS IDB dan PERMENPUPR No. 4

Tahun 2017. Khusus untuk data hasil pengukuran dimensi Sub-Sistem Pengolahan telah disesuaikan dengan DED Perencanaan IPAL Harapan Sari, dimana hasil pengukuran dimensi Sub-Sistem Pengolahan pada kondisi lapangan sesuai dengan Perencanaan. Oleh karena itu, variabel "Kesesuaian Komponen Unit SPALDT dengan Kriteria Desain dan Perencanaan" diberi nilai 1 karena telah memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada ketua RT dan ketua KSM, faktor keberhasilan unit SPALDT Gg. Harapan Sari terhadap variabel ini dikarenakan KSM telah mendapatkan sosialisasi dan pelatihan dari Fasilitator Provinsi pada tahap pra-konstruksi sehingga KSM telah memahami bagaimana teknis pembangunan unit SPALDT pada tahap konstruksi. Selain itu, TFL juga mengawasi proses dalam pengerjaan unit SPALDT pada tahap konstruksi sehingga dapat meminimalisir adanya kesalahan teknis pada lapangan.

2. Kondisi Fisik Unit SPALDT Program SANIMAS IDB yang Terbangun

Berdasarkan pengamatan secara langsung pada unit SPALDT di Gg. Harapan Sari, kondisi fisik bangunan dan elemen tiap komponen dikatakan baik. Hal ini dikarenakan tidak ditemukan kebocoran dan kerusakan fisik yang mempengaruhi kinerja SPALDT pada tiap komponen. Oleh karena itu, variabel "Kondisi Fisik Unit SPALDT Program SANIMAS IDB yang Terbangun" diberi nilai 1 karena telah memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh.

3. Kualitas Air Limbah yang Dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

Berdasarkan data yang disajikan pada **Gambar 2, 3, 4, dan 5.**, kualitas *effluent* IPAL Gg. Harapan Sari memenuhi baku mutu PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dari parameter BOD, TSS, pH, dan Minyak Lemak. Nilai *effluent* yang berada di bawah baku mutu air limbah domestik aman dibuang ke badan air sehingga tidak mencemari lingkungan perairan. Oleh karena itu, variabel "Kualitas Air Limbah yang Dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik" diberi nilai 1 karena telah memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh.

4. Pemeliharaan (*Maintenance*) untuk Keberlanjutan Unit SPALDT

Berdasarkan hasil observasi kunjungan lapangan secara langsung serta wawancara yang dilakukan bersama Ketua RT sekaligus Ketua Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP) serta warga, pemeliharaan pada unit SPALDT berjalan dengan baik. Hasil wawancara dengan pengelola unit SPALDT mengatakan bahwa telah dilakukan pengecekan kondisi unit SPALDT dan *monitoring* pada tahap pasca konstruksi. Pembersihan *filter*

juga dilakukan selama 3 tahun sekali. Selain itu, pengurasan lumpur tinja juga dilakukan selama 2 kali sejak IPAL beroperasi, yaitu pada tahun 2018 dan pada tahun 2020. Hal ini sesuai dengan Pedoman Teknis Pelaksanaan SANIMAS IDB yang mengatakan bahwa untuk pemeliharaan seperti pembersihan *filter* atau pengurasan lumpur tinja dilakukan secara berkala setiap 2 – 3 tahun sekali. Selain itu, media arang aktif juga pernah diganti karena telah jenuh.

Hasil wawancara dengan narasumber mengatakan bahwa sudah diterapkan dana retribusi guna keperluan pemeliharaan kepada warga sebagai pengguna, dengan iuran yang ditetapkan sebesar Rp 5.000,00/bulan/KK. Pembayaran dana retribusi memberi dampak yang baik bagi keberlanjutan program. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mulia (2015) yang menyatakan bahwa pembangunan sarana sanitasi komunal harus didukung dengan penyediaan biaya operasi dan pemeliharaan yang realistis agar menghasilkan efektivitas dan pelayanan yang berkelanjutan. Warga juga tidak merasa keberatan karena iuran yang dipungut masih realistis sehingga warga tidak merasa diberatkan oleh adanya dana retribusi. Selain itu, warga pengguna unit SPALDT sudah melakukan pemeliharaan sesuai dengan SOP yang telah dijelaskan pada saat sosialisasi pasca konstruksi, seperti melakukan pembersihan pada Bak Perangkap Minyak dan Lemak (*Grease Trap*) dan Bak Kontrol dengan mengambil kotoran yang mengapung minimal setiap 3 hari sekali, tidak membuang minyak bekas ke saluran pembuangan, tidak membuang bahan kimia ke dalam saluran, dan lain sebagainya. Hal ini menunjukkan bahwa warga pengguna telah paham dan sadar mengenai pentingnya menjaga sanitasi, dimana keberadaan SPALDT sangat berpengaruh bagi warga setempat. Oleh karena itu, variabel "Pemeliharaan (*Maintenance*) untuk Keberlanjutan Unit SPALDT" diberi nilai 1 karena telah memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh.

