



TUGAS AKHIR - RE 184804

# EVALUASI KINERJA IPAL KOMUNAL DI KABUPATEN GRESIK

IIN SAFAATI NURJANAH  
0321154000068

DOSEN PEMBIMBING:  
Dr. Ir. AGUS SLAMET, Dipl.SE., M.Sc

Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



**TUGAS AKHIR - RE184804**

**EVALUASI KINERJA IPAL KOMUNAL DI  
KABUPATEN GRESIK**

IIN SAFAATI NURJANAH  
0321154000068

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. AGUS SLAMET, Dipl. SE., M. Sc

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



**FINAL PROJECT - RE184804**

**PERFORMANCE EVALUATION OF COMMUNAL  
WASTEWATER TREATMENT PLAN (WWTP) IN  
GRESIK**

**IIN SAFAATI NURJANAH  
0321154000068**

**Advisor  
Dr. Ir. AGUS SLAMET, Dipl. SE., M. Sc**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**EVALUASI KINERJA IPAL KOMUNAL DI KABUPATEN  
GRESIK**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik  
pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**IIN SAFAATI NURJANAH**  
NRP. 0321154000068

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:



**Dr. Ir. Agus Slamet, Dipl.SE., M.Sc.**  
NIP. 19590811 198701 1 001



## EVALUASI KINERJA IPAL KOMUNAL DI KABUPATEN GRESIK

Nama Mahasiswa : lin Safaati Nurjanah  
NRP : 0321154000068  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Agus Slamet, Dipl. SE., M. Sc

### ABSTRAK

Pencapaian target MDGs Indonesia sebesar 55% kurang menunjukkan kemajuan yang berarti. Buruknya sanitasi menyebabkan timbulnya berbagai penyakit seperti disentri, kolera, tipus, diare, hepatitis, demam berdarah, dan berbagai macam penyakit lainnya. Sehingga diperlukan fasilitas seperti IPAL komunal untuk memperbaiki kondisi sanitasi di Indonesia. Kabupaten Gresik merupakan Kabupaten yang memiliki IPAL terbanyak di Jawa Timur yaitu sebanyak 105 unit. Namun, hanya 21 unit IPAL yang beroperasi sesuai dengan perencanaan pembangunan. Sehingga diperlukan evaluasi aspek teknis dan aspek non-teknis. Evaluasi yang dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi kinerja IPAL komunal di Kabupaten Gresik dan menentukan strategi peningkatan kinerja IPAL.

Data kualitas air limbah, kuisisioner, dan hasil observasi lapangan digunakan untuk mengevaluasi kinerja IPAL. Observasi lapangan digunakan untuk mengetahui kesesuaian bangunan dengan kriteria perencanaan. Pengukuran kualitas air limbah digunakan untuk mengetahui efektifitas removal masing-masing IPAL. Perbandingan kondisi eksisting dengan kriteria desain dinilai mulai dari skala 1 sampai 4. Data kuisisioner digunakan sebagai bahan evaluasi aspek non-teknis dan pembobotan. Penentuan pembobotan skala prioritas permasalahan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Data kualitatif yang berupa pendapat responden (*key player*) akan diolah menggunakan *software expert choice* dan akan menghasilkan bobot penilaian. Skor hasil evaluasi dikalikan dengan bobot masing-masing indikator sehingga diperoleh nilai akhir. IPAL yang memiliki nilai

akhir kecil akan menjadi prioritas dalam evaluasi IPAL dan digunakan sebagai acuan perumusan strategi optimasi.

Berdasarkan hasil evaluasi teknis dan non teknis, IPAL Peganden Sehat memiliki nilai tertinggi sebesar 3,4. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja dan kesesuaian desain IPAL Peganden Sehat sangat baik. IPAL Higienis 2, IPAL Siwalan Wonokitri, dan IPAL Sri Rejeki XI memiliki nilai evaluasi sebesar 3,3. IPAL Jati memiliki nilai evaluasi sebesar 2,9. IPAL Kauman Sehat memiliki nilai evaluasi sebesar 2,8. IPAL Telaga Abadi memiliki nilai evaluasi sebesar 2,7. IPAL Kramat Rahayu merupakan IPAL yang memiliki nilai evaluasi terendah yaitu 2,1. Sehingga dalam upaya peningkatan kinerja IPAL komunal, IPAL Kramat Rahayu menjadi prioritas dibandingkan dengan IPAL lainnya. Secara umum, permasalahan IPAL pada aspek teknis adalah parameter amonia yang tidak memenuhi baku mutu dan pengurasan yang dilakukan secara tidak teratur. Pengurasan IPAL yang dilakukan secara tidak teratur menyebabkan menurunnya efektivitas IPAL karena menumpuknya biomassa (lumpur) pada kompartemen. Berdasarkan hasil analisis, waktu pengurasan IPAL sebaiknya dilakukan 1-3 tahun sekali. IPAL ditambahkan diffuser dan kompressor untuk mendegradasi kandungan amonia dalam air limbah melalui proses nitrifikasi. Permasalahan IPAL pada aspek non-teknis adalah rendahnya koordinasi dan wawasan masyarakat, KPP, dan DPUTR. Wawasan tentang IPAL dapat ditingkatkan melalui poster dan sosialisasi. IPAL memerlukan SOP dan forum koordinasi agar koordinasi antara masyarakat, KPP, dan dinas menjadi lebih baik.

Kata kunci: *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, Evaluasi, IPAL, Kabupaten Gresik, Limbah cair.

## **PERFORMANCE EVALUATION OF COMMUNAL WASTEWATER TREATMENT PLANT (WWTP) IN GRESIK**

Name of Student : lin Safaati Nurjanah  
NRP : 0321154000068  
Study Programme : Teknik Lingkungan  
Advisor : Dr. Ir. Agus Slamet, Dipl. SE., M. Sc

### **ABSTRACT**

The achievement of Indonesia's MDGs target of 55% is less significant. Poor sanitation causes various diseases such as dysentery, cholera, typhus, diarrhea, hepatitis, dengue fever, and various other diseases. So that facility such as communal WWTP is needed to improve sanitation conditions in Indonesia. Gresik Regency is the district that has the most IPAL in East Java, which is 105 units. However, only 21 units of WWTP operate in accordance with development planning. So that the evaluation of technical aspects and non-technical aspects is needed. The evaluation was aimed at evaluating the performance of communal WWTP in the Gresik Regency and determining the strategy for improving IPAL performance.

Data on wastewater quality, questionnaires, and field observations were used to evaluate the performance of WWTPs. Field observations were used to determine the suitability of buildings with planning criteria. The measurement of wastewater quality is used to determine the effectiveness of the removal of each WWTP. A comparison of existing conditions with design criteria is assessed starting on a scale of 1 to 4. Questionnaire data are used as material for evaluating non-technical aspects and weighting. Determining the weighting of priority scale problems using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. Qualitative data in the form of respondents' opinions (key players) will be processed using expert choice software and will produce the weight of the assessment. The evaluation score is multiplied by the weight of each indicator to obtain the final score. WWTP which has a small final value will be a priority in the evaluation of WWTP and is used as a reference for the formulation of optimization strategies.

Based on the results of technical and non-technical evaluations, the WWTP Peganden Sehat has the highest value of 3.4. This shows that the performance and suitability of the Peganden Sehat WWTP design are very good. Higienis 2 WWTP, Siwalan Wonokitri WWTP, and Sri Rejeki XI WWTP have an evaluation value of 3.3. Jati WWTP has an evaluation value of 2.9. Kauman Sehat WWTP has an evaluation value of 2.8. Telaga Abadi WWTP has an evaluation value of 2.7. Kramat Rahayu WWTP is a WWTP that has the lowest evaluation value of 2.1. So that in an effort to improve the performance of communal WWTPs, Kramat Rahayu WWTP is a priority compared to other WWTPs. In general, IPAL problems in the technical aspects are ammonia parameters that don't meet the quality standards and drains which are carried out irregularly. Drainage of WWTP which is done irregularly causes a decrease in the effectiveness of WWTP because of the accumulation of biomass (mud) in the compartment. Based on the results of the analysis, the drainage time of WWTP should be done once a year. WWTP is added a diffuser and compressor to degrade ammonia content in wastewater through the nitrification process. The problem of WWTPs in the non-technical aspects is the low coordination and insights of the community, KPP, and DPUTR. Insights about WWTP can be improved through posters and socialization. WWTP requires an SOP and a coordination forum so that coordination between the community, KPP, and the agency becomes better.

Key word(s): Analitic Hierarchy Process (AHP), Evaluation, Wastewater Treatment Plan (WWTP), Gresik, Wastewater.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran pada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Evaluasi Kinerja IPAL Komunal di Kabupaten Gresik”. Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan di Departemen Teknik Lingkungan, ITS.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak terkait. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materi sehingga penyusunan laporan ini berjalan dengan lancar.
2. Bapak Dr. Ir. Agus Slamet, Dipl. SE., M. Sc selaku dosen pembimbing tugas akhir. Terima kasih atas kesabaran dan ilmu yang telah diajarkan kepada penulis selama proses bimbingan.
3. Bapak Welly Herumurti, S.T, M.Sc. selaku dosen pengganti apabila pembimbing tidak dapat hadir. Terimakasih atas waktu, ilmu, serta kepeduliannya kepada penulis selama proses penyusunan laporan tugas akhir.
4. Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, M.Sc., Ph.D, Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng, dan Ibu Ir. Atiek Moesriati M.Kes selaku dosen pengarah. Terimakasih atas kritik, saran, dan masukannya dalam proses penyusunan laporan tugas akhir.
5. Bapak Arif Setiawan S.T dan seluruh DPUTR UPT.PAL yang telah membantu penulis dalam mengumpulkan data.
6. Bapak-Ibu KPP unit IPAL Kabupaten Gresik. Terimakasih atas dukungan dan bantuannya kepada penulis.
7. Teman-teman dekat yang setia memberi semangat, hiburan dan bantuan selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini berlangsung.
8. Teman-teman satu dosen pembimbing yang telah memberikan semangat dan dukungan selama pengerjaan tugas akhir.

9. Teman-teman Envinity yang selalu memberikan semangat dan bantuan selama pelaksanaan tugas akhir. Terimakasih atas kenangan, dukungan, doa, dan motivasi yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, baik dari segi penulisan maupun materi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis. Diharapkan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca khususnya Kabupaten Gresik sebagai pertimbangan dalam perencanaan sanitasi.

Surabaya, 25 Juni 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	I
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI .....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	XI
DAFTAR TABEL.....	XIV
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sanitasi.....	5
2.1.1 Definisi sanitasi.....	5
2.1.2 Dampak tidak peduli sanitasi .....	5
2.1.3 Manfaat sanitasi.....	5
2.1.4 Kondisi sanitasi di Indonesia .....	6
2.2 Air Limbah Domestik .....	6
2.2.1 Karakteristik air limbah domestik.....	7
2.2.2 Klasifikasi air limbah domestik.....	10
2.2.3 Macam-macam air limbah domestik .....	11
2.3 Baku Mutu Air Limbah.....	12
2.4 Pengolahan Air Limbah Domestik.....	13
2.4.1 Sanitasi sistem setempat ( <i>on-site</i> ).....	13
2.4.2 Sanitasi sistem terpusat ( <i>off-site</i> ) .....	15
2.5 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) .....	16
2.5.1 <i>Anaerobic baffled reactor</i> (ABR).....	17
2.5.2 <i>Anaerobic bio filter</i> (ABF).....	20
2.6 Rumus-Rumus Menentukan Dimensi IPAL .....	20
2.7 Gambaran Umum Daerah Penelitian .....	21
2.7.1 Kondisi geografis .....	21
2.7.2 Demografi .....	22
2.7.3 Fasilitas pengolahan air limbah .....	24
2.8 Metode Issac dan Michael .....	31
2.9 <i>Stakeholder Map</i> .....	32

2.10	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i> .....	32
2.11	Penelitian Terdahulu .....	33
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		<b>37</b>
3.1	Kerangka Penelitian .....	37
3.2	Tahapan Penelitian .....	38
3.2.1	Tahap persiapan .....	38
3.2.2	Tahap pengumpulan data .....	42
3.2.3	Tahapan pengolahan data .....	47
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		<b>57</b>
4.1	Analisis Kondisi IPAL eksisting .....	57
4.2	Debit Air Limbah .....	60
4.3	Analisis Aspek Teknis .....	61
4.3.1	Desain .....	61
4.3.2	Pemeliharaan .....	114
4.4	Analisis Aspek Non-Teknis .....	121
4.4.1	Keterlibatan .....	122
4.4.2	Wawasan .....	131
4.5	Pembobotan .....	143
4.6	Evaluasi masing-masing IPAL .....	146
4.7	Strategi Peningkatan Kinerja IPAL .....	167
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		<b>197</b>
5.1	Kesimpulan .....	197
5.2	Saran .....	198
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>199</b>
<b>LAMPIRAN 1 DATA IPAL DI KABUPATEN GRESIK</b> .....		<b>207</b>
<b>LAMPIRAN 2 FORM OBSERVASI LAPANGAN</b> .....		<b>216</b>
<b>LAMPIRAN 3 FORM KUISIONER 1 (AHP)</b> .....		<b>219</b>
<b>LAMPIRAN 4 FORM KUISIONER 2 (KPP)</b> .....		<b>227</b>
<b>LAMPIRAN 5 FORM KUISIONER 3 (MASYARAKAT)</b> .....		<b>233</b>
<b>LAMPIRAN 6 PETA PERSEBARAN IPAL KOMUNAL DI KABUPATEN GRESIK</b> .....		<b>237</b>
<b>LAMPIRAN 7 <i>DETAIL ENGINEERING DESAIN (DED)</i> SISTEM JSI</b> .....		<b>241</b>
<b>LAMPIRAN 8 <i>DETAIL ENGINEERING DESAIN (DED)</i> SISTEM MODE</b> .....		<b>242</b>
<b>LAMPIRAN 9 <i>DETAIL ENGINEERING DESAIN (DED)</i> SISTEM SANFAB</b> .....		<b>243</b>

LAMPIRAN 10 DETAIL ENGINEERING DESAIN (DED)	
SISTEM KONVENSIONAL .....	244
BIOGRAFI PENULIS .....	245

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR GAMBAR

gambar 2.1	<i>Anaerobic Baffled Reactor (ABR)</i> .....	18
Gambar 2.2	Peta Administrasi Kabupaten Gresik .....	23
Gambar 2.3	Sistem IPAL; (A) Mode, (B) JSI, (C) Sanfab, (D) Konvensional .....	25
Gambar 2.4	Persebaran Sistem IPAL Di Kabupaten Gresik ..	26
Gambar 2.5	Sumber Dana Pembangunan IPAL Kabupaten Gresik .....	27
Gambar 2.6	Zona Inlet; (A) Saluran Inlet Dan (B) Sampling Zona Inlet .....	27
Gambar 2.7	Zona Outlet; (A) Saluran Outlet Dan (B) Sampling Zona Outlet .....	28
Gambar 2.8	Fluktuasi Debit Air Limbah .....	31
Gambar 2.9	<i>Stakeholder Map</i> .....	32
Gambar 3.1	Kerangka Penelitian.....	37
Gambar 3.2	<i>Flow Chart</i> Kuisisioner.....	45
Gambar 3.3	Tahapan Pengolahan Data .....	55
Gambar 4.1	Kriteria Responden; (A) Jenis Kelamin, Dan; (B) Pekerjaan .....	57
Gambar 4.2	Lokasi Bab Sebelum Dibangunnya IPAL Di Masing-Masing Daerah.....	58
Gambar 4.3	<i>Grease Trap</i> .....	59
Gambar 4.4	Bak Kontrol .....	60
Gambar 4.5	Diagram Alir IPAL JSI .....	62
Gambar 4.6	Bak Inlet; (A) Desain Bangunan, Dan; (B) Implementasi Lapangan.....	63
Gambar 4.7	Desain <i>Imhoff Tank</i> IPAL JSI.....	65
Gambar 4.8	Desain <i>Anaerobic Fluidized Bed Bio-Filter</i> IPAL JSI (Tanda Merah) .....	66
Gambar 4.9	Bak <i>Outlet</i> ; (A) Desain Bangunan, Dan; (B) Implementasi Lapangan.....	67
Gambar 4.10	Diagram Alir IPAL Jenis Mode.....	70
Gambar 4.11	Zona Inlet; (A) Desain Zona Inlet Dan; (B) Implementasi Lapangan.....	71
Gambar 4.12	Desain Perencanaan Kompartemen IPAL.....	72
Gambar 4.13	Diagram Alir Proses IPAL Sistem Sanfab .....	76