3.3.3 Analisis LPKAK Gg. Harapan Sari

Identifikasi dan analisis variabel-variabel pada unit SPALDT Program SANIMAS IDB di lokasi Gg. Kusuma Wijaya adalah:

1. Kesesuaian Komponen Unit SPALDT dengan Kriteria Desain dan Perencanaan

Berdasarkan data hasil pengukuran serta wawancara bersama ketua KSM Kusuma, masing-masing komponen baik dari Sub-Sistem Pelayanan, Sub-Sistem Pengumpulan, dan Sub-Sistem Pengolahan tidak memenuhi kriteria desain. Masing-masing komponen dapat dikatakan tidak memenuhi kriteria desain dikarenakan data yang diperoleh baik dari pengukuran langsung maupun wawancara tidak sesuai dengan Pedoman Teknis Pelaksanaan SANIMAS IDB dan PERMENPUPR No. 4 Tahun

2017. Khusus untuk data hasil pengukuran dimensi Sub-Sistem Pengolahan telah disesuaikan dengan DED Perencanaan IPAL Kusuma Wijaya, dimana hasil pengukuran dimensi Sub-Sistem Pengolahan pada kondisi lapangan tidak sesuai dengan Perencanaan. Oleh karena itu, variabel “Kesesuaian Komponen Unit SPALDT dengan Kriteria Desain dan Perencanaan” diberi nilai 0 karena tidak memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh, sehingga diperoleh rekomendasi pada variabel ini.

Ketidaksesuaian komponen unit SPALDT pada Gg. Kusuma Wijaya dengan kriteria desain dan perencanaan dikarenakan beberapa faktor. Menurut Ketua RT sekaligus Ketua KSM, KSM tidak mendapatkan sosialisasi dan pelatihan yang memadai dari Fasilitator Provinsi pada proses pra-konstruksi. Hal ini menyebabkan ketidaksesuaian perencanaan yang dibuat oleh TFL dengan konstruksi pembangunan karena KSM tidak memahami dengan jelas bagaimana teknis pembangunan unit SPALDT. Selain itu, pengawasan tidak dilakukan oleh TFL pada tahap konstruksi.

2. Kondisi Fisik Unit SPALDT Program SANIMAS IDB yang Terbangun

Berdasarkan pengamatan secara langsung pada unit SPALDT di Gg. Kusuma Wijaya, kondisi fisik bangunan dan elemen tiap komponen dikatakan baik. Hal ini dikarenakan tidak ditemukan kebocoran dan kerusakan fisik yang mempengaruhi kinerja SPALDT pada tiap komponen. Oleh karena itu, variabel “Kondisi Fisik Unit SPALDT Program SANIMAS IDB yang Terbangun” diberi nilai 1 karena telah memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh.

3. Kualitas Air Limbah yang Dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

Berdasarkan data yang disajikan pada **Gambar 2, 3, 4,** dan 5, kualitas *effluent* IPAL Gg. Kusuma Wijaya tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 dari parameter BOD, TSS, dan Minyak Lemak, dimana hanya parameter pH yang memenuhi baku mutu, yaitu sebesar 6,63 yang masih berada diantara 6 – 9. Dilihat dari *effluent* yang berasal dari Bak *Outlet* secara langsung, air yang dibuang menimbulkan bau tidak sedap. Hal ini dikarenakan nilai BOD pada air limbah *effluent* masih tinggi, yang menunjukkan jumlah pencemar yang disebabkan oleh bahan organik. *Effluent* yang dibuang berwarna keruh menunjukkan tingginya kadar TSS. Nilai TSS yang melebihi baku mutu menyebabkan kekeruhan dan mengurangi cahaya yang dapat masuk ke dalam air yang mengganggu ekosistem akuatik. Parameter Minyak dan Lemak dari *effluent* yang belum memenuhi standar baku mutu menyebabkan lapisan minyak pada permukaan air akan

menghalangi difusi oksigen dan sinar matahari masuk sehingga fotosintesis oleh tanaman air tidak dapat berlangsung.

Kualitas air limbah yang diolah pada IPAL di Gg. Kusuma Wijaya tidak layak untuk dibuang ke badan air karena sebagian besar parameter masih berada diatas standar baku mutu. Berdasarkan data hasil pengukuran, beberapa pipa memiliki kemiringan yang kurang dari standar kriteria desain. Jika kemiringan pipa kurang dari minimal yaitu sebesar 2%, maka tinja akan lambat untuk mengalir bersama dengan air siramannya sehingga tinja menjadi terhambat untuk mengalir. Oleh karena kecepatan aliran lambat, maka tidak terjadi proses *self-cleansing* sehingga bahan padat yang terdapat di dalam saluran mengendap di dasar pipa. Selain itu, beberapa komponen pada IPAL juga tidak memenuhi kriteria desain berpengaruh pada kinerja pengolahan IPAL dalam mengolah air limbah. Oleh karena itu, variabel “Kualitas Air Limbah yang Dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik” diberi nilai 0 karena tidak memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh, sehingga diperlukan rekomendasi pada variabel ini.

4. Pemeliharaan (*Maintenance*) untuk Keberlanjutan Unit SPALDT

Berdasarkan hasil observasi kunjungan lapangan secara langsung serta wawancara bersama Ketua RT sekaligus Ketua KSM dan warga, pemeliharaan pada unit SPALDT tidak berjalan dengan baik. Meskipun kondisi eksisting IPAL terlihat baik, program masih memiliki kekurangan terutama aspek keberlanjutan dimana peran masyarakat sangat minimal. Hal ini disebabkan karena kurangnya sosialisasi terhadap masyarakat tentang fungsi dan tanggung jawab lembaga pengelola dan masyarakat sebagai pengguna. Warga pengguna unit SPALDT juga tidak melakukan pemeliharaan sesuai dengan SOP yang berlaku dikarenakan kurangnya pemahaman masyarakat terhadap fungsi pengelolaan air limbah. Berdasarkan wawancara yang dilakukan bersama warga, hal tersebut terjadi dikarenakan warga berpendapat bahwa program merupakan bantuan dari pemerintah dan sudah ada lembaga yang menangani program tersebut.

Selain itu, warga pengguna IPAL di Gg. Kusuma Wijaya tidak melakukan pembayaran retribusi pengolahan air limbah setiap bulannya dikarenakan alasan kondisi keuangan warga dan sikap acuh tak acuh pengelola. Kelembagaan pengelola air limbah di tingkat lokal yang telah terbentuk maupun di tingkat pemerintah belum bekerja secara optimal terutama dalam kegiatan pemeliharaan. Hal ini diakui oleh Ketua RT yang juga menjabat sebagai ketua KSM Kusuma. Keberadaan SPALDT masih belum memberi dampak bagi warga setempat karena minimnya

kesadaran warga yang bersikap acuh tak acuh terhadap keadaan lingkungan sekitar. Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP) di lokasi Gg. Kusuma Wijaya juga tidak aktif berperan sehingga tidak ada wadah untuk menggerakkan dan menyadarkan masyarakat. Oleh karena itu, variabel "Pemeliharaan (*Maintenance*) untuk Keberlanjutan Unit SPALDT" diberi nilai 0 karena tidak memenuhi variabel berdasarkan data yang telah diperoleh, sehingga diperlukan rekomendasi pada variabel ini.