Gambar 4.14	Bak <i>Inlet</i> ; (A) Desain Perencanaan, Dan; (B) Implementasi Di Lapangan .....	77
Gambar 4.15	Desain Perencanaan IPAL Jenis Sanfab.....	78
Gambar 4.16	Diagram Alir IPAL Konvensional.....	81
Gambar 4.17	Desain IPAL Konvensional .....	83
Gambar 4.18	Filter IPAL Konvensional.....	84
Gambar 4.19	pH Inlet Dan Outlet Masing-Masing IPAL .....	94
Gambar 4.20	Nilai BOD Masing-Masing Outlet IPAL .....	95
Gambar 4.21	Nilai COD Masing-Masing Outlet IPAL .....	96
Gambar 4.22	Nilai Tss Masing-Masing Outlet IPAL .....	97
Gambar 4.23	Nilai Minyak Dan Lemak Masing-Masing Outlet IPAL.....	98
Gambar 4.24	Nilai Ammonia Masing-Masing Outlet IPAL.....	99
Gambar 4.25	Pipa SPAL; (A) Inlet; (B) Outlet, Dan; (C) Pipa Utama .....	105
Gambar 4.26	Penanaman Pipa Utama SPAL.....	106
Gambar 4.27	Bak Kontrol.....	112
Gambar 4.28	Petugas Melakukan Pengecekan IPAL .....	116
Gambar 4.29	IPAL Kramat Rahayu .....	117
Gambar 4.30	Persentase Masyarakat Yang Terlibat Pengelontoran Di Setiap IPAL .....	123
Gambar 4.31	Persentase Masyarakat Yang Terlibat Pengurusan IPAL.....	123
Gambar 4.32	Partisipasi Masyarakat Dalam Pemantauan IPAL .....	124
Gambar 4.33	Stiker Himbauan Perawatan IPAL .....	128
Gambar 4.34	Organigram KPP.....	129
Gambar 4.35	Organigram KPP Kauman Sehat.....	137
Gambar 4.36	<i>Fine Buble Disk Diffuser</i> Merk <i>Puresciece</i> SIDI2 .....	172
Gambar 4.37	Grafik Removal TSS Dan BOD Berdasarkan Waktu Detensi.....	177
Gambar 4.38	ABR: <i>Effect Of Organic Over Loading In</i> <i>BOD Removal</i> .....	178
Gambar 4.39	Grafik <i>BOD Removal According To Strength</i> ..	179
Gambar 4.40	<i>BOD Removal Relative To Temperatur</i> .....	179
Gambar 4.41	<i>BOD Removal Relative To Number Upflow</i> <i>Chamber</i> .....	180

Gambar 4.42	Grafik <i>BOD Removal Relative To HRT</i> .....	180
Gambar 4.43	Grafik <i>Efficiency COD Removal To BOD Removal</i> .....	181

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Air Limbah Domestik Berdasarkan Komposisinya.....	10
Tabel 2.2	Baku Mutu Air Limbah Domestik (Pemukiman, Rumah Makan, Perkantoran, Perniagaan, Apartemen, Perhotelan, Dan Asrama).....	12
Tabel 2.3	Kriteria Desain ABR .....	18
Tabel 2.4	Kriteria Desain ABF .....	20
Tabel 2.5	Jumlah Kecamatan, Desa, Dan Kelurahan Beserta Luas Wilayah .....	22
Tabel 2.6	IPAL Kabupaten Gresik .....	24
Tabel 2.7	Data Debit Zona Inlet.....	28
Tabel 2.8	Data Debit Zona Outlet .....	29
Tabel 2.9	Hasil Studi Terdahulu .....	34
Tabel 3.1	Daftar IPAL Yang Memiliki Sambungan Rumah >80% Dari Target Perencanaan .....	38
Tabel 3.2	Titik Sampel IPAL .....	40
Tabel 3.3	Jumlah Responden .....	41
Tabel 3.4	Metode Pengukuran Kualitas Air Limbah .....	42
Tabel 3.5	Metode Pengukuran Dalam Observasi Lapangan .....	43
Tabel 3.6	Parameter Evaluasi Aspek Teknis Tentang Desain .....	44
Tabel 3.7	Kuisisioner .....	46
Tabel 3.8	Kebutuhan Data Sekunder .....	47
Tabel 3.9	Metode Pengolahan Data .....	48
Tabel 3.10	Skala Penilaian .....	49
Tabel 3.11	Indikator Penilaian .....	50
Tabel 4.1	Debit Masing-Masing IPAL .....	61
Tabel 4.2	Perbandingan Kondisi Eksisting IPAL Jenis JSI Dengan Kriteria Desain .....	69
Tabel 4.3	Perbandingan Kondisi Eksisting IPAL Jenis Mode Dengan Kriteria Desain.....	75
Tabel 4.4	Perbandingan Kondisi Eksisting IPAL Telaga Abadi Jenis Sanfab Dengan Kriteria Desain .....	80

Tabel 4.5	Perbandingan Kondisi Eksisting Sistem IPAL Konvensional Dengan Kriteria Desain .....	86
Tabel 4.6	Penilaian Hasil Evaluasi Kesesuaian Desain IPAL .....	87
Tabel 4.7	Karakteristik Inlet Air Limbah Domestik Parameter pH, BOD, COD, Dan TSS .....	88
Tabel 4.8	Karakteristik Inlet Air Limbah Domestik Parameter Amonia, Minyak Dan Lemak .....	89
Tabel 4.9	Karakteristik Air Limbah KPP Peganden Sehat.	90
Tabel 4.10	Karakteristik Air Limbah KPP Higienis 2 .....	90
Tabel 4.11	Karakteristik Air Limbah KPP Jati .....	91
Tabel 4.12	Karakteristik Air Limbah KPP Kauman Sehat .....	91
Tabel 4.13	Karakteristik Air Limbah KPP Kramat Rahayu .....	92
Tabel 4.14	Karakteristik Air Limbah KPP Telaga Abadi .....	92
Tabel 4.15	Karakteristik Air Limbah KPP Siwalan Wonokitri .....	93
Tabel 4.16	Karakteristik Air Limbah KPP Sri Rejeki XI .....	93
Tabel 4.17	Penilaian Hasil Kualitas Air Limbah IPAL .....	100
Tabel 4.18	Efisiensi Removal Masing-Masing Unit IPAL Parameter COD, BOD, Dan TSS .....	101
Tabel 4.19	Efisiensi Removal Masing-Masing Unit IPAL Parameter Minyak Dan Amonia .....	102
Tabel 4.20	Tabel Efisiensi Masing-Masing IPAL .....	102
Tabel 4.21	Perbandingan Masing-Masing Parameter Efisiensi IPAL Dengan Kriteria Desain .....	103
Tabel 4.22	Hasil Penilaian Evaluasi Efisiensi Removal .....	104
Tabel 4.23	Kondisi Pipa SPAL .....	106
Tabel 4.24	Perbandingan SPAL Dengan Kriteria Desain .....	107
Tabel 4.25	Hasil Penilaian Evaluasi Kesesuaian Desain SPAL .....	108
Tabel 4.26	Manhole Masing-Masing IPAL .....	109
Tabel 4.27	Hasil Penilaian Evaluasi Kesesuaian Desain SPAL .....	109
Tabel 4.28	Perbandingan Bangunan Manhole Dengan Kriteria Desain .....	110
Tabel 4.29	Bak Kontrol Pada Masing-Masing IPAL .....	112
Tabel 4.30	Perbandingan Bak Kontrol Di Lapangan Dengan Kriteria Desain .....	113

Tabel 4.31	Penilaian Hasil Evaluasi Kesesuaian Desain Bak Kontrol .....	114
Tabel 4.32	Kondisi IPAL .....	115
Tabel 4.33	Frekuensi Monitor Dan Pemeliharaan IPAL ....	116
Tabel 4.34	Frekuensi IPAL Meluap Yang Pernah Terjadi .	117
Tabel 4.35	Daftar Pemantau Masing-Masing IPAL .....	118
Tabel 4.36	Daftar Unit Pendukung Pada Masing-Masing IPAL .....	119
Tabel 4.37	Hasil Penilaian Kondisi Unit Pendukung .....	120
Tabel 4.38	Frekuensi Monitor Unit Pendukung .....	120
Tabel 4.39	Pihak Pemantau Bangunan Pelengkap IPAL ..	121
Tabel 4.40	Hasil Penilaian Partisipasi Masyarakat Dalam Perawatan IPAL .....	125
Tabel 4.41	Iuran Atau Pembayaran IPAL .....	126
Tabel 4.42	Permasalahan IPAL Di Masyarakat.....	127
Tabel 4.43	KPP IPAL .....	129
Tabel 4.44	Perawatan IPAL Yang Dilakukan Oleh KPP....	130
Tabel 4.45	SOP Masing-Masing IPAL .....	131
Tabel 4.46	Persentase Pemahaman Masyarakat Tentang SOP IPAL .....	132
Tabel 4.47	Hasil Penilaian Pemahaman Masyarakat Tentang SOP IPAL .....	133
Tabel 4.48	Persentase Pemahaman Masyarakat Terhadap Penggunaan Iuran Atau Pembayaran.....	134
Tabel 4.49	Persentase Masyarakat Yang Merasakan Manfaat IPAL .....	135
Tabel 4.50	Pengetahuan KPP Tentang Tugas Pokok Dan Fungsi .....	136
Tabel 4.51	Musyawarah Di Setiap IPAL .....	138
Tabel 4.52	Hasil Penilaian Sistem Koordinasi Di Masing-Masing IPAL.....	138
Tabel 4.53	Penggunaan Iuran/Pembiayaan Di Setiap IPAL	139
Tabel 4.54	Skor Penilaian Iuran/Pembayaran Di Masing-Masing IPAL.....	140
Tabel 4.55	Rekapitulasi Skor Masing-Masing IPAL.....	141
Tabel 4.56	Pembobotan.....	144
Tabel 4.57	Evaluasi IPAL Peganden Sehat.....	149

Tabel 4.58	Evaluasi IPAL Higienis-2.....	151
Tabel 4.59	Evaluasi IPAL Jati .....	153
Tabel 4.60	Evaluasi IPAL Kauman Sehat.....	155
Tabel 4.61	Evaluasi IPAL Kramat Rahayu.....	157
Tabel 4.62	Evaluasi IPAL Telaga Abadi .....	159
Tabel 4.63	Evaluasi IPAL Siwalan Wonokitri .....	161
Tabel 4.64	Evaluasi IPAL Sri Rejeki Xi .....	163
Tabel 4.65	Rekapitulasi Hasil Penilaian IPAL.....	165
Tabel 4.66	Strategi Atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Peganden Sehat .....	183
Tabel 4.67	Strategi Atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Higienis 2 .....	185
Tabel 4.68	Strategi Atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Jati.....	186
Tabel 4.69	Strategi Atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Kauman Sehat .....	188
Tabel 4.70	Strategi Atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Kramat Rahayu .....	190
Tabel 4.71	Strategi Atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Telaga Abadi.....	192
Tabel 4.72	Strategi Atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Siwalan Wonokitri .....	194
Tabel 4.73	Strategi Atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Sri Rejeki XI .....	195

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki masalah dalam sanitasi. Sanitasi merupakan salah satu target dalam agenda *Millenium Development Goals* (MDGs). Pencapaian target MDGs Indonesia sebesar 55% kurang menunjukkan kemajuan yang berarti (World Bank, 2008). Buruknya sanitasi menyebabkan timbulnya berbagai penyakit seperti disentri, kolera, tipus, diare, hepatitis, demam berdarah, dan berbagai macam penyakit lainnya. Sanitasi dan perilaku kebersihan yang buruk menjadi penyebab 88% kematian masyarakat di Indonesia (Ajakima, 2016). Tidak adanya kesadaran masyarakat dan elite politik tentang pentingnya sanitasi menyebabkan terhambatnya pembangunan sanitasi di Indonesia (Adhi, 2009). Sehingga diperlukan pembangunan fasilitas seperti IPAL Komunal untuk memperbaiki kondisi sanitasi di Indonesia.

Kabupaten Gresik merupakan kabupaten yang memiliki IPAL terbanyak di Jawa Timur. Pembangunan IPAL dilakukan melalui program *Urban Sanitation and Rural Infrastructure* (USRI), program Dana Alokasi Kegiatan (DAK), dan program *Australia Agency For International Development* (AusAID). Menurut data Dinas Pekerjaan Umum Dan Tata Ruang (DPUTR), sampai saat ini sudah terdapat 105 unit IPAL yang tersebar di 4 kecamatan. Namun, hanya 21 IPAL yang sambungan rumahnya telah memenuhi 80%-100% dari perencanaan pembangunan. Berdasarkan survei awal efluen IPAL tidak memenuhi baku mutu. Beberapa fasilitas sanitasi beroperasi namun tidak maksimal karena kesalahan pembangunan, pengoperasian, maupun pemeliharaan. Kualitas efluen dari IPAL belum dianalisis secara rutin. Dalam upaya meningkatkan kualitas pelayanan, diperlukan evaluasi secara menyeluruh dan berkala terhadap program-program yang telah diterapkan. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui apakah program tersebut sudah mencapai sasaran yang ditentukan (Yudo, 2006).

Evaluasi pada penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan aspek teknis dan aspek non-teknis. Aspek teknis akan mengkaji kesesuaian desain dan pemeliharaan bangunan IPAL dan unit pendukung (SPAL, manhole, dan bak kontrol) dengan kriteria desain. Aspek non-teknis akan mengkaji seberapa besar keterlibatan dan wawasan masyarakat maupun KPP terhadap bangunan IPAL. Faktor sumberdaya manusia sangat mempengaruhi efektifitas sistem pengolahan limbah domestik (Massoud, 2010). Prioritas permasalahan ditentukan dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Evaluasi dilaksanakan sebagai acuan agar IPAL komunal dapat berjalan lebih optimal dalam mengelola limbah domestik di Kabupaten Gresik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari evaluasi kinerja IPAL komunal di Kabupaten Gresik, antara lain :

1. Bagaimana evaluasi kinerja IPAL komunal di Kabupaten Gresik ditinjau dari aspek teknis dan aspek non-teknis ?
2. Bagaimana strategi peningkatan kinerja IPAL yang sudah terbangun di Kabupaten Gresik ?

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari evaluasi kinerja IPAL komunal di Kabupaten Gresik, antara lain :

1. Melakukan evaluasi kinerja IPAL komunal yang ada di Kabupaten Gresik ditinjau dari aspek teknis dan aspek non-teknis.
2. Merencanakan strategi revitalisasi IPAL di Kabupaten Gresik.

#### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup yang akan dibahas dalam evaluasi kinerja IPAL komunal di Kabupaten Gresik, antara lain :

1. Evaluasi dilakukan pada 8 unit IPAL di Kabupaten Gresik.
2. Evaluasi dibatasi pada aspek teknis (desain dan pemeliharaan) dan aspek non-teknis (keterlibatan dan wawasan).
3. Jangka waktu dalam pengevaluasian adalah 4 bulan, yaitu pada bulan Februari hingga Mei 2019.
4. Evaluasi kesesuaian efluen IPAL mengikuti standart baku mutu (PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013 dan PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016).

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari evaluasi kinerja IPAL komunal di Kabupaten Gresik, antara lain :

1. Menjadi referensi dan rujukan untuk peningkatan performa IPAL sehingga dapat berjalan optimal dan dapat bermanfaat bagi masyarakat.
2. Apabila diaplikasikan, dapat turut berkontribusi dalam upaya penurunan pencemaran air di Kabupaten Gresik.
3. Sebagai referensi bagi pemerintah dalam pemilihan dan pengoperasian IPAL di Kabupaten Gresik.

**“Halaman ini sengaja di kosongkan”**

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sanitasi**

##### **2.1.1 Definisi sanitasi**

Sanitasi berasal dari bahasa latin, artinya sehat. Sanitasi adalah usaha untuk membina dan menciptakan keadaan yang lebih baik di bidang kesehatan terutama kesehatan masyarakat (Yulianto, 2015). Dokumen MDGs mengartikan sanitasi sebagai ketersediaan jamban bagi masyarakat. Sementara lembaga internasional seperti WHO, mengartikan sanitasi sebagai sistem ketersediaan jamban yang sudah memiliki sistem pembuangan air limbah (Adhi, 2009). Sehingga pengertian sanitasi secara keseluruhan meliputi dua sektor utama yaitu air limbah dan kesehatan.

##### **2.1.2 Dampak tidak peduli sanitasi**

Sanitasi yang buruk menyebabkan penularan berbagai macam penyakit melalui mikroba patogen seperti bakteri maupun virus. Bakteri merupakan mikroorganisme patogen yang paling umum dalam air limbah. Virus adalah salah satu mikroorganisme patogen yang dapat menyebar melalui paparan maupun kontaminasi langsung (Lipson, 2010).

Sanitasi yang buruk dapat menimbulkan berbagai penyakit antara lain disentri, kolera, tipus, hepatitis, leptospirosis, malaria, demam berdarah, kudis, dan diare. Diare menjadi penyebab 88% kematian anak di seluruh dunia (Lipson, 2010; UNICEF, 2012). Buruknya sistem sanitasi juga menyebabkan gangguan kognitif, terhambatnya pertumbuhan anak, dan kerugian finansial (Hutton, 2007).

##### **2.1.3 Manfaat sanitasi**

Secara global, sekitar 2,4 juta kematian (4,2% dari semua kematian) dapat dicegah apabila memiliki sistem sanitasi yang baik. Penyebaran berbagai penyakit seperti diare dapat dicegah. Kekurangan gizi yang menjadi dampak buruknya sanitasi akan berkurang sebesar 29% (Bartram, 2010). Perbaikan kualitas

sanitasi dapat mengurangi tingkat morbiditas dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat (Mara, 2010).

Sistem sanitasi yang baik juga berdampak pada pelestarian lingkungan ekosistem flora dan fauna. Lingkungan yang terjaga ditandai dengan adanya peningkatan kualitas dan estetikanya. Sanitasi yang baik dapat meningkatkan estetika lingkungan karena menghilangkan bau dan hal-hal yang mengganggu pemandangan (Gunther, 2010).