3.3.4 Hasil LPKAK Benchmarking

Berdasarkan hasil analisis dari variabel-variabel di ketiga lokasi penelitian, maka didapatkan nilai pada tiap variabel sehingga nilai indikator di 3 lokasi penelitian dapat dihitung. Nilai indikator di masing-masing LPKAK akan dibandingkan untuk diketahui lokasi terbaik dilihat dari nilai indikator tertinggi sehingga dapat dijadikan sebagai subjek pembandingan (*benchmark*) bagi lokasi yang nilai indikatornya lebih rendah agar diberikan rekomendasi berdasarkan praktik terbaik (*best practice*) dari subjek *benchmark*. Adapun perbandingan LPKAK Benchmarking di lokasi Gg. Tri Dharma, Gg. Harapan Sari, dan Gg. Kusuma Wijaya dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Benchmarking pada unit SPALDT bertujuan untuk mengetahui lokasi yang kinerjanya paling baik yang dilihat dari nilai indikator yang tertinggi, dimana lokasi dengan nilai tertinggi dijadikan sebagai subjek *benchmark*. Selain itu, *Benchmarking* bertujuan untuk mengetahui lokasi yang kinerjanya kurang baik agar dapat diberikan rekomendasi sesuai dengan subjek *benchmark* sehingga unit SPALDT dapat berfungsi secara optimal dan kinerja mejadi lebih baik. Berdasarkan **Tabel 6**, nilai indikator tertinggi terdapat pada unit SPALDT di Gg. Harapan Sari yang menunjukkan bahwa lokasi di Gg. Harapan Sari merupakan lokasi yang paling baik dan dijadikan sebagai subjek *benchmark* bagi lokasi unit SPALDT di Gg. Tri Dharma dan di Gg. Kusuma Wijaya dikarenakan nilai indikator yang diperoleh pada LPKAK kedua lokasi lebih rendah dibandingkan

LPKAK Gg. Harapan Sari, dimana perolehan nilai indikator yang tertinggi adalah lokasi Gg. Harapan Sari sebesar 100% yang dikatakan paling baik, diikuti dengan lokasi Gg. Tri Dharma sebesar 50% yang dapat dikatakan cukup baik, dan lokasi Gg. Kusuma Wijaya sebesar 25% yang dapat dikatakan kurang baik. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kinerja pada unit SPALDT di lokasi Gg. Tri Dharma dan Gg. Kusuma Wijaya maupun untuk perencanaan pembangunan unit SPALDT Program SANIMAS IDB di masa yang akan datang, diperlukan *best practice* dari subjek *benchmark* sebagai rekomendasi.

3.4 Rekomendasi

Setelah dilakukan analisis dan pembandingan berdasarkan LPKAK *Benchmarking*, ditemukan subjek *benchmark* yang akan dijadikan pembandingan bagi lokasi yang lain, yaitu unit SPALDT di lokasi Gg. Harapan Sari. Adapun rekomendasi untuk meningkatkan kinerja pada unit SPALDT di lokasi Gg. Tri Dharma dan Gg. Kusuma Wijaya maupun untuk perencanaan pembangunan unit SPALDT Program SANIMAS IDB di masa yang akan datang adalah sebagai berikut.

3.4.1 Rekomendasi untuk Unit SPALDT Program SANIMAS IDB di Lokasi Gg. Tri Dharma

Performance gaps pada unit SPALDT di Gg. Tri Dharma dilihat dari variabel dengan nilai 0 pada LPKAK yaitu kualitas air limbah yang tidak memenuhi PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 dikarenakan kadar parameter TSS masih berada di atas baku mutu serta pemeliharaan yang tidak berjalan dilihat dari dana retribusi yang tidak berjalan. Berdasarkan *insight* subjek *benchmark*, keberhasilan IPAL Gg. Harapan Sari dalam mengolah limbah berdasarkan parameter TSS dikarenakan waktu tinggal pada Bak Pengendap yang memenuhi kriteria desain dan pengurusan lumpur yang dilakukan secara berkala pada IPAL, sedangkan keberhasilan dalam pemeliharaan unit SPALDT di Gg. Harapan Sari dikarenakan dana retribusi yang berjalan

Tabel 3. Perbandingan LPKAK Unit SPALDT di 3 Lokasi

Perspektif/A spek	Indikator	Variabel	Gg. Tri Dharma	Nilai Variabel Gg. Harapan Sari	Gg. Kusuma Wijaya
Teknis	Teknologi Pro-Miskin	Kesesuaian Komponen Unit SPALDT dengan Kriteria Desain dan Perencanaan	1	1	0
		Kondisi Fisik Unit SPALDT Program SANIMAS IDB yang Terbangun	1	1	1
		Kualitas Air Limbah yang Dibandingkan dengan PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik	0	1	0
		Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>) untuk Keberlanjutan Unit SPALDT	0	1	0
		Jumlah Hasil Variabel	2	4	1
Nilai Indikator (%)			50	100	25
Catatan: Total Nilai Variabel (minimum = 0, maksimum = 4) Nilai pada Variabel (0 = tidak ada/buruk, 1 = ada/baik)					

Meskipun waktu tinggal pada Bak Pengendap IPAL Gg. Tri Dharma memenuhi kriteria desain, diduga endapan yang dihasilkan dari Bak Pengendap mempengaruhi kedalaman Bak Pengendap menjadi lebih dangkal sehingga reaktor tidak bekerja dengan optimal. Selain itu, meskipun pelaksanaan pemeliharaan IPAL Gg. Tri Dharma yang dilakukan warga berjalan baik, namun belum cukup untuk mengolah parameter TSS sesuai dengan baku mutu. Oleh sebab itu, beberapa rekomendasi yang dapat diberikan pada unit SPALDT Program SANIMAS IDB di Lokasi Gg. Tri Dharma sesuai dengan *best practice* dari subjek *benchmark* adalah:

1. Dilakukan pengurasan lumpur secara berkala pada Bak Pengendap dengan cara menghubungi perusahaan jasa penguras tinja berdasarkan Pedoman Teknis Pelaksanaan SANIMAS IDB. Pengurasan lumpur tinja perlu dilakukan agar kinerja IPAL dalam menguraikan polutan yang terkandung di dalam air limbah menjadi optimal. Apabila jumlah materi tersuspensi mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran dan pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang lebih sering. Hal ini diperkuat dengan pendapat Dhuha (2020) yang mengatakan bahwa apabila proses pengendapan pada kompartemen pertama kurang maksimal, maka dapat menyebabkan penumpukan endapan yang berpengaruh pada kompartemen selanjutnya, dimana penumpukan endapan juga akan terjadi pada media *biofilter* sehingga terjadinya *blocking* dan berpengaruh pada kinerja dari media *biofilter* yang kurang maksimal.
2. Dilakukannya penyediaan biaya operasional dan pemeliharaan berupa sumbangan/dana bantuan dari pemerintah agar menghasilkan efektivitas pada kinerja unit SPALDT dalam mengolah air limbah dan pelayanan yang berkelanjutan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dhuha (2020) yang menyatakan bahwa laporan keuangan sangat penting karena sebagai salah satu wujud transparansi dan akuntabilitas, sehingga perlunya diterapkan iuran bulanan untuk pemeliharaan IPAL komunal agar kinerja dari IPAL tetap maksimal dan *effluent* yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu.

3.4.2 Rekomendasi untuk Unit SPALDT Program SANIMAS IDB di Lokasi Gg. Kusuma Wijaya

Performance gaps unit SPALDT di Gg. Kusuma Wijaya dilihat dari variabel dengan nilai 0 pada LPKAK yaitu ketidaksesuaian komponen unit SPALDT dengan kriteria desain dan perencanaan, kualitas air limbah yang tidak memenuhi PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 berdasarkan parameter BOD, TSS, dan Minyak Lemak, serta pemeliharaan yang tidak berjalan. Berdasarkan *insight* subjek *benchmark*, keberhasilan IPAL Gg. Harapan Sari dalam pembangunannya yang sesuai dengan kriteria desain dan perencanaan

dikarenakan persiapan pembangunan yang matang meliputi pelatihan/sosialisasi bagi KSM pada tahap pra-konstruksi serta pengawasan yang dilakukan oleh TFL pada tahap konstruksi. Keberhasilan IPAL dalam mengolah parameter BOD, TSS, dan Minyak Lemak dikarenakan debit eksisting yang tidak melebihi perencanaan, waktu tinggal yang memenuhi kriteria, dilakukannya pemeliharaan pada komponen unit seperti pengurasan lumpur tinja, pencucian *biofilter*, dan penggantian arang aktif. Pemeliharaan untuk keberlanjutan unit juga berhasil dikarenakan dana retribusi yang berjalan serta pemeliharaan yang dilakukan baik oleh warga maupun pengelola yang memiliki kesadaran untuk merawat komponen-komponen IPAL.