#### **2.1.4 Kondisi sanitasi di Indonesia**

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2016, penduduk Indonesia yang telah memiliki akses sanitasi yang layak dan berkelanjutan sebesar 67,2%. Penduduk yang memiliki fasilitas buang air besar secara individu sebesar 60,38%, fasilitas buang air besar bersama 13,9%, fasilitas buang air besar secara umum 6,05%, dan tidak memiliki fasilitas buang air besar sama sekali sebesar 19,67%. Sekitar 17% atau sekitar 41 juta penduduk Gorontalo, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Nusa Tenggara Barat, dan Kalimantan Barat masih buang air besar di tempat terbuka.

Berdasarkan survei *Environment Health Risk Assessment* (EHRA) yang dilakukan *Indonesia Sanitation Sector Development Program* (ISSDP), 64% rumah tangga yang sudah memiliki jamban membuang limbah cairnya tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu (Adhi, 2009). Hal ini akan menimbulkan penyakit yang merugikan bagi masyarakat. Di Indonesia, diare merupakan penyebab utama kematian anak berusia dibawah lima tahun. Angka kematian anak mencapai lima kali lebih tinggi di daerah pinggiran kota JABODETABEK dibandingkan di pusat Kota Jakarta (UNICEF, 2012). Hal ini menjadi permasalahan serius yang harus segera ditangani oleh pemerintah.

## **2.2 Air Limbah Domestik**

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan/atau kegiatan pemukiman, rumah makan, apartemen, dan asrama (Asiwal, 2016; Kementerian Lingkungan Hidup, 2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 16/PRT/M/2008

tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Limbah Pemukiman, mengartikan air limbah merupakan air yang berasal dari rumah tangga termasuk tinja manusia.

Air limbah domestik mengandung 99,9% air dan 0,1% zat padat. Zat padat yang terdapat dalam air limbah domestik terdiri dari 85% protein, 25% karbohidrat, 10% lemak, dan sisanya zat organik dan pengotor lainnya (Alecsandri, 2011; Doraja, 2012). Kandungan zat organik yang tinggi pada air limbah domestik menyebabkan air harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air.

Air limbah domestik merupakan salah satu kontributor utama dalam pencemaran air (Wijaya, 2018). Sampai saat ini air limbah domestik masih dibuang langsung ke saluran air hujan, sungai, atau danau tanpa diolah terlebih dahulu. Menurut Ismuyanto (2010) pencemaran air sungai sebanyak 60-70% disebabkan oleh limbah domestik. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Suswati (2013), daerah aliran sungai khususnya sungai brantas komposisi pencemarnya 60% dari limbah domestik, 30% limbah industri, dan 10% limbah pertanian dan peternakan.

### **2.2.1 Karakteristik air limbah domestik**

Kualitas air limbah ditinjau dari tiga kriteria utama yaitu fisik, kimia, dan biologi (Purnawijayanti, 2001). Karakteristik limbah cair digolongkan sebagai berikut (Metcalf and Eddy, 2003):

#### **1. Karakteristik Fisik**

Karakteristik fisik dapat diamati secara organoleptik, yaitu dengan melihat dan mencicipi. Karakteristik fisik meliputi *total solid* (TS), bau, warna, kekeruhan, dan temperatur. Berikut ini merupakan penjelasan masing-masing parameter karakteristik fisik:

##### **a. *Total solid* (TS)**

Padatan yang terdiri dari bahan padat organik maupun anorganik yang dapat larut, mengendap, atau tersuspensi dalam air. Apabila dibiarkan padatan ini akan mengendap di dasar air dan menimbulkan pendangkalan pada dasar badan air penerima.

- b. **Bau**  
Merupakan kriteria fisik yang dapat diamati dengan indra penciuman. Bau disebabkan oleh proses dekomposisi zat organik atau penambahan substansi limbah. Air limbah yang memiliki kandungan organik tinggi akan menghabiskan oksigen terlarut dan menyebabkan bau yang tidak sedap (Pamungkas, 2016).
- c. **Warna**  
Air bersih tidak memiliki warna, namun akibat terdapatnya zat-zat terlarut maupun kondisi air yang anaerob menyebabkan air berubah warna. Air berubah warna dari bening menjadi abu-abu sampai kehitaman.
- d. **Kekeruhan**  
Tingkat kekeruhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi yang terdapat di dalam air, baik organik maupun anorganik. Semakin tinggi tingkat kekeruhan menyebabkan sinar matahari tidak dapat masuk kedalam air karena terhalang oleh zat padat tersuspensi.
- e. **Temperatur**  
Merupakan parameter yang sangat penting karena berdampak pada reaksi kimia, laju reaksi, organisme air, dan penggunaan air untuk aktivitas sehari-hari.

## 2. Karakteristik kimia

Karakteristik kimia meliputi *dissolved oxygen* (DO), *biochemical oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), dan pH. Berikut ini merupakan penjelasan masing-masing parameter karakteristik kimia:

- a. *Dissolved oxygen* (DO)  
Merupakan parameter ketersediaan oksigen untuk respirasi mikroorganisme. Ketersediaan oksigen dipengaruhi oleh kelarutan gas, tekanan udara di atmosfer, temperatur, dan konsentrasi zat pengotor yang ada di dalam air.
- b. *Biochemical oxygen demand* (BOD)  
*Biochemical oxygen demand* atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam lingkungan. Oksigen digunakan untuk memecah, mendegradasi, atau mengoksidasi

limbah organik yang terdapat didalam air (Agustira, 2013). Semakin tinggi BOD, maka semakin banyak zat organik yang terkandung di dalam air (Nilasari, 2018). Metode pengukuran BOD menggunakan metode titrasi yang tercantum dalam SNI 6989.72:2009. Titrasi dilakukan dengan cara winkler yang menggunakan prinsip titrasi iodometri (APHA, 1998)

c. *Chemical oxygen demand* (COD)

Merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam *part per million* (ppm). Pengukuran ini menekankan kebutuhan oksigen untuk aktivitas kimia dimana senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak dipecah secara biokimia (Gafur, 2015).

d. pH

Merupakan parameter penting yang dapat menentukan kadar asam atau basa dalam air. pH merupakan istilah universal yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman dan alkalinitas suatu larutan (Sawyer, 2003). Air normal mempunyai pH sekitar 6,5-7,5. Bila pH di bawah pH normal maka air tersebut bersifat asam. Sedangkan air yang mempunyai pH di atas pH normal bersifat basa. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter yang telah dilakukan kalibrasi. Prosedur pengukurannya menggunakan SNI 06-6989.11-2004 (APHA, 1998; Nilasari, 2018).

3. Karakteristik biologi

Parameter biologi yang biasanya digunakan untuk mengukur kualitas air limbah adalah jumlah mikroorganisme. Pengolahan air limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air. Mikroorganisme akan melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme yang mengkonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik. Mikroorganisme akan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya (Filliazati, 2003).

### 2.2.2 Klasifikasi air limbah domestik

Air limbah domestik dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan karakteristiknya. Klasifikasi air limbah domestik dapat dipengaruhi oleh debit, populasi, dan total kandungan zat organik di dalamnya. Air limbah domestik diklasifikasikan menjadi *low strenght*, *medium stregh*, dan *high strenght* (Tabel 2.1).

**Tabel 2.1 Klasifikasi Air Limbah Domestik Berdasarkan Komposisinya**

Parameter	Satuan	Konsentrasi		
		Low Stregh	Medium Stregh	High Stregh
Total Solid (TS)	mg/L	537	806	1612
Total Disolved (TDS)	mg/L	374	560	1121
Fixed	mg/L	224	336	672
Volatile	mg/L	150	225	449
Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	130	195	389
Fixed	mg/L	29	43	86
Volatile	mg/L	101	152	304
Settleable Solids	mL/L	8	12	23
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	mg/L	133	200	400
Total Oxygen Carbon (TOC)	mg/L	109	164	328
Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	339	508	1016
Nitrogen (Total N)	mg/L	23	35	69
Organik	mg/L	10	14	29
Amonia bebas	mg/L	14	20	41
Nitrit	mg/L	0	0	0
Nitrat	mg/L	0	0	0

Parameter	Satuan	Konsentrasi		
		Low Strength	Medium Strength	High Strength
Phosphorus (Total P)	mg/L	3,7	5,6	11
Organik	mg/L	2,1	3,2	6,3
Anorganik	mg/L	1,6	2,4	4,7
Potassium	mg/L	11	16	32
Klorida	mg/L	39	59	118
Sulfat	mg/L	24	36	72
Minyak dan lemak	mg/L	51	76	153
Volatile oxygen compounds (VOCs)	µg/L	<100	100-400	>400
Total Coliform	No./100 mL	$10^6$ - $10^8$	$10^7$ - $10^9$	$10^7$ - $10^{10}$
Fecal Coliform	No./100 mL	$10^3$ - $10^5$	$10^4$ - $10^6$	$10^5$ - $10^8$
<i>Cryptosporidium oocysts</i>	No./100 mL	$10^{-1}$ - $10^1$	$10^{-1}$ - $10^2$	$10^{-1}$ - $10^3$
<i>Giardia lamblia</i> cysts	No./100 mL	$10^{-1}$ - $10^2$	$10^{-1}$ - $10^3$	$10^{-1}$ - $10^4$

Sumber: *Metcalf and Eddy, 2003*

### 2.2.3 Macam-macam air limbah domestik

Berdasarkan karakteristik dan kandungan organiknya limbah cair domestik dibagi menjadi dua macam, antara lain :

#### 1. *Black Water*

*Black water* merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas kakus. Kandungan organik dari *black water* lebih tinggi jika dibandingkan dengan *grey water*. Pada saat ini, sudah terdapat sistem pengolahan untuk limbah *black water*. Sistem pengolahan *black water* berupa tangki septik dan cubluk. Sedangkan parameter *black water* yang dianalisa meliputi BOD, COD, TSS, dan total coliform (Wisesa, 2016).

#### 2. *Grey Water*

*Grey water* adalah air limbah yang berasal dari aktivitas sehari-hari masyarakat mulai dari mandi, cuci, dan

aktivitas sehari-hari lainnya. *Grey water* merupakan limbah cair domestik yang memiliki kandungan zat organik cukup tinggi. *Grey water* yang berasal dari aktivitas dapur memiliki kandungan zat organik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *grey water* dari kamar mandi (Safrodin, 2016). Teknologi *constructed wetland* dapat diterapkan sebagai teknologi pengolahan *grey water* lingkup perumahan atau domestik. Parameter *grey water* yang dianalisis meliputi BOD, COD, TSS, minyak, dan lemak (Wisesa, 2016).

### 2.3 Baku Mutu Air Limbah

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2013, baku mutu adalah ukuran batas atau kadar suatu unsur pencemar dan/atau jumlah pencemar dalam air limbah. Dalam pemantauan limbah cair, peraturan tentang baku mutu yang digunakan adalah PERGUB Nomor 72 Tahun 2013 dan PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016 (Tabel 2.2).

**Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik (Pemukiman, Rumah Makan, Perkantoran, Perniagaan, Apartemen, Perhotelan, dan Asrama)**

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi maximum
1	BOD <sub>5</sub>	mg/L	30 <sup>(a)(b)</sup>
2	COD	mg/L	50 <sup>(a)</sup>
3	TSS	mg/L	30 <sup>(b)</sup>
4	pH		6-9 <sup>(a)(b)</sup>
5	Minyak dan Lemak	mg/L	5 <sup>(b)</sup>
6	Amoniak	mg/l	10 <sup>(b)</sup>
7	Total Coliform	Jumlah/100ml	3000 <sup>(b)</sup>

Sumber: <sup>(a)</sup>PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013; <sup>(b)</sup>PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016

## 2.4 Pengolahan Air Limbah Domestik

Pengolahan air limbah domestik dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti kepadatan penduduk, sumber air yang digunakan, keadaan tanah, kedalaman muka air tanah, kemiringan tanah, kemampuan membiayai, dan pemilihan teknologi (Yuliani, 2014). Berdasarkan aspek tersebut, sistem pengelolaan air limbah domestik dibedakan menjadi dua yaitu sanitasi sistem setempat (*on-site*) dan sanitasi sistem terpusat (*off-site* atau *sewerage*). Berikut ini merupakan penjelasan masing-masing sistem pengolahan air limbah domestik:

### 2.4.1 Sanitasi sistem setempat (*on-site*)

Pengolahan air limbah setempat (*on-site*) merupakan pengumpulan, perawatan, pembuangan, atau penggunaan kembali air limbah di tempat limbah tersebut dihasilkan (Ellis, 2008). Pengolahan ini merupakan sistem sanitasi individual. Sistem pengolahan air limbah setempat banyak digunakan untuk mengolah dan membuang air limbah rumah tangga (Gunady, 2015).

Sistem *on-site* diterapkan pada wilayah yang memiliki kepadatan penduduk kurang dari 100 orang/ha. Kepadatan penduduk yang lebih dari 100 orang/ha harus dilengkapi dengan pengolahan tambahan seperti kontak media dengan atau tanpa aerasi. Jarak sumur dengan bidang resapan atau cubluk lebih dari 10 meter. Sistem pengolahan air limbah setempat (*on-site*) memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari sistem pengolahan setempat, antara lain (Nurhidayat, 2009):

1. Biaya pembuatan relatif murah
2. Masyarakat dan tiap-tiap keluarga dapat menyediakan sendiri
3. Teknologi dan sistem pembuangan cukup sederhana
4. Operasi dan pemeliharaan merupakan tanggung jawab pribadi, dan
5. Dapat dimanfaatkan secara langsung

Sistem pengolahan air limbah setempat (*on-site*) memiliki kekurangan, antara lain (Nurhidayat, 2009):

1. Sistem ini umumnya terbatas hanya dari buangan kotoran manusia, tidak disediakan untuk limbah dapur, mandi, dan cuci
2. Tidak dapat diterapkan pada setiap daerah karena mempertimbangkan sifat permeabilitas tanah, tingkat kepadatan, dan lain-lain
3. Operasi dan pemeliharaan sulit dilaksanakan
4. Mencemari air tanah bila syarat-syarat teknis pembuatan dan pemeliharaan tidak dilakukan sesuai aturannya

Macam-macam fasilitas sistem sanitasi *on-site* antara lain cubluk dan tangki septik. Sistem ini tetap memerlukan instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) untuk pengolahan lumpurnya (Appling, 2013). Berikut ini merupakan penjelasan terkait sistem sanitasi *on-site*:

1. Cubluk

Cubluk merupakan sistem yang digunakan untuk menampung kotoran (tinja) dalam lubang galian tanah. Cubluk terdiri dari 3 bagian yaitu sumur pengumpul tinja (cubluk), pelat jongkok, dan bangunan pelindung konstruksi bagian atas. Apabila sumuran tersebut telah terisi sampai ketinggian 1 meter dibawah muka tanah, maka bangunan pelindung dan pelat jongkok dapat dipindah atau dibongkar. Sumuran yang telah penuh ditutup dengan tanah dan dilakukan pembangunan sumuran (cubluk) baru.

Menurut Kartahardja (1985) terdapat hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan pembuatan cubluk, antara lain:

- a. Panjang lubang 400 mm, untuk mencegah pengotor dari pelat jongkok. Lebarnya 200 mm, untuk mencegah anak-anak jatuh kedalam lubang.
- b. Tempat kaki yang merupakan bagian dari pelat jongkok harus disediakan.
- c. Jarak bebas antara dinding belakang sampai lubang di pelat jongkok sebesar 100-200 mm.

Kriteria dalam perencanaan jarak bebas sebesar 150 mm.

- d. Bagian pinggir pelat jongkok tidak boleh tajam, karena akan menyulitkan pada waktu melakukan pembersihan.

Cubluk tidak disukai karena berbau tidak enak dan menjadi tempat berkembangnya serangga seperti lalat dan nyamuk (Kartahardja, 1985). Sistem ini tidak cocok diterapkan pada daerah yang mempunyai permukaan air tanah dangkal. Penggunaan cubluk memiliki potensi yang besar dalam mencemari kualitas air tanah akibat rembesan dari tinja ke air tanah. Rembesan disebabkan karena dinding dari cubluk akan mengalami keretakan. Retakan terjadi akibat tekanan dari luar ataupun zat *acid* dari tinja, sehingga air dapat merembes melewati retakan (Fakhrana, 2015).

## 2. Tangki septik

Tangki septik adalah salah satu pengolahan air limbah domestik yang menggunakan proses pengolahan secara anaerobik. Proses ini dapat memisahkan padatan dan cairan di dalam air limbah (Fakhrana, 2015). Tangki septik sangat baik apabila diterapkan dalam lingkungan masyarakat saat ini karena perawatan dan biaya pembangunannya murah. Tangki septik juga dapat menurunkan kandungan biologis yang ada dalam air limbah. Tangki septik menurunkan BOD lebih dari 65% dan TSS lebih dari 70% (Bounds, 2007).

### 2.4.2 Sanitasi sistem terpusat (*off-site*)

Sanitasi sistem terpusat adalah sistem penyaluran limbah melalui saluran pengumpul (*sewer*) lalu masuk ke instansi pengolahan terpusat. Sistem pengolahan air limbah terpusat (*off-site*) memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari sistem pengolahan terpusat, antara lain (Nurhidayat, 2009):

1. Menyediakan pelayanan yang terbaik
2. Sistem ini sesuai apabila diterapkan pada daerah yang memiliki kepadatan penduduk tinggi
3. Pencemaran terhadap air tanah dan badan air dapat dihindari

4. Masa penggunaan sistem terpusat lebih lama
5. Sistem ini dapat menampung semua jenis limbah

Sistem pengolahan air limbah terpusat (*off-site*) memiliki kekurangan, antara lain (Nurhidayat, 2009):

1. Memerlukan biaya investasi, operasi, dan pemeliharaan yang tinggi
2. Menggunakan teknologi pengolahan yang tinggi
3. Sistem ini tidak dapat dilakukan perseorangan
4. Manfaat dari sistem ini dapat dirasakan dalam jangka panjang
5. Perlu pengelolaan, operasional, dan pemeliharaan yang baik

Sistem ini dipilih dengan memperhatikan kualitas air yang akan dialirkan, pembagian daerah pelayanan, dan kepadatan penduduk daerah perencanaan. Sistem sanitasi *off-site* yang telah diterapkan oleh masyarakat adalah instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

## **2.5 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)**

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) merupakan unit yang di dalamnya terjadi proses biologis. Apabila proses biologis ini berjalan dengan baik, maka akan ada perbaikan kualitas pada efluen. IPAL menampung air limbah yang berasal dari kamar mandi, tempat cuci, dan dapur. Air limbah tersebut dialirkan melalui pipa ke bak kontrol dan menuju ke IPAL. Bak kontrol berfungsi sebagai tempat memantau kondisi aliran air limbah dalam perpipaan. Bak kontrol juga berfungsi untuk mengontrol apabila terjadi sumbatan pada pipa penyaluran. Air limbah yang ditampung dalam IPAL selama beberapa hari, akan mengalami penguraian secara biologis. Kualitas air buangan IPAL yang sudah memenuhi standart baku mutu dapat dibuang langsung ke badan air terdekat.

Sistem IPAL ini memberikan banyak keuntungan bagi rumah tangga. Keuntungan yang diperoleh dengan menetapkan sistem ini, antara lain (Iskandar, 2016):

1. Tidak perlu membangun tangki septik sendiri, sehingga alokasi lahan yang semula digunakan untuk tangki septik dapat dimanfaatkan menjadi fasilitas lainnya.

2. Lingkungan menjadi lebih bersih dan sehat, karena seluruh air limbah dibuang ke sistem perpipaan yang tertutup.

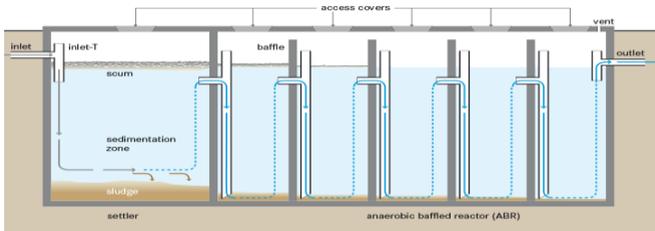
Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada IPAL berupa pembersihan dan perbaikan saluran air limbah termasuk bak kontrol dan tutup bak kontrol. Pembersihan dilakukan untuk mengurangi endapan, *scum*, dan sampah yang dapat menyebabkan penyumbatan. Pemeliharaan juga dilakukan pada pompa dengan memberikan pelumas secara berkala.

Kendala dalam pemeliharaan IPAL yang sering ditemukan di masyarakat, antara lain: kawasan IPAL belum steril dari aktivitas masyarakat, terdapat penyumbatan pada saluran IPAL, tanggul yang terdapat diantara kolam anaerob dan kolam fakultatif dijadikan sebagai akses jalan, penyadapan air pada kolam, dan pengurusan air limbah yang berasal dari *riool* tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Penurunan kinerja IPAL dalam menurunkan kadar pencemar dipengaruhi oleh terjadinya pendangkalan pada IPAL (Setiarini, 2016).

Secara umum IPAL dapat dibagi menjadi tiga yaitu anaerob, aerob, dan campuran. Perbedaan pengolahan secara anaerob maupun aerob terletak pada oksigen yang digunakan untuk metabolisme mikroorganisme. Pada proses aerob, oksigen diperlukan untuk mendegradasi zat-zat organik. Pada proses anaerob, oksigen tidak diperlukan untuk mendegradasi zat-zat organik. IPAL yang menerapkan sistem anaerob yaitu *anaerobic baffled reactor* (ABR) dan *anaerobic bio filter* (ABF).

### **2.5.1 Anaerobic baffled reactor (ABR)**

*Anaerobic baffled reactor* merupakan unit pengolahan limbah dengan menggunakan beberapa bak/kompartemen yang memiliki fungsi berbeda-beda antar kompartemennya (Gambar 2.1). Sistem ABR memiliki keunggulan pada tingkat efisiensi removal BOD dan COD yang tinggi. Produksi biogas ABR berpotensi menghasilkan energi listrik lebih besar jika dibandingkan dengan *anaerobic bio filter* (Razif, 2012).



Gambar 2.1 Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

Sumber: Ulya, 2014

Bangunan ABR terdiri dari 2 zona yaitu zona pengendapan (tangki septik) dan zona *baffle* yang terdiri dari kompartemen-kompartemen. Sekat atau *baffle* digunakan untuk menghasilkan turbulensi. ABR mengolah limbah dengan cara mendegradasi partikel tersuspensi dan terlarut secara anaerobik (Bassuney, 2013). Pada umumnya, penerapan sistem ABR digunakan sebagai pengolahan awal untuk air limbah yang memiliki kandungan organik rendah. Air limbah mengalir dari bawah keatas (*up-flow*) dan mengalami kontak dengan biomassa aktif ketika menuju ke kompartemen berikutnya. Ruang atau kompartemen dengan aliran turun lebih sempit, sehingga kecepatan *up-flow* lebih rendah daripada kecepatan rata-rata yang melalui reaktor (Hastuti, 2017).

Perencanaan unit ABR harus menghitung dan menyesuaikan dengan kriteria desain agar mendapatkan hasil yang diharapkan. Menurut Sasse (1998), kriteria desain dalam perencanaan unit ABR dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Kriteria Desain ABR**

No	Kriteria	Satuan	Nilai
1	<i>Hydraulic retention time</i> (HRT)	Jam	>8
2	Kecepatan aliran permukaan ( <i>up flow velocity</i> )	m/jam	<2
3	Jumlah kompartemen	Kompartemen	>4 (pada masing-masing kompartemen dilengkapi dengan manhole)

No	Kriteria	Satuan	Nilai
4	Panjang lantai kompartemen	Meter	<50-60% dari tinggi kompartemen
5	Efisiensi removal BOD <sub>5</sub>	%	70-95%
6	Efisiensi removal COD	%	65-90%
7	<i>Organic loading rate</i> (OLR) BOD <sub>5</sub>	Kg.BOD/ m <sup>3</sup> .hari	6
8	<i>Organic loading rate</i> (OLR) COD	Kg.COD/ m <sup>3</sup> .hari	<3

Sumber: Sasse, 1998

Sistem pengolahan menggunakan ABR memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari sistem ABR, antara lain (Tonkawa, 2017):

1. Ditinjau segi konstruksi  
Membutuhkan biaya yang rendah, desain bangunan sederhana, tidak membutuhkan pengaduk mekanik, mengurangi terjadinya penyumbatan, dan mengurangi ekspansi *sludge bed*.
2. Ditinjau dari biomassa  
Tidak memerlukan pengendapan khusus untuk biomassa, produksi lumpur rendah, dan *solid retention time* (SRT) tinggi.
3. Ditinjau dari segi operasional  
*Hydraulic retention time* (HRT) rendah, memungkinkan operasi secara *intermediet*, melindungi material dari bahan beracun yang terdapat pada influen, pengoperasiannya panjang, serta tingkat stabilitasnya tinggi terhadap *organic shock*.
4. Lahan yang dibutuhkan sedikit karena dibangun di bawah tanah, dan
5. Efisiensi pengolahan limbah tinggi.

Sistem pengolahan menggunakan unit ABR memiliki kekurangan, antara lain (Tonkawa, 2017):

1. Diperlukan tenaga ahli untuk mendesain bangunan dan melakukan pengawasan terkait operasional unit ABR.
2. Diperlukan tukang yang ahli di bidang plester berkualitas tinggi. Hal ini untuk mencegah kebocoran pada saat unit dioperasikan.

### 2.5.2 Anaerobic bio filter (ABF)

*Anaerobic bio filter* (ABF) merupakan salah satu pengolahan *attached growth* yang dapat menurunkan kadar *suspended solid* dengan baik (Indriani, 2010). Unit ini memanfaatkan mikroorganisme yang menempel pada media filter untuk menyisihkan zat-zat organik pada air limbah. Pemilihan media dalam unit ABF sangat penting, karena media tersebut akan mempengaruhi efektifitas dari unit. Media yang dapat digunakan adalah plastik (polivinil klorida), kerikil, pecahan batu, kompos, arang, sabut kelapa, humus, dan tanah (Hidayati, 2014).

Perencanaan unit *anaerobic bio filter* (ABF) harus memperhatikan kriteria desain agar hasil pengolahan pada unit sesuai dengan yang diharapkan. Kriteria desain *anaerobic bio filter* (ABF) dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4 Kriteria Desain ABF**

No	Kriteria	Satuan	Nilai
1	Luas permukaan media	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	90-300
2	Jenis media		Kerikil, batu (Ø 50-10 cm), plastik, dan arang (Ø 5-15 cm)
3	<i>Organic loading rate</i> (OLR)	Kg.COD/m <sup>3</sup> . hari	4-5
4	<i>Hydraulic retention time</i> (HRT)	Hari	1,5-2

Sumber: Sasse, 1998

### 2.6 Rumus-Rumus Menentukan Dimensi IPAL

Perencanaan IPAL harus menghitung debit air limbah, *hydraulic retention time* (HRT), *organic loading rate* (OLR), *hydraulic loading rate* (HLR), dan *upflow velocity* (*V*<sub>up</sub>). Berikut ini merupakan rumus-rumus yang digunakan untuk merencanakan unit IPAL (Sasse,1998):

1. Debit air limbah

Perhitungan debit air limbah menggunakan rumus,

$$Q \text{ (m}^3\text{/detik)} = \text{volume (m}^3\text{) / waktu (detik)} \dots\dots\dots [1a]$$

$$Q = \text{laju air (m}^3\text{/orang.hari)} \times \text{populasi (orang)} \dots\dots\dots [1b]$$

$$Q_{\text{peak}} \text{ (m}^3\text{/hari)} = \text{Debit (m}^3\text{/hari)} \times \text{Faktor peak} \dots\dots\dots [1c]$$

$$\text{Faktor peak} = [18+(P)^{0.5}]/[(4+P)^{0.5}] \dots\dots\dots [1d]$$

2. *Hydraulic retention time* (HRT)  
Perhitungan HRT menggunakan rumus,  
 $HRT \text{ (jam)} = [\text{volume (m}^3\text{)}/Q \text{ (m}^3\text{/jam)}] \times 24 \text{ jam/hari...}$  [2a]
3. *Organic loading rate* (OLR)  
Perhitungan OLR menggunakan rumus,  
 $OLR \text{ (kg/m}^3\text{.hari)} = C \text{ (mg/L)} / HRT \text{ (hari)} \dots\dots\dots$  [3a]
4. *Hydraulic loading rate* (HLR)  
Perhitungan HLR menggunakan rumus,  
 $HLR \text{ (m}^3\text{/m}^2\text{.hari)} = Q_{\text{peak}} \text{ (m}^3\text{/hari)} / A_{\text{surface}} \text{ (m}^2\text{)} \dots$  [4a]
5. *Upflow velocity* (Vup)  
 $Vup \text{ (m/s)} = [Q \text{ (m}^3\text{/hari)}/A_{\text{s komp.}} \text{ (m}^2\text{)}] \times 1/24\dots\dots\dots$  [5a]

## 2.7 Gambaran Umum Daerah Penelitian

### 2.7.1 Kondisi geografis

Secara astronomis, Kabupaten Gresik terletak antara 112°-113° Bujur Timur dan 7°-8° Lintang Selatan. Sebagian besar wilayah di Kabupaten Gresik merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2-12 meter di atas permukaan air laut, kecuali Kecamatan Panceng dengan ketinggian 25 meter di atas permukaan air laut. Secara geografis, Kabupaten Gresik memiliki batas wilayah sebagai berikut (Gambar 2.2):

- Sebelah Barat : Kabupaten Lamongan
- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Selatan : Kabupaten Sidoarjo, Mojokerto, dan Surabaya
- Sebelah Timur : Selat Madura

Kabupaten Gresik mempunyai luas wilayah sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> yang terbagi atas 18 kecamatan, 330 desa, dan 26 kelurahan seperti dapat dilihat pada Tabel 2.5 (BPS Kabupaten Gresik, 2018). Kecamatan Sangkapura merupakan kecamatan yang memiliki luas wilayah terbesar di Kabupaten Gresik (118,72 km<sup>2</sup>). Sedangkan, Kecamatan Gresik merupakan kecamatan yang memiliki luas wilayah terkecil di Kabupaten Gresik (5,54 km<sup>2</sup>).

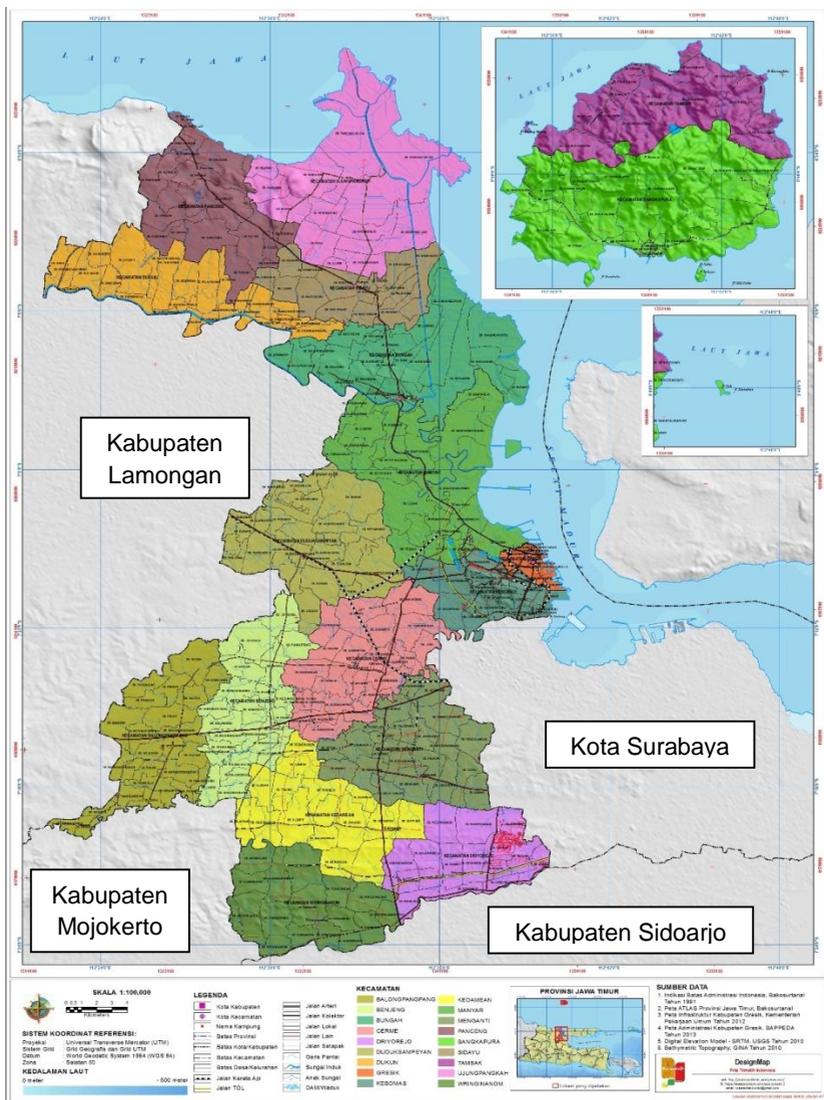
**Tabel 2.5 Jumlah Kecamatan, Desa, dan Kelurahan Beserta Luas Wilayah**

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )	Jumlah Desa	Jumlah Kelurahan
1	Balongpanggang	63,88	25	0
2	Benjeng	61,26	23	0
3	Bungah	79,49	22	0
4	Cerme	71,73	25	0
5	Driyorejo	51,30	16	0
6	Duduksampeyan	74,29	23	0
7	Dukun	59,03	26	0
8	Gresik	5,54	5	16
9	Kebomas	30,06	11	10
10	Kedamean	65,96	15	0
11	Manyar	95,42	23	0
12	Menganti	68,71	22	0
13	Panceng	62,59	14	0
14	Sangkapura	118,72	17	0
15	Sidayu	47,13	21	0
16	Tambak	78,70	13	0
17	Ujungpangkah	94,82	13	0
18	Wringinanom	62,62	16	0
Total		1.191,25	330	26

Sumber: *BPS Kabupaten Gresik, 2018*

### 2.7.2 Demografi

Jumlah penduduk Kabupaten Gresik pada tahun 2017 sebanyak 1.285.018 jiwa dengan kepadatan penduduk 1.103 jiwa per km<sup>2</sup>. Kecamatan Gresik merupakan kecamatan dengan kepadatan penduduk tertinggi, yaitu 14971 jiwa per km<sup>2</sup>. Kecamatan Tambak merupakan kecamatan dengan kepadatan penduduk terendah sebesar 487 jiwa per km<sup>2</sup>.