Oleh sebab itu, beberapa rekomendasi yang dapat diberikan pada unit SPALDT Program SANIMAS IDB di Lokasi Gg. Kusuma Wijaya sesuai dengan *best practice* dari subjek *benchmark* adalah:

1. Diperlukan persiapan pembangunan yang matang berupa sosialisasi dan pelatihan yang memadai dari pemerintah bagi para KSM pada tahap pra-konstruksi agar memiliki pemahaman teknis mengenai perencanaan dan kriteria desain yang dapat meminimalisir adanya kesalahan teknis pada saat tahap konstruksi. Selain itu, diperlukan pengawasan pada tahap konstruksi oleh TFL untuk menghindari ketidaksesuaian dengan perencanaan dan kriteria desain pada unit yang dibangun.
2. Memperpanjang waktu tinggal pada IPAL dapat meningkatkan efisiensi penyisihan TSS dan BOD. Waktu tinggal pada komponen Bak Pengendap, Bak ABR, dan Bak UAF pada IPAL Gg. Kusuma Wijaya tidak memenuhi kriteria desain. Jika waktu tinggal pendek, maka penyisihan tidak optimal. Hal ini sesuai dengan penelitian Susanthi dkk (2018) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu tinggal maka akan semakin besar efisiensi penyisihan TSS dan BOD, sebaliknya jika waktu tinggal pendek maka penyisihan tidak optimal. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Pitoyo dkk (2017) yang mengatakan bahwa waktu tinggal yang lebih lama akan membuat efisiensi penyisihan menjadi lebih tinggi karena waktu kontak antara mikroorganisme dengan air limbah untuk menguraikannya menjadi lebih lama.
3. Rekomendasi lain yang dapat diberikan adalah dilakukannya pemeliharaan seperti:
 - Tidak membuang minyak bekas ke saluran pembuangan dapur karena ketika mengering, lemaknya dapat menyumbat pipa dan mengambil kotoran mengapung dari *Grease Trap* setiap 3 hari sekali sehingga kadar Minyak Lemak dapat disisihkan
 - Busa dan lapisan kotoran (*scum*) akan rusak jika terlalu tebal. Karena itu, pengendalian padatan harus dilakukan untuk setiap ruang (kompartemen). Lumpur atau endapan harus

dibuang setiap 2–3 tahun dengan menghubungi perusahaan jasa pengurusan tinja

- Meningkatkan kinerja IPAL dengan menambahkan mikroba dan membersihkan *biofilter* dengan melakukan *back wash* pad
- a media *bio-ball* saat sudah banyak padatan yang tertumpuk pada media. Hal ini diperlukan pada sistem pengolahan *Anaerobic Biofilter* karena pengolahan tidak efektif jika banyak terdapat padatan yang masuk ke dalam bak *bioball*.
- Dilakukan pengontrolan sistem pengolahan IPAL komunal secara berkala oleh pihak pengelola agar diketahui hal-hal yang bermasalah dan dapat diperbaiki segera mungkin.

Hal ini diperkuat dengan penelitian Dhuha (2020) yaitu pengelolaan dan pemeliharaannya seperti pembersihan, pengurusan *suspended solid* yang terdapat pada Bak Kontrol, *Grease Trap*, dan pada IPAL mempengaruhi nilai karakteristik limbah cair tersebut.

4. Pengembangan kapasitas masyarakat dan pengelola dengan mengadakan pelatihan dan sosialisasi serta *monitoring* terhadap sistem pengolahan IPAL oleh pemerintah pada tahap pasca konstruksi untuk meningkatkan kapasitas kelembagaan dan masyarakat sehingga keberlanjutan sistem pengelolaan air limbah dapat terjaga. Upaya peningkatan kapasitas ini menjadi penting untuk dilakukan yang sesuai dengan pernyataan Massoud (2010) dalam Afandi dkk (2013) yaitu faktor Sumber Daya Manusia (SDM) baik berupa kemauan maupun kemampuan masyarakat akan mempengaruhi efektifitas penggunaan sistem pengolahan air limbah komunal.
5. Peningkatan koordinasi serta pembagian peran pada Kelompok Kerja (POKJA) Sanitasi. Hal ini dikarenakan dalam pelaksanaannya, fokus kegiatannya masih sebatas pada kegiatan perencanaan dan pembangunan fisik sarana, sedangkan kegiatan yang bersifat *monitoring* dan pembinaan yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas kelembagaan dan Sumber Daya Manusia (SDM) masih jarang dilakukan, terutama pada tahap pasca konstruksi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh yaitu kinerja IPAL yang berada di Gg. Tri Dharma cukup baik, kinerja IPAL yang berada di Gg. Harapan Sari sangat baik, dan kinerja IPAL yang berada di Gg. Kusuma Wijaya buruk. Kinerja IPAL pada ketiga lokasi dilihat berdasarkan hasil pengujian kualitas *effluent* air limbah yang sesuai dengan baku mutu air limbah domestik yaitu PERMENLHK No. 68 Tahun 2016 serta nilai efisiensi. Selain itu, rekomendasi yang dapat diterapkan berdasarkan hasil *Benchmarking* yang telah dilakukan pada unit SPALDT Program SANIMAS IDB adalah pada unit SPALDT di Gg. Tri Dharma, dilakukan pengurusan secara berkala pada