Gambar 2.2 Peta Administrasi Kabupaten Gresik  
 Sumber: BPS Kabupaten Gresik, 2018

### 2.7.3 Fasilitas pengolahan air limbah

Kabupaten Gresik merupakan kabupaten yang sudah memiliki fasilitas pengolahan air limbah berupa instalasi pengolahan air limbah (IPAL). IPAL yang terdapat di Kabupaten Gresik sebanyak 105 unit (Lampiran 1). IPAL yang ada di Kabupaten Gresik tersebar kedalam 4 kecamatan seperti pada Tabel 2.6. Kecamatan Gresik merupakan kecamatan yang memiliki IPAL terbanyak yaitu sebanyak 46 unit dan Kecamatan Benjeng merupakan kecamatan yang memiliki IPAL paling sedikit yaitu sebanyak 1 unit.

**Tabel 2.6 IPAL Kabupaten Gresik**

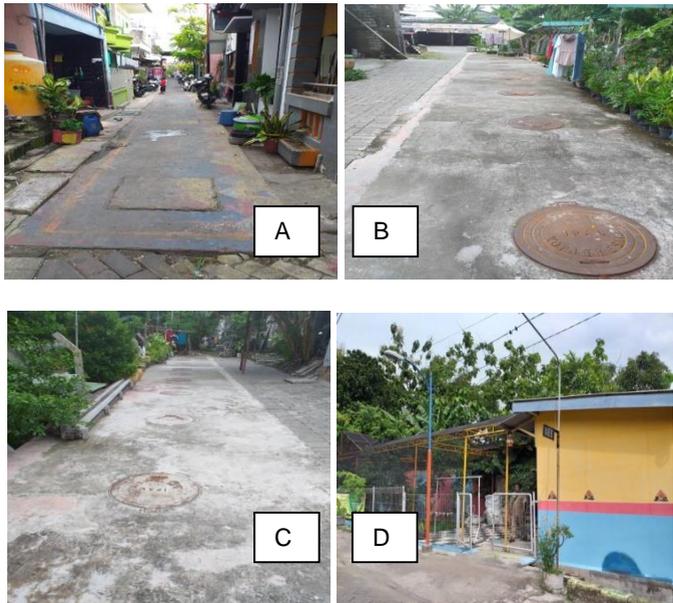
Kecamatan	IPAL (unit)
Benjeng	1
Gresik	46
Kebomas	34
Manyar	24
Total	105

Sumber: *DPUTR, 2018*

Sebelum terdapat IPAL, masyarakat Kabupaten Gresik masih melakukan buang air besar sembarangan (BABS). Masyarakat yang sudah memiliki tangki septik juga tidak melakukan pengurusan secara rutin. Sehingga banyak masyarakat yang mengalami sakit seperti diare, tipes, dll akibat buruknya sistem sanitasi. Setelah terdapat IPAL jumlah penderita diare semakin menurun dan lingkungan semakin bersih. Namun, banyak IPAL yang tidak terawat sehingga salurannya tersumbat. IPAL juga tidak dilakukan pemantauan secara berkala sehingga efluennya tidak memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Masyarakat juga memiliki peran penting dalam keberlanjutan IPAL. Namun, hanya beberapa IPAL yang masyarakatnya berperan aktif dalam pengoperasian dan perawatan. IPAL yang masyarakatnya pasif cenderung mengalami banyak masalah seperti tidak beroperasi, tersumbat, dan tidak terawat.

## A. Sistem IPAL

IPAL yang ada di Kabupaten Gresik dibedakan menjadi 2 macam yaitu konvensional dan fabrikasi. IPAL jenis fabrikasi yang telah ada di Kabupaten Gresik dibedakan menjadi 3 sistem sesuai dengan perusahaan pembuat dan aliran dari air limbah. IPAL jenis fabrikasi yang ada di Kabupaten Gresik adalah JSI, Mode, dan Sanfab (Gambar 2.3).



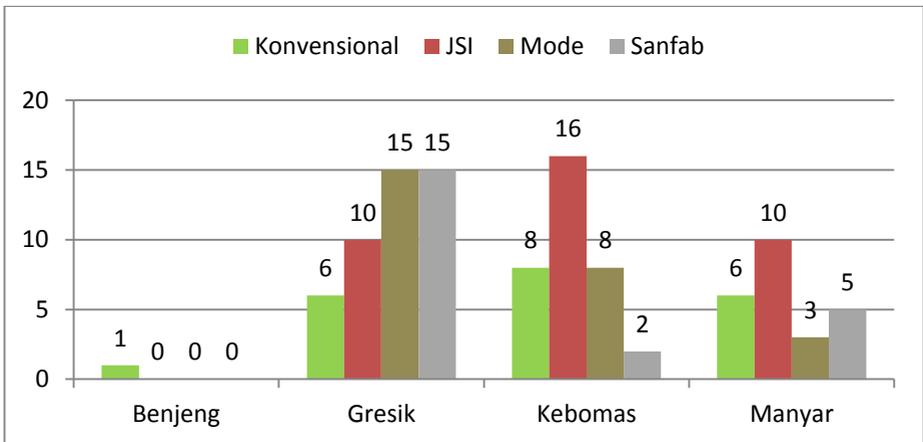
Gambar 2.3 Sistem IPAL; (a) Mode, (b) JSI, (c) Sanfab, (d) Konvensional

Sumber: *Survei lapangan*

Air limbah IPAL memiliki aliran dari inlet masuk ke dalam unit ABR. Unit ABR terdiri dari kompartemen-kompartemen. Kompartemen dari unit ABR minimal terdiri dari 4 unit (Sasse, 1998). Proses yang terjadi dari masing-masing kompartemen adalah fisik dan biologi. IPAL dengan sistem JSI, Mode, dan Sanfab memiliki sistem IPAL yang sama dengan konvensional perbedaannya terletak pada aliran air dan *baffle*. IPAL dengan

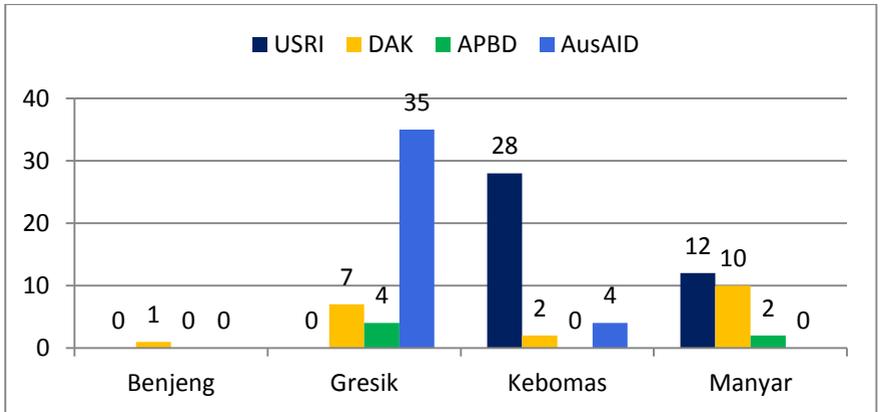
sistem JSI memiliki *baffle* yang berbentuk *imhof tank* untuk meningkatkan kecepatan pengendapan. IPAL dengan sistem Mode memiliki filter yang terdapat dalam reaktor untuk memfilter zat organik dalam air limbah. IPAL dengan sistem Sanfab merupakan IPAL dengan sistem ABR yang disusun secara seri..

Masing-masing jenis IPAL tersebar merata di 4 kecamatan yang ada di Kabupaten Gresik (Gambar 2.4). IPAL dengan sistem konvensional terbanyak terletak di Kecamatan Kebomas (8 unit), sistem JSI terbanyak di Kecamatan Kebomas (16 unit), sistem Mode terbanyak di Kecamatan Gresik (15 unit), dan sistem Sanfab terbanyak di Kecamatan Gresik (15 unit).



Gambar 2.4 Persebaran sistem IPAL di Kabupaten Gresik  
 Sumber: DPUTR, 2018

IPAL tersebut dibangun menggunakan sumber dana yang berbeda-beda (Gambar 2.5). IPAL yang ada di Kecamatan Benjeng dibangun menggunakan dana DAK, 35 unit di Kecamatan Gresik dibangun menggunakan dana AusAID, 28 unit di Kecamatan Kebomas menggunakan dana USRI, dan 12 unit di Kecamatan Manyar dibangun menggunakan dana USRI.



Gambar 2.5 Sumber dana pembangunan IPAL Kabupaten Gresik  
Sumber: *DPUTR, 2018*

## B. Debit IPAL

Dalam menentukan kinerja IPAL, debit merupakan salah satu parameter penting. IPAL Kabupaten Gresik mengolah limbah *grey water* dan *black water*. Limbah tersebut dialirkan dari masing-masing rumah melalui pipa menuju ke IPAL. Pengukuran debit dilakukan pada zona inlet (Gambar 2.6) dan zona outlet (Gambar 2.7).



Gambar 2.6 Zona Inlet; (a) Saluran Inlet dan (b) Sampling Zona Inlet  
Sumber: *Dokumentasi pribadi*



Gambar 2.7 Zona Outlet; (a) Saluran Outlet dan (b) Sampling Zona Outlet

Sumber: *Dokumentasi pribadi*

Debit tertinggi pada zona inlet terjadi pada jam 15.00 WIB sebesar 0,205 L/s. Debit terendah pada zona inlet terjadi pada jam 19.00 sebesar 0,02 L/s. Fluktuasi debit pada zona inlet dapat dilihat pada Tabel 2.7.

**Tabel 2.7 Data Debit Zona Inlet**

<b>Pukul WIB</b>	<b>Volume mL</b>	<b>Waktu detik</b>	<b>Debit</b>	
			<b>mL/s</b>	<b>L/s</b>
<b>00.00</b>	270	4	67,50	0,068
<b>01.00</b>	250	4	62,50	0,063
<b>02.00</b>	250	7	35,71	0,036
<b>03.00</b>	120	4	30	0,030
<b>04.00</b>	200	5	40	0,040
<b>05.00</b>	260	4	65	0,065
<b>06.00</b>	400	3	133,33	0,133
<b>07.00</b>	410	3	136,67	0,137
<b>08.00</b>	300	3	100	0,100
<b>09.00</b>	190	8	23,75	0,024
<b>10.00</b>	190	5	38	0,038
<b>11.00</b>	230	2	115	0,115
<b>12.00</b>	360	2	180	0,180

<b>Pukul WIB</b>	<b>Volume mL</b>	<b>Waktu detik</b>	<b>Debit mL/s</b>	<b>L/s</b>
13.00	400	4	100	0,100
14.00	380	3	126,67	0,127
15.00	410	2	205	0,205
16.00	560	3	186,67	0,187
17.00	230	2	115	0,115
18.00	260	3	86,67	0,087
19.00	100	5	20	0,020
20.00	400	3	133,33	0,133
21.00	210	7	30	0,030
22.00	190	4	47,50	0,048
23.00	250	5	50	0,050

Sumber: *Penelitian pendahuluan*

Debit tertinggi pada zona outlet terjadi pada jam 07.00 WIB sebesar 0,163 L/s. Debit terendah pada zona outlet terjadi pada jam 22.00 sebesar 0,013 L/s. Fluktuasi debit pada zona outlet dapat dilihat pada Tabel 2.8.

**Tabel 2.8 Data Debit Zona Outlet**

<b>Pukul WIB</b>	<b>Volume ml</b>	<b>Waktu detik</b>	<b>Debit ml/s</b>	<b>L/s</b>
00.00	300	18	16,67	0,017
01.00	350	14	25,00	0,025
02.00	300	21	14,29	0,014
03.00	350	24	14,58	0,015
04.00	400	8	50,00	0,050
05.00	500	4	125,00	0,125
06.00	530	4	132,50	0,133
07.00	650	4	162,50	0,163
08.00	700	5	140,00	0,140

<b>Pukul</b>	<b>Volume</b>	<b>Waktu</b>	<b>Debit</b>	
<b>WIB</b>	<b>ml</b>	<b>detik</b>	<b>m/s</b>	<b>L/s</b>
<b>09.00</b>	700	8	87,50	0,088
<b>10.00</b>	510	10	51,00	0,051
<b>11.00</b>	490	14	35,00	0,035
<b>12.00</b>	420	10	42,00	0,042
<b>13.00</b>	950	6	158,33	0,158
<b>14.00</b>	350	3	116,67	0,117
<b>15.00</b>	230	4	57,50	0,058
<b>16.00</b>	610	5	122,00	0,122
<b>17.00</b>	310	4	77,50	0,078
<b>18.00</b>	400	3	133,33	0,133
<b>19.00</b>	410	3	136,67	0,137
<b>20.00</b>	300	9	33,33	0,033
<b>21.00</b>	300	12	25,00	0,025
<b>22.00</b>	370	28	13,21	0,013
<b>23.00</b>	400	24	16,67	0,017

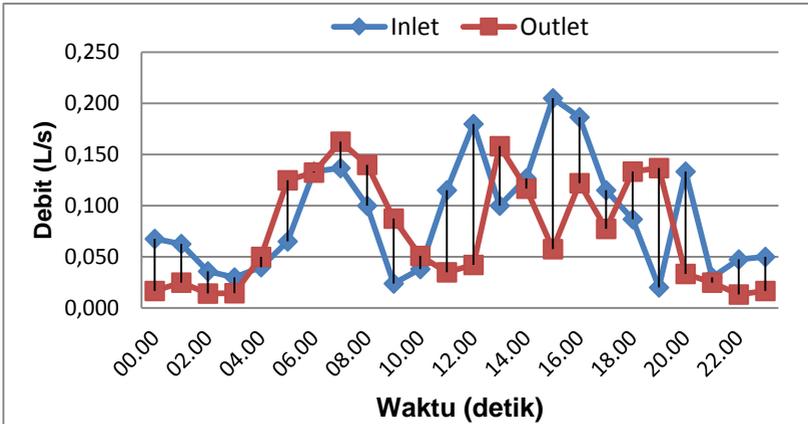
Sumber: *Penelitian pendahuluan*

Debit IPAL mengalami fluktuasi setiap jamnya (Gambar 2.8). Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas dan penggunaan air dari masing-masing pelanggan. Semakin banyak aktivitas yang dilakukan yang menggunakan air, maka debit IPAL akan semakin besar.

IPAL memiliki panjang bangunan 4 meter, lebar 2,5 meter, dan kedalaman 1,2 meter. Debit tertinggi bangunan IPAL sebesar 0,2 L/s. Berikut ini merupakan perhitungan secara matematis menurut persamaan 2a :

$$\begin{aligned}
 \text{HRT} &= \text{Volume} / Q_{\text{peak}} \\
 &= (P \times L \times H) / Q_{\text{peak}} \\
 &= (4 \times 2,5 \times 1,2) \text{ m}^3 / 0,2 \text{ L/s} \\
 &= 16,6 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan matematis, diketahui waktu tinggal hidraulik IPAL sebesar 16,6 jam. Hasil perhitungan tersebut sesuai dengan hasil survei lapangan.



Gambar 2.8 Fluktuasi Debit Air Limbah  
 Sumber: Penelitian pendahuluan

## 2.8 Metode Issac dan Michael

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah responden adalah menggunakan metode Issac dan Michael. Rumus dari metode Issac dan Michael, antara lain (Zain, 2016):

$$n = \frac{X^2 NP(1-P)}{d^2(N-1) + X^2 P(1-P)} \dots\dots\dots [\text{Persamaan 6}]$$

Keterangan:

- N : Jumlah populasi
- P : Proporsi dalam populasi (0,15)
- d : Ketelitian (*error*)
- X<sup>2</sup> : Tabel chi-kuadrat untuk df tertentu
- df : banyak variabel

## 2.9 Stakeholder Map

Teori ini menekankan pentingnya untuk mempertimbangkan kepentingan, kebutuhan, dan pengaruh dari pihak-pihak yang terkait dengan kebijakan. Dalam teori ini dilakukan pemetaan pemangku kepentingan. *Stakeholder power* atau yang dikenal dengan *power interest grid*, merupakan pemetaan dengan mengklasifikasikan *stakeholder* berdasarkan *power* dan *interest* yang dimiliki (Gambar 2.9).

Stakeholder dengan minimal *effort* hanya membutuhkan pengawasan. Pada kuadran *keep informed*, stakeholder harus selalu disediakan informasi karena dapat mempengaruhi stakeholder utama. Stakeholder pada kuadran *keep satisfied* umumnya bersifat pasif, namun dapat menjadi salah satu stakeholder kunci sehingga harus diperhatikan. Stakeholder yang bertindak sebagai *key player* adalah pihak yang memiliki peran dan ketertarikan tinggi (Mahadi, 2013).



Gambar 2.9 Stakeholder Map  
Sumber: Mahadi, 2013

## 2.10 Analytic Hierarchy Process (AHP)

*Analytic Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode pendekatan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Metode ini banyak digunakan karena berdasarkan perhitungan matematik yang akurat dan pengolahan data yang mudah. Metode AHP dapat

digunakan untuk memecahkan masalah yang kompleks dengan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh bobot pentingnya kriteria keputusan. Bobot perbandingan berpasangan pada masing-masing indikator sangat konsisten. Jika perbandingan tidak konsisten, maka metode ini menyediakan mekanisme untuk meningkatkan konsistensi data. Tingginya tingkat konsistensi data menggunakan metode ini, menyebabkan metode ini akurat dan dapat dipertanggung jawabkan (Balubaid, 2015).

Dalam menentukan keputusan sesuai prioritas menggunakan metode AHP, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Setyanto, 2017) :

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
2. Membuat struktur hierarki berdasarkan tujuan utama dan pandangan dari perspektif yang luas hingga tingkat terendah
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif, pengaruh setiap elemen terhadap tujuan, atau kriteria setingkat di atasnya.
4. Melakukan pendefinisian perbandingan berpasangan sehingga diperoleh jumlah penilaian seluruhnya. Hasil perbandingan antar elemen berupa angka dari 1 sampai 9 yang menunjukkan tingkat kepentingan suatu elemen.
5. Memeriksa konsistensi hirarki. Rasio konsistensi diharapkan kurang dari atau sama dengan 10% agar mendapatkan keputusan yang mendekati valid.

## **2.11 Penelitian Terdahulu**

Kajian terhadap studi terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan evaluasi kinerja IPAL diperlukan untuk menguatkan dasar dan prinsip evaluasi. Studi terdahulu terkait evaluasi kinerja IPAL komunal terdapat pada Tabel 2.9.

**Tabel 2.9 Hasil Studi Terdahulu**

<b>Nama penulis</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul</b>	<b>Hasil</b>
<b>Elis Hastuti, Reni Nuraeni, dan Sri Darwati</b>	2017	Pengembangan Proses Pada Sistem Anaerobic Baffled Reactor Untuk Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik	Penyisihan organik pada unit ABR dipengaruhi oleh karakteristik air limbah, proses aklimatisasi desain unit proses, pengelolaan, pemakaian air, dan pengaruh dari lingkungan sekitar (limpasan air permukaan, sampah, dll). Kinerja sistem ABR, dapat ditingkatkan dengan melakukan <i>upgrading</i> unit proses atau dilengkapi pengolahan lanjutan.
<b>Rongrong Liu, Qing Tiang, dan Jihua Chen</b>	2010	The Developments Of Anaerobic Baffled Reactor For Wastewater Treatment: A Review	ABR memiliki potensi untuk mendegradasi zat organik dan sebagai pengolahan awal air limbah. ABR dapat meremoval COD sebesar 58-72%.
<b>Aulia Husada Bhakti</b>	2016	Evaluasi Kinerja IPAL-IPAL Komunal Program Sanitasi Perkotaan Berbasis Masyarakat- <i>Urban Sanitation and Rural Infrastructure</i> (SPBM-USRI) Tahun Pembangunan 2012-2014 di Surabaya	Peningkatan kinerja IPAL dari aspek teknis adalah melalui perbaikan MCK, manhole, serta meningkatkan kinerja IPAL. Peningkatan kinerja IPAL dapat dilakukan dengan membersihkan biofilter secara rutin, menambah mikroba, dan menambah filter luas.

---

<b>Nama penulis</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul</b>	<b>Hasil</b>
<b>Gelora Jelang Takbira Mulia</b>	2015	Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Gresik	Kondisi fisik IPAL secara umum baik, kecuali IPAL Roomo. Permasalahan yang terjadi adalah bau dan debit yang tidak sesuai. Pemahaman pengelola terhadap tugas pokok dan fungsi KPP masih rendah

---

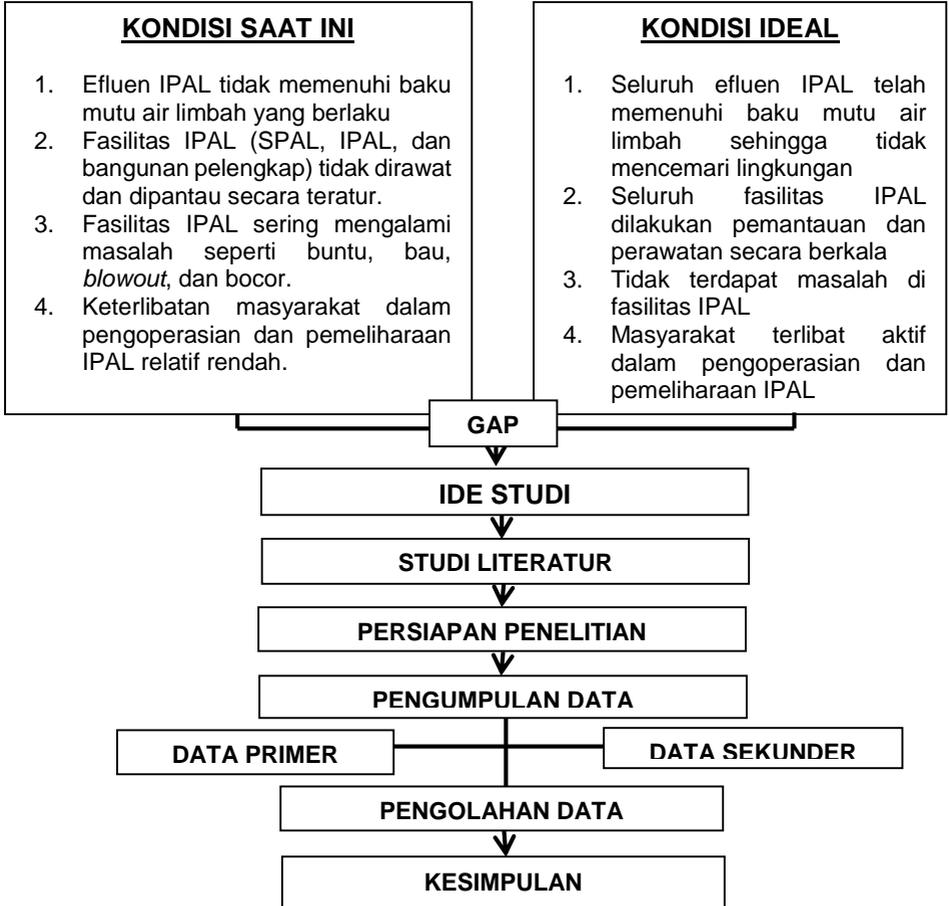
Sumber: *Studi literatur*

**“Halaman ini sengaja di kosongkan”**

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

## 3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, dan tahap analisis data. Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing tahap:

### 3.2.1 Tahap persiapan

#### A. Penentuan titik sampel IPAL

Penentuan titik sampel dilakukan sebagai tahapan awal dalam pelaksanaan penelitian. IPAL yang memiliki sambungan rumah lebih besar dari 80% di klasifikasikan menjadi empat sesuai sistem operasinya (Konvensional, JSI, Mode, dan Sanfab). Berdasarkan hasil wawancara dengan Dinas Pekerjaan Umum Dan Tata Ruang (DPUTR), sambungan rumah lebih dari 80% target perencanaan merupakan debit ideal dalam mengoperasikan IPAL. IPAL yang memiliki sambungan rumah lebih besar dari 80% target sambungan rumah dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Daftar IPAL Yang Memiliki Sambungan Rumah >80% Dari Target Perencanaan**

Kecamatan	No	Nama KPP	Kapasitas SR	SR terpasang	%
Benjeng	-	-	-	-	-
Gresik	C1	Samudra Jaya	25	50	200%
	C2	Telaga Abadi	75	63	84%
	B1	Kauman Sehat	75	67	89%
	B2	Rukun Bersatu	75	65	87%
	A1	Grand Cep	75	67	89%
	A2	Higienis 2	75	61	81%
	A3	Karangturi Peduli	75	75	100%

Kecamatan	No	Nama KPP	Kapasitas SR	SR terpasang	%
Kebomas	B3	Kramat Rahayu	75	62	83%
	A4	Rejo Makmur	200	160	80%
	A5	Jati	75	60	80%
	A6	Jetak Lancar	75	67	89%
	D1	Dahanrejo Indah	50	43	86%
	D2	Siwalan Wonokitri	75	68	91%
	D3	Sri Rejeki XI	75	86	115%
	D4	Sumber Rejeki	75	67	89%
Manyar	B4	Rekan	75	60	80%
	A7	Dahlia	50	48	96%
	A8	Peganden Bersih	75	62	83%
	A9	Peganden Sehat	75	80	107%
	A10	Sumber Jaya	50	41	82%
	D5	Tebalo Bersih	50	44	88%

Sumber: *DPUTR, 2018*

Masing-masing sistem IPAL dipilih sebanyak dua unit secara acak untuk diteliti lebih lanjut. Pemilihan secara acak menggunakan random.org dan diperoleh 8 titik sampling (Tabel 3.2).

**Tabel 3.2 Titik Sampel IPAL**

Sistem IPAL	No	Nomor ID IPAL	Nama KPP	SR	Kecamatan
JSI	A2	8.137.048	Higienis 2	61	Gresik
	A9	11.114.036	Peganden Sehat	80	Manyar
	A5	9.345.066	Jati	60	Kebomas
Mode	B1	8.149.086	Kauman Sehat	67	Gresik
	B3	9.158.015	Kramat Rahayu	62	Kebomas
Sanfab	C2	8.145.104	Telaga Abadi	63	Gresik
Konvensional	D2	9.346.019	Siwalan Wonokitri	68	Kebomas
	D3	9.163.076	Sri Rejeki XI	86	Kebomas

### B. Penentuan sampling kualitas air limbah

Sampel air limbah didapatkan melalui pengambilan air dengan metode *grab sampling* pada waktu puncak atau debit maksimum. Pengambilan sampel air dilakukan pada dua zona, yaitu influen dan efluen unit IPAL. Berdasarkan Tabel 2.6, debit tertinggi pada zona inlet terjadi pada jam 15.00 WIB. Berdasarkan Tabel 2.7, debit tertinggi pada zona outlet terjadi pada jam 07.00 WIB.

### C. Penentuan responden

Penentuan jenis responden dalam wawancara dilakukan menggunakan metode *stakeholder map* (Tabel 3.3). Jumlah responden pada masing-masing titik sampling ( $n$ ) ditentukan menggunakan metode *issac and michael* dengan tingkat ketelitian ( $d$ ) sebesar 5%, variabel ( $df$ ) 2, proporsi dalam populasi ( $P$ ) 0,15, *chi-kuadrat* ( $X^2$ ) sebesar 5,991, dan jumlah populasi ( $N$ ) sebesar 600 orang. Berikut ini merupakan perhitungan jumlah responden:

$$n = \frac{X^2 NP(1 - P)}{d^2(N - 1) + X^2 P(1 - P)}$$

$$n = \frac{5,991 \times 600 \times 0,15 (1 - 0,15)}{0,05^2 (600 - 1) + 5,991 \times 0,15 (1 - 0,15)}$$

$$= 213 \text{ responden}$$

Kelompok *key player* adalah dosen dan KPP. Kelompok *keep satisfied* adalah Dinas Pekerjaan Umum Dan Tata Ruang (DPUTR). Kelompok *keep informed* adalah masyarakat yang menyambung IPAL. Kelompok monitor adalah masyarakat yang tidak menyambung IPAL.

**Tabel 3.3 Jumlah Responden**

<b>Stakeholder map</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Jumlah (orang)</b>
Monitor	Masyarakat yang tidak menyambung IPAL	A2 5
		A9 0
		B1 3
		B3 4
		A5 5
		C2 4
		D2 2
		D3 0
		<i>Keep informed</i>
A9 26		
B1 22		
B3 20		
A5 20		
C2 21		
D2 23		
D3 28		
<i>Keep satisfies</i>	DPUTR	2
<i>Key player</i>	KPP	8
	Dosen	1

### 3.2.2 Tahap pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan tahap dimana data-data pendukung penelitian mulai dicari dan dikumpulkan. Data-data yang digunakan untuk penelitian dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang langsung diperoleh dari subjek perencanaan. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dengan tujuan untuk mendukung data primer yang telah ada.

#### A. Data primer

Data primer didapatkan dari hasil pengukuran kualitas air limbah, observasi lapangan, dan kuisioner. Metode yang digunakan untuk memperoleh data primer, antara lain:

#### Kualitas air limbah

Pengukuran kualitas air limbah digunakan untuk karakterisasi kondisi operasi dari unit IPAL terbangun. Masing-masing parameter yang diuji diukur dengan menggunakan metode pengukuran yang berbeda-beda seperti pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Metode Pengukuran Kualitas Air Limbah**

No	Parameter	Kadar maksimum (mg/L)	Metode Pengukuran
1	BOD <sub>5</sub>	30	SNI 06-2503-1991
2	COD	50	SNI 06-6989:2-2004 atau SNI 06-6989:15-2004 atau APHA 5220
3	Minyak dan lemak	10	SNI 06-6989.10-2004
4	TSS	30	SNI 06-6989.27-2005
5	Ph	6-9	SNI 06-6989.11-2004
6	Amoniak	10	SNI 06-6989.1.30-2005

Sumber : *PERGUB JATIM No 72 tahun 2013*

## Observasi lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk melihat langsung lokasi dan mendapatkan gambaran umum mengenai IPAL komunal di Kabupaten Gresik. Hasil observasi lapangan digunakan untuk karakterisasi kondisi fisik unit IPAL. Hal-hal yang akan diamati meliputi dimensi bangunan (panjang, lebar, dan kedalaman), bangunan pelengkap (manhole, *greasetrapp*, dan bak kontrol), dan diameter pipa. Metode pengukuran yang digunakan dalam observasi lapangan bermacam-macam sesuai dengan data yang dibutuhkan (Tabel 3.5). Hasil dari observasi lapangan berupa data dan dokumentasi yang digunakan sebagai data pendukung dalam menggambarkan kondisi aktual (Lampiran 2).

**Tabel 3.5 Metode Pengukuran Dalam Observasi Lapangan**

<b>Data</b>	<b>Metode pengukuran</b>
Dimensi Bangunan	Meter ukur
Diameter pipa	Meter ukur
Bangunan pelengkap	<i>Check list</i> dan dokumentasi

## Kuisisioner

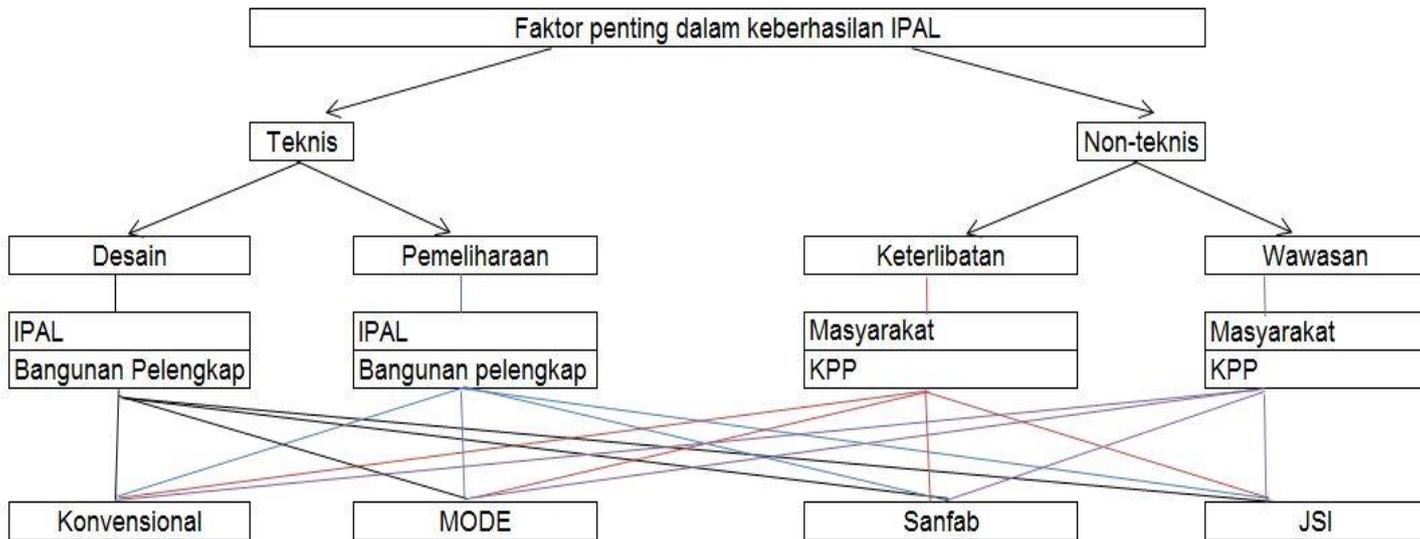
Selain observasi, akan dilakukan penyebaran kuisisioner pada responden yang telah ditentukan. Pengisian kuisisioner merupakan metode untuk validasi informasi yang diperoleh sebelumnya. Pengisian kuisisioner dilakukan untuk mendapatkan data tentang prioritas aspek non-teknis terhadap unit IPAL dari perspektif responden. Tujuan dari kuisisioner adalah untuk mengetahui faktor penting dalam keberhasilan IPAL yang meliputi teknis dan non-teknis. Kuisisioner yang disebarakan kepada responden terdapat dua macam yaitu kuisisioner KPP (lampiran 3) dan kuisisioner masyarakat (lampiran 4). Pertanyaan dalam kuisisioner disusun berdasarkan *flow chart* AHP (Gambar 3.2).

Kuisisioner terdiri dari 2 bagian yaitu teknis dan non-teknis. Aspek teknis yang dinilai berdasarkan kuisisioner adalah pemeliharaan. Aspek teknis yaitu desain dinilai berdasarkan perbandingan hitungan dengan kriteria desain. Berikut ini Tabel 3.6 merupakan parameter evaluasi aspek teknis dalam desain bangunan IPAL dan unit pendukungnya.