Bak Pengendap dan dilakukannya penyediaan biaya operasional dan pemeliharaan berupa sumbangan/dana bantuan dari pemerintah, sedangkan pada unit SPALDT di Gg. Kusuma Wijaya adalah dilakukannya persiapan pembangunan yang matang, memperpanjang waktu tinggal pada IPAL, menerapkan pemeliharaan sesuai dengan SOP yang berlaku, pengembangan kapasitas masyarakat dan pengelola pasca konstruksi, dan peningkatan koordinasi serta pembagian peran pada Kelompok Kerja (POKJA) Sanitasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Y. V., Sunoko, H. R., dan Kismartini. 2013. Status Keberlanjutan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Komunal Berbasis Masyarakat di Kota Probolinggo. *Jurnal Ilmu Lingkungan* Volume 11, (2013) ISSN: 1829-8907.
- Darmadi. 2017. Modul Sedimentasi. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau: Riau.
- Dhuha, S. 2020. Evaluasi Penerapan Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Gampong Peunayong, Banda Aceh. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry: Aceh.
- Diavid, G. H., Saraswati, S. P., dan Nugroho, A. S. B. 2018. Evaluasi Kelayakan Kinerja Sistem Instalasi Pengolah Air Limbah Domestik: Studi Kasus di Kabupaten Sleman. Volume 4 – ISSN: 2476-9983.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2018. Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2018. Pedoman Teknis Pelaksanaan Kegiatan Sanitasi Berbasis Masyarakat. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Hidayah, T. 2014. Efektivitas Penggunaan Tabung *Biofilter* untuk Sistem IPAL Komunal. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hassanudin: Makassar.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. Peraturan Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.
- Milutinović, B. 2013. Benchmarking and Performance Indicators in Water Supply and Wastewater Services. Faculty of Civil Engineering University of Belgrade. Serbia.
- Mulia, G. J. T. 2015. Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Gresik. Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Murungi, C. dan Blokland, M. W. 2016. Benchmarking for The Provision of Water Supply and Sanitation Services to The Urban Poor: An Assessment Framework. *Int. J. Water*, Vol. 10, NOS. 2/3, 2016.
- Nazarko, J., Kuźmicz, K. A., Prutis, E. S., dan Urban, J. 2009. The General Concept of Benchmarking and its Application in Higher Education in Europe. Vol. 34, Nos. 3-4, ISSN 1469-8358.
- Nugroho, A. P., Utomo, B., dan Solichin. 2018. Analisis Sistem Jaringan Perpipaan Penyalur Air Limbah di Kawasan

- Universitas Sebelas Maret Surakarta. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- Parasmita, B. N., Oktiawan, W., dan Hadiwidodo, M. 2013. Studi Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Penyisihan Parameter BOD5, COD, dan TSS Lindi Menggunakan Biofilter Secara Anaerob-Aerob (Studi Kasus: TPA Ngronggo, Kota Salatiga, Jawa Tengah. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro: Semarang
- Pitoyo, E., Hendriarianti, E., dan Karnaningroem, N. 2017. Evaluasi IPAL Komunal Pada Kelurahan Tlogomas, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Standar Nasional Indonesia 6989.59:2008. Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah.
- Sulistia, S., dan Septisya, A. C. 2019. Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Lingkungan* Vol. 12 No. 1, Juni – 2019: 41 – 57. ISSN: 2085.38616
- Susanthi, D., Purwanto., M. Y., dan Suprihatin. 2018. Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor. Program Studi Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor: Bogor.