**Tabel 3.6 Parameter Evaluasi Aspek Teknis Tentang Desain**

	Kriteria	Parameter
IPAL	Kesesuaian desain	HRT
		Vup
		Jumlah kompartemen
	Kualitas efluen	OLR
		BOD
		COD
		TSS
		pH
		Minyak dan lemak
	Efisiensi penyisihan	Amonia
		BOD
		COD
		TSS
		Minyak dan lemak
	Unit pendukung	Kesesuaian desain SPAL
Bahan pipa		
Kesesuaian desain manhole		Diameter pipa
		Jarak manhole
		Kedalaman manhole
Kesesuaian desain bak kontrol		Bahan manhole
		Luas permukaan bak kontrol
		Tutup bak kontrol
		Kedalaman bak kontrol
		Ukuran grease trap

Masing-masing parameter evaluasi (Tabel 3.6) akan dihitung dan dianalisis kesesuaiannya dengan kriteria desain. Kuisisioner aspek teknis dan non-teknis disusun berdasarkan kriteria yang tercantum dalam Tabel 3.7. Berdasarkan Tabel 3.7, unit pendukung yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi pipa SPAL, manhole, dan bak kontrol. Kesesuaian desain IPAL dibatasi pada parameter Vup, HRT, jumlah kompartemen, dan OLR. Penanganan masalah yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi kebuntuan, kebocoran, dan bau.



Gambar 3.2 Flow chart kuisioner

**Tabel 3.7 Kuisisioner**

<b>Level-1</b>	<b>Level-2</b>	<b>Level-3</b>	<b>Level-4</b>
Teknis	Desain	IPAL	Kesesuaian desain
			Kualitas efluen
		Unit pendukung	Efisiensi penyisihan
			Kesesuaian desain SPAL
			Kesesuaian desain manhole
	Pemeliharaan	IPAL	Kesesuaian desain bak kontrol
			Kondisi IPAL
		Unit pendukung	Frekuensi pemantauan
			Permantau
			Kondisi unit pendukung
Non-teknis	Keterlibatan	Masyarakat	Frekuensi pemantauan
			Permantau
		KPP	Perawatan
			Pembayaran
			Penanganan masalah
	Wawasan	Masyarakat	Perawatan
			Pembuatan peraturan/sop
		KPP	Pengoperasian
			Manfaat
			Penggunaan pembayaran
		SOP/peraturan	
		Tugas pokok dan fungsi	
		luran/pembayaran	
		Sistem koordinasi	

## B. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Dan Tata Ruang (DPUTR) Kabupaten Gresik, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik, dan beberapa instansi pendukung lainnya. Data sekunder juga dapat diperoleh dari internet berupa jurnal, artikel ilmiah, dan penelitian-penelitian sebelumnya. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 3.8.

**Tabel 3.8 Kebutuhan Data Sekunder**

Instansi	Data/dokumen	Fungsi
Dinas Pekerjaan Umum Dan Tata Ruang (DPUTR)	<i>Detail Engineering Design (DED)</i>	Dimensi perencanaan pembangunan IPAL
	IPAL	kondisi eksisting
	Jumlah sambungan rumah	
	Persebaran IPAL di Kabupaten Gresik	
Dinas Lingkungan Hidup (DLH)	Pemantauan kualitas IPAL	Kondisi eksisting kualitas efluen IPAL
Badan Pusat Statistik (BPS)	Kecamatan dalam angka	Analisis kependudukan, geografis, dll

### 3.2.3 Tahapan pengolahan data

Analisis dan pembahasan merupakan bagian yang digunakan untuk membahas secara rinci beberapa data yang didapatkan selama pengumpulan data. Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3. Data yang didapatkan diolah dengan berbagai macam metode sesuai dengan jenisnya. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 3.9.

**Tabel 3.9 Metode Pengolahan Data**

	<b>Data Hasil Pengolahan</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Pengolahan Data</b>
Kualitas Air Limbah	Kesesuaian kualitas air limbah dengan baku mutu	Hasil uji laboratorium (BOD, COD, TSS, pH, minyak dan lemak, dan amonia)	Perbandingan dengan kualitas air limbah yang terdapat dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013
Observasi lapangan	Kesesuaian bangunan IPAL dengan kriteria desain	Hasil pengukuran dimensi unit, hasil uji kualitas air limbah, dan removal masing-masing parameter.	Perbandingan dengan kriteria desain yang ada pada Sasse (1998)
Kuisisioner	Prioritas permasalahan	Penilaian responden tentang indikator yang ditanyakan	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i> dan skoring

Data kuisisioner menjadi bahan dalam validasi dan penentuan skala prioritas. Kuisisioner yang disusun berdasarkan Tabel 3.7 akan diberikan skor dari skala 1 sampai 4. Masing-masing skor telah ditentukan justifikasi indikatornya sesuai dengan Tabel 3.11. indikator-indikator tersebut disusun berdasarkan ketentuan yang tercantum dalam PerMen PUPR Nomer 4 Tahun 2017.

Bobot permasalahan akan ditentukan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Nilai dalam penentuan bobot disebarakan melalui kuisisioner (Lampiran 3). Pada kuisisioner yang diberikan, responden akan menentukan skala kepentingan dengan memilih angka sesuai dengan perspektif responden (Tabel 3.10). Angka yang dipilih akan menunjukkan prioritas dari masing-masing indikator dalam bentuk bobot. Responden yang menjadi sasaran penyebaran kuisisioner (Lampiran 3) adalah kelompok *key player* yang terdiri dari KPP dan dosen.

**Tabel 3.10 Skala Penilaian**

Nilai	Keterangan
1	Kedua kriteria sama penting
3	Kriteria sedikit lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
5	Kriteria lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
7	Kriteria sangat lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
9	Kriteria mutlak lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
2,4,6,8	Nilai tengah

Sumber: *Setyanto, 2017*

Data kualitatif yang berupa pendapat responden (*key player*) akan diolah menggunakan *software expert choice* dan akan menghasilkan bobot penilaian. *Expert choice* dipilih karena sistem operasi menggunakan *windows*, efektif, efisien, dan umum digunakan dalam pengambilan keputusan. Batas toleransi dalam penggunaan *software* ini tidak boleh lebih dari 0,1. Sehingga data yang diperoleh valid dan dapat dipertanggung jawabkan.

Masing-masing responden (*keep informed, keep satisfied, dan monitor*) mengisi kuisisioner (lampiran 4) untuk membantu dalam penilaian masing-masing aspek. Skor evaluasi kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing indikator sehingga diperoleh nilai akhir. Nilai akhir ini akan diurutkan dari terkecil ke besar untuk mengetahui IPAL yang memiliki nilai efektifitas tertinggi dan terendah.

Berdasarkan nilai akhir, masing-masing IPAL akan dievaluasi aspek teknis dan non-teknis. Aspek teknis dari masing-masing IPAL dievaluasi berdasarkan sistem IPAL yang digunakan. Sedangkan, evaluasi aspek non-teknis dilakukan pada masing-masing IPAL. Nilai terendah untuk aspek teknis dan aspek non-teknis akan menjadi prioritas dalam evaluasi IPAL. Hasil evaluasi digunakan sebagai acuan perumusan strategi optimasi IPAL.

**Tabel 3.11 Indikator Penilaian**

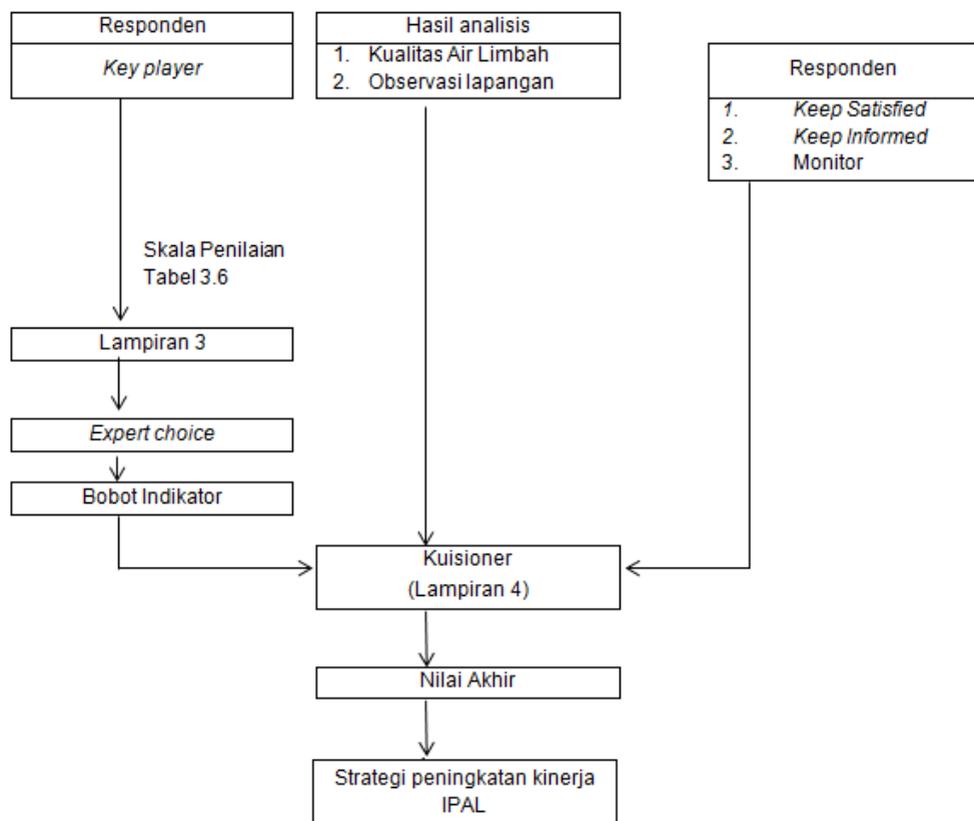
<b>Aspek</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Kriteria-1</b>	<b>Kriteria 2</b>	<b>Indikator</b>
Teknis	Desain	IPAL	Kesesuaian desain	1 Tidak ada yang sesuai dengan desain
				2 Lebih dari satu kriteria tidak sesuai dengan desain
				3 Satu kriteria tidak sesuai dengan desain
				4 Semua kriteria sesuai dengan desain
			Kualitas efluen	1 Tidak ada parameter yang memenuhi baku mutu
				2 Lebih dari satu parameter tidak memenuhi baku mutu
				3 Satu parameter tidak memenuhi baku mutu
				4 Semua parameter memenuhi baku mutu
		Efisiensi penyisihan	1 Tidak ada efisiensi yang sesuai kriteria desain	
			2 Lebih dari satu efisiensi tidak sesuai dengan kriteria desain	
			3 Satu efisiensi tidak sesuai dengan kriteria desain	
			4 Semua efisiensi sesuai dengan kriteria desain	
		Unit pendukung	Kesesuaian desain SPAL	1 SPAL tidak dapat diamati dan tidak ada manhole
				2 Tidak ada parameter yang sesuai kriteria
				3 Bahan atau diameter SPAL sesuai kriteria
				4 Bahan dan diameter SPAL sesuai kriteria

<b>Aspek</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Kriteria-1</b>	<b>Kriteria 2</b>	<b>Indikator</b>
			Kesesuaian desain manhole	1 Tidak ada parameter yang sesuai kriteria 2 Satu parameter sesuai kriteria 3 Dua parameter sesuai kriteria 4 Semua parameter sesuai kriteria
			Kesesuaian desain bak kontrol	1 Tidak terdapat bak kontrol 2 Satu parameter sesuai kriteria 3 Dua parameter sesuai kriteria 4 Semua parameter sesuai kriteria
	Pemeliharaan	IPAL	Kondisi IPAL	1 Rusak dan tidak beroperasi 2 Tidak beroperasi 3 Kadang-kadang beroperasi 4 Beroperasi dengan baik
			Frekuensi pemantauan	1 Tidak pernah 2 Tidak teratur 3 Lebih dari satu bulan sekali 4 Satu bulan sekali
			Pemantau	1 Tidak ada 2 DPU TR 3 DPU TR dan KPP 4 DPU TR, KPP, dan masyarakat
		Unit pendukung	Kondisi unit pendukung	1 Tidak terdapat bak kontrol dan manhole atau manhole tidak dapat dibuka 2 Manhole tidak dapat dibuka atau terdapat bak kontrol 3 Manhole dapat dibuka

<b>Aspek</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Kriteria-1</b>	<b>Kriteria 2</b>	<b>Indikator</b>
				4 Terdapat bak kontrol dan manhole dapat dibuka
			Frekuensi pemantauan	1 Tidak pernah 2 Tidak teratur 3 Lebih dari satu bulan sekali 4 Satu bulan sekali
			Pemantau	1 Tidak ada 2 DPU <sup>TR</sup> 3 KPP 4 KPP dan/atau masyarakat
Non-teknis	Keterlibatan	Masyarakat	Perawatan	1 Masyarakat tidak terlibat 2 Masyarakat terlibat satu kegiatan perawatan 3 Masyarakat terlibat dua kegiatan perawatan 4 Masyarakat terlibat dalam setiap kegiatan perawatan
			Pembayaran	1 Tidak ada 2 Sumber lain yang tidak teratur 3 Iuran dari masyarakat namun tidak teratur 4 Iuran masyarakat teratur dan terjadwal
			Penanganan masalah	1 Pernah mengalami tiga masalah 2 Pernah mengalami dua masalah 3 Pernah mengalami satu masalah 4 Belum pernah terjadi masalah

Aspek	Kriteria	Kriteria-1	Kriteria 2	Indikator
		KPP	Perawatan	1 Tidak melakukan perawatan 2 Pernah melakukan satu perawatan 3 Pernah melakukan dua perawatan 4 Melakukan semua perawatan
			Pembuatan Peraturan/SOP	1 Tidak terdapat SOP 2 Terdapat satu macam SOP 3 Terdapat dua macam SOP 4 Terdapat seluruh SOP
			Pengoperasian	1 Tidak terdapat operator/KPP 2 Organigram satu tingkat, satu orang 3 Organigram satu tingkat, dua orang 4 Organigram dua tingkat, >2 orang
	Wawasan	Masyarakat	Manfaat	1 Tidak merasakan manfaat 2 <80% merasakan manfaat 3 >80% merasakan manfaat 4 100% merasakan manfaat
			Penggunaan pembayaran	1 Tidak ada pembayaran 2 Terdapat pembayaran dan tidak mengetahui penggunaan pembayaran 3 Terdapat pembayaran dan <80% mengetahui penggunaan pembayaran 4 Terdapat pembayaran dan >80% mengetahui penggunaan pembayaran

<b>Aspek</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Kriteria-1</b>	<b>Kriteria 2</b>	<b>Indikator</b>
			SOP/ Peraturan	1 Tidak terdapat SOP 2 Terdapat SOP dan tidak ada yang mengetahui 3 Terdapat SOP dan <80% mengetahui 4 Terdapat SOP dan >80% mengetahui
		KPP	Tugas pokok dan fungsi	1 Tidak ada tugas pokok dan fungsi 2 Ada dan tidak pernah menjalankan tupoksi 3 Ada dan kadang-kadang menjalankan tupoksi 4 Ada dan selalu menjalankan tupoksi
			luran/ pembayaran	1 Tidak terukur 2 Tidak cukup untuk biaya perawatan dan membutuhkan bantuan instansi tertentu 3 Cukup untuk biaya operasional (penyedotan) 4 Cukup untuk biaya operasional dan perawatan
			Sistem Koordinasi	1 Tidak ada koordinasi (musyawarah) antar elemen 2 Koordinasi (musyawarah) hanya dilakukan satu elemen 3 Koordinasi (musyawarah) dilakukan dua elemen 4 Koordinasi (musyawarah) dilakukan tiga elemen



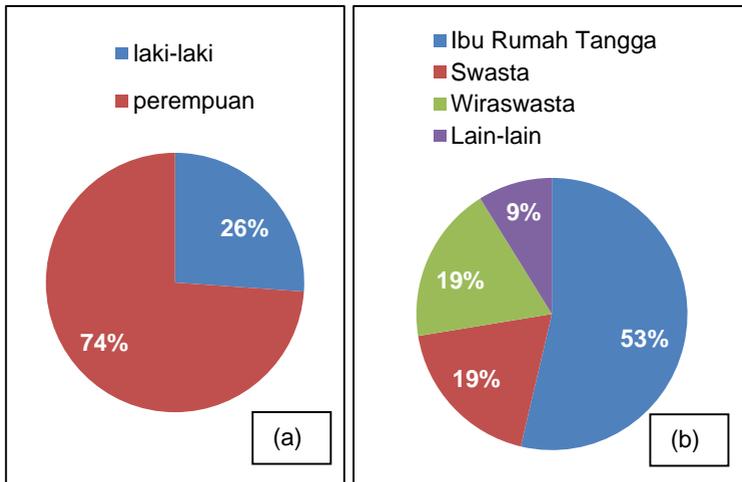
Gambar 3.3 Tahapan Pengolahan Data

**“Halaman ini sengaja di kosongkan”**

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Kondisi IPAL eksisting

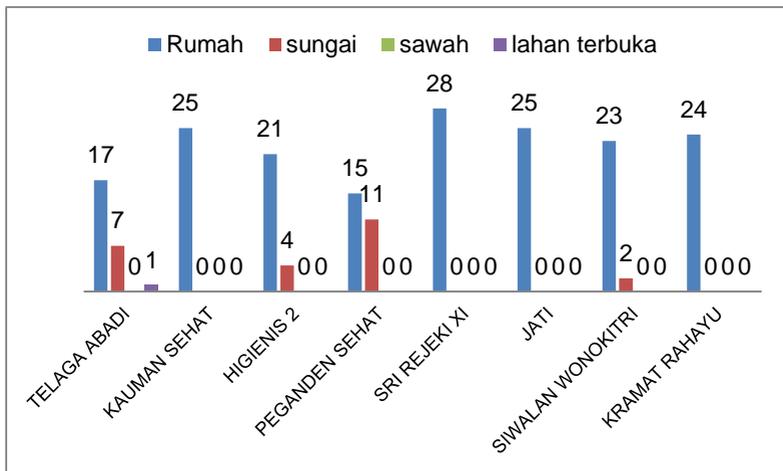
Berdasarkan data Dinas Pekerjaan Umum Dan Tata Ruang (DPUUR), sampai tahun 2018 Kabupaten Gresik memiliki IPAL sejumlah 105 unit. Jumlah tersebut akan bertambah setiap tahunnya untuk menurunkan potensi BABs di Kabupaten Gresik. Berdasarkan data, hanya 21 IPAL yang memiliki sambungan rumah >80% dari target sambungan rumah. IPAL yang terbangun di Kabupaten Gresik dapat dibedakan menjadi 4 sistem yaitu konvensional, JSI, Mode, dan Sanfab. Dalam mengidentifikasi kondisi masing-masing IPAL maka dipilih 2 IPAL dari masing-masing sistem IPAL. Identifikasi dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner pada 203 responden dengan Gambar 4.1. Kuisisioner disebarkan kepada masyarakat yang menyambung dan tidak menyambung IPAL sejumlah Tabel 3.3.



Gambar 4.1 Kriteria Responden; (a) Jenis Kelamin, dan; (b) Pekerjaan

Berdasarkan Gambar 4.1, responden perempuan yang mengisi kuisisioner sebanyak 150 orang (74%) dan laki-laki sebanyak 53 orang (26%). Secara umum, pekerjaan responden sebagai ibu rumah tangga sejumlah 109 orang (53%), Swasta 38 orang (19%), Wiraswasta 38 orang (19%), dan lain-lain 18 orang (9%).

Berdasarkan hasil kuisisioner, masyarakat pernah melakukan BABs di sungai maupun di lahan terbuka (Gambar 4.2). Sebelum dibangunnya IPAL, terdapat 7 KK di KPP Telaga Abadi, 4 KK di KPP Higienis 2, 11 KK di KPP Peganden Sehat, dan 2 KK di Siwalan Wonokitri yang melakukan BABs di sungai. Terdapat 1 KK di KPP Telaga Abadi yang melakukan BABs di lahan terbuka. Selain itu, terdapat 17 KK di KPP Telaga Abadi, 25 KK di Kauman Sehat, 15 KK di Peganden Sehat, 28 KK di Sri Rejeki XI, 25 KK di Jati, 23 KK di Siwalan Wonokitri, dan 24 KK di Kramat Rahayu yang telah memiliki *saptic tank*/cubluk sebelum tersambung ke IPAL. Setelah IPAL dibangun di masing-masing daerah, 100% masyarakat tidak ada yang melakukan BABs di sungai, sawah, maupun lahan terbuka.



Gambar 4.2 Lokasi BAB sebelum dibangunnya IPAL di masing-masing daerah

IPAL merupakan salah satu solusi dalam pengolahan air limbah domestik. IPAL memiliki dampak yang besar bagi masyarakat dan lingkungan sekitar. Selain mengubah kebiasaan masyarakat, IPAL juga membuat lingkungan menjadi bersih dan nyaman (Wijayaningrat, 2018). Limbah cair yang masuk ke IPAL adalah limbah cair yang berasal dari seluruh kegiatan rumah (*grey water*) dan WC (*black water*). Bangunan IPAL akan mendegradasi kandungan organik maupun anorganik yang terlalu tinggi dan berdampak mencemari lingkungan apabila tidak diolah terlebih dahulu.

Limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah meliputi limbah dari kegiatan dapur, mencuci, dan mandi. Limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah biasanya memiliki kandungan minyak dan lemak yang tinggi. Minyak dan lemak tidak boleh langsung dibuang di saluran IPAL karena dapat menimbulkan kebuntuan. Sehingga pada beberapa rumah diberikan bangunan pelengkap berupa *grease trap* (Gambar 4.3). *Grease trap* ini berfungsi untuk memisahkan minyak dan lemak yang terbawa pada saluran air. Pada unit *grease trap*, minyak dan lemak akan terperangkap dan tidak masuk ke dalam saluran pipa. Sehingga, permasalahan seperti kebuntuan dapat dihindari.



Gambar 4.3 *Grease trap*

Kebuntuan selain disebabkan oleh minyak dan lemak juga disebabkan oleh kurangnya penggelontoran, masuknya sampah, dan zat pengotor lainnya. Sebagai upaya mendeteksi kebocoran tanpa harus melakukan pembongkaran di saluran rumah, maka diperlukan bangunan pelengkap berupa bak kontrol (Gambar 4.4). Bak kontrol memiliki bentuk yang hampir sama dengan *grease trap* namun dalam pengoperasiannya memiliki fungsi yang berbeda.

Bak kontrol digunakan untuk melakukan penggelontoran apabila penyiraman dan aliran air di pipa utama tidak lancar. Bak kontrol juga digunakan untuk mendeteksi sambungan rumah mana yang mengalami masalah sehingga dapat segera diatasi.



Gambar 4.4 Bak Kontrol

Masing-masing sistem IPAL memiliki perbedaan dalam bangunan atau desain sehingga memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Diperlukan evaluasi secara berkala untuk mengetahui kinerja dan efektivitas masing-masing IPAL. Evaluasi dilakukan dengan menganalisis aspek teknis dan aspek non-teknis.

## 4.2 Debit Air Limbah

Perhitungan debit dilakukan untuk mengetahui kapasitas perencanaan bangunan IPAL. Perhitungan debit biasanya menggunakan alat *flowmeter*. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan (Tabel 3.7), debit inlet IPAL Siwalan wonokitri yang memiliki 68 SR adalah:

1.  $Q$  puncak = 0,205 L/s atau 17,712 m<sup>3</sup>/hari
2.  $Q$  average = 0,089 L/s atau 7,69 m<sup>3</sup>/hari
3.  $Q$  minimal = 0,02 L/s atau 1,728 m<sup>3</sup>/hari

Debit yang digunakan untuk memperkirakan kapasitas dan dimensi IPAL adalah debit inlet karena merupakan akumulasi seluruh kegiatan masyarakat setiap jamnya. Aktivitas masyarakat yang menyambung IPAL juga relatif sama. Sehingga, dalam perhitungan analisisnya akan menggunakan debit masing-masing IPAL berdasarkan jumlah sambungan rumahnya. Berikut ini merupakan contoh perhitungan debit IPAL Higienis 2.

- SR Siwalan wonokitri : 68 SR
- SR Higienis 2 : 61 SR

Perhitungan debit Higienis 2, antara lain:

1.  $Q_{peak} = (SR \text{ Higienis 2} / SR \text{ siwalan wonokitri}) \times Q_{peak} \text{ siwalan}$   
 $= (61/68) \times 0,205 \text{ L/s} = 0,184 \text{ L/s}$  atau  $15,89 \text{ m}^3/\text{hari}$
2.  $Q_{ave} = (SR \text{ Higienis 2} / SR \text{ siwalan wonokitri}) \times Q_{ave} \text{ siwalan}$   
 $= (61/68) \times 0,089 \text{ L/s} = 0,080 \text{ L/s}$  atau  $6,898 \text{ m}^3/\text{hari}$
3.  $Q_{min} = (SR \text{ Higienis 2} / SR \text{ siwalan wonokitri}) \times Q_{min} \text{ siwalan}$   
 $= (61/68) \times 0,02 \text{ L/s} = 0,018 \text{ L/s}$  atau  $1,55 \text{ m}^3/\text{hari}$

Berdasarkan perhitungan, berikut ini pada Tabel 4.1 merupakan debit pada masing-masing IPAL.

**Tabel 4.1 Debit masing-masing IPAL**

Nama KPP	SR	Q <sub>peak</sub> (L/s)	Q <sub>ave</sub> (L/s)	Q <sub>min</sub> (L/s)
Higienis 2	61	0,184	0,080	0,018
Peganden Sehat	80	0,241	0,105	0,024
Jati	60	0,181	0,079	0,018
Kauman Sehat	67	0,202	0,088	0,020
Kramat Rahayu	62	0,187	0,081	0,018
Telaga Abadi	63	0,190	0,082	0,019
Siwalan Wonokitri	68	0,205	0,089	0,020
Sri Rejeki XI	86	0,259	0,113	0,025

## 4.3 Analisis Aspek Teknis

Analisis aspek teknis IPAL terbangun di Kabupaten Gresik meliputi desain dan pemeliharaan bangunan. Evaluasi desain dan pemeliharaan meliputi bangunan IPAL dan unit pendukungnya. Unit pendukung meliputi pipa SPAL, manhole, dan bak kontrol. Dari kedua kriteria tersebut dapat diketahui tingkat efektivitas masing-masing IPAL dalam aspek teknis.

### 4.3.1 Desain

#### 4.3.1.1 IPAL

Desain dalam pembangunan unit IPAL merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan. IPAL yang desain bangunan sesuai dengan kriteria desain memiliki efektifitas tinggi dalam meremoval zat organik. Dalam evaluasi desain IPAL akan

dianalisis kesesuaian desain, kualitas efluen, dan efisiensi penyisihan masing-masing unit IPAL terbangun di Kabupaten Gresik.

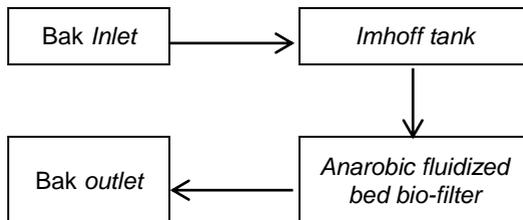
#### A. Kesesuaian Desain

IPAL akan bekerja secara efektif jika memiliki desain sesuai dengan kriteria desain. Namun dalam implementasinya, banyak faktor yang menyebabkan bangunan IPAL tidak sesuai dengan kriteria desain yang telah ditetapkan. Analisa dilakukan dengan membandingkan IPAL dengan kriteria desain yang telah ditetapkan. IPAL akan dianalisis berdasarkan sistem pengolahannya yang dikelompokkan menjadi empat yaitu JSI, Mode, Sanfab, dan konvensional.

#### Jagat Sanitasi Indonesia (JSI)

JSI adalah salah satu jenis sistem pengolahan yang merupakan gabungan antara *Imhoff tank* dan *anaerobic fluidized bed bio-filter*. Dari delapan IPAL yang dianalisis, terdapat tiga IPAL komunal yang menggunakan sistem pengolahan jenis JSI. IPAL yang menggunakan sistem pengolahan JSI adalah IPAL Higienis 2, IPAL Peganden Sehat, dan IPAL Jati.

*Imhoff tank* merupakan sistem pengolahan tahap awal yang digunakan pada JSI. Kemudian, air limbah akan masuk kedalam *anaerobic fluidized bed biofilter*. *Anaerobic fluidized bed biofilter* merupakan pengolahan dengan sistem *anaerobic biofilter* yang menggunakan *bio-ball*. Gambar 4.5 merupakan diagram alir unit pengolahan IPAL sistem JSI.



Gambar 4.5 Diagram Alir IPAL JSI

Bak *inlet* merupakan unit pertama yang dilewati air limbah pada saat masuk ke dalam IPAL (Gambar 4.6). Bak *inlet* digunakan untuk menyaring material kasar sebelum masuk unit IPAL. Jadi semua jaringan pipa kotor pengguna IPAL masuk ke bak *inlet* terlebih dahulu. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian bak inlet Higienis 2 dengan kriteria desain:

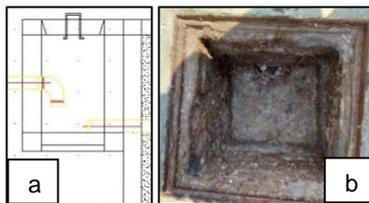
Dimensi bak inlet

1. Debit puncak : 15,89 m<sup>3</sup>/hari
2. Panjang bak *inlet* : 0,5 meter
3. Lebar bak *inlet* : 0,5 meter
4. Kedalaman bak *inlet* : 0,77 meter

Perhitungan bak inlet

1. Waktu detensi (td) : volume (m<sup>3</sup>)/debit (m<sup>3</sup>/hari)  
 : (0,5 x 0,5 x 0,77) m<sup>3</sup>/ 15,89 m<sup>3</sup>/hari  
 : 0,012 hari atau 0,29 jam
2. Kecepatan aliran (v) : debit (m<sup>3</sup>/hari)/ As (m<sup>2</sup>)  
 : 15,89 m<sup>3</sup>/hari/ (0,5x0,5) m<sup>2</sup> x 1/86400  
 : 7,36 x 10<sup>-4</sup> m/s
3. Sloope bak : kedalaman (m)/panjang (m)  
 : 0,77 m/0,5 m  
 : 1:1,54

Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa waktu detensi (td) dan sloope IPAL Higienis 2 memenuhi kriteria desain. Kriteria desain waktu detensi inlet adalah <2 jam (Metcalf, 1991). Kriteria desain sloope bak inlet adalah 1:1 (Qasim, 1985). Kecepatan aliran dan kedalaman bak inlet tidak memenuhi kriteria desain. Kriteria desain kecepatan aliran pada bak inlet adalah 0,3-3 m/s (Qasim, 1985). Kriteria desain kedalaman bak inlet adalah 1-3 meter (Permen PUPR Nomer 4 Tahun 2017).



Gambar 4.6 Bak Inlet; (a) Desain bangunan, dan; (b) Implementasi lapangan

Pada IPAL sistem JSI terdapat 2 *imhoff tank*. *Imhoff tank* pertama (Gambar 4.7) berfungsi sebagai zona pengendapan dan proses anarobik. *Imhoff tank* kedua berfungsi untuk memisahkan buangan lama dan baru melalui aliran *up-flow* menuju tangki *biofilter*. *Imhoff tank* di Amerika Serikat sudah digunakan sejak lama untuk mengolah air limbah domestik. Zona pengendapan jenis *imhoff tank* mulai ditinggalkan dan dimodifikasi karena desainnya hanya efektif untuk populasi dan beban zat organik kecil (Mikelonis, 2010). Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian desain *imhoff tank* pada IPAL Higienis 2.

#### Dimensi *imhoff tank*

1. Panjang *imhoff tank* : 2 meter
2. Lebar *imhoff tank* 1 : 0,53 meter
3. Lebar *imhoff tank* 2 : 0,48 meter
4. Kedalaman kubus : 0,6 meter
5. Kedalaman limas : 0,3 meter
6. Debit puncak ( $Q_{peak}$ ) : 15,89 m<sup>3</sup>/hari

#### Perhitungan *imhoff tank*

1. Volume kubus (m<sup>3</sup>)  
 = Panjang *imhoff* x lebar *imhoff* 1 x kedalaman kubus  
 = 0,2 m x 0,53 m x 0,6 m = 0,636 m<sup>3</sup>  
 Volume limas (m<sup>3</sup>)  
 = 1/3 x luas alas x tinggi  
 = 1/3 x (2 m x 0,53 m) x 0,3 m = 0,106 m<sup>3</sup>  
 Volume *imhoff tank* 1  
 = volume kubus + volume limas  
 = 0,636 m<sup>3</sup> + 0,106 m<sup>3</sup> = 0,742 m<sup>3</sup>
2. Volume kubus (m<sup>3</sup>)  
 = Panjang *imhoff* x lebar *imhoff* x kedalaman kubus  
 = 2 m x 0,48 m x 0,6 m = 0,576 m<sup>3</sup>  
 Volume limas (m<sup>3</sup>)  
 = 1/3 x luas alas x tinggi  
 = 1/3 x (2 m x 0,48 m) x 0,3 m = 0,096 m<sup>3</sup>  
 Volume *imhoff tank* 2  
 = volume kubus + volume limas  
 = 0,576 m<sup>3</sup> + 0,096 m<sup>3</sup> = 0,672 m<sup>3</sup>
3. Volume total *imhoff tank* = volume 1 + volume 2  
 = 0,742 m<sup>3</sup> + 0,672 m<sup>3</sup> = 1,414 m<sup>3</sup>

4. Waktu pengendapan ( $t_d$ ) (jam)
 
$$= \text{Volume (m}^3) / Q \text{ (m}^3\text{/hari)}$$

$$= (1,414 \text{ m}^3 / 15,89 \text{ m}^3\text{/hari}) \times 24 \text{ jam/hari} = 2,1 \text{ jam}$$
5. Kecepatan aliran permukaan (*up flow velocity*)
 
$$\text{As (m}^2) = \text{Panjang imhoff (m)} \times \text{Lebar total imhoff (m)}$$

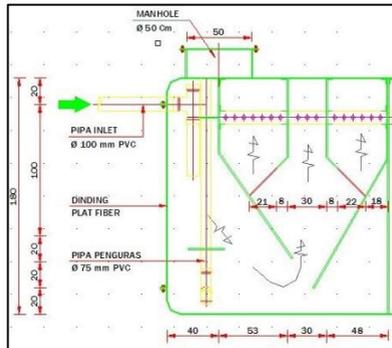
$$= 2 \text{ m} \times (0,53 + 0,48) \text{ m} = 2,02 \text{ m}^2$$

$$V_{up} = Q / \text{As}$$

$$= (15,89 \text{ m}^3\text{/hari}) / (2,02 \text{ m}^2) \times 1/24 \text{ jam/hari}$$

$$= 0,33 \text{ m/jam}$$

Berdasarkan perhitungan, HRT dan  $V_{up}$  *imhoff tank* Higienis 2 telah memenuhi kriteria desain. Kriteria desain HRT *imhoff tank* adalah kurang dari 8 jam. Kriteria desain  $V_{up}$  *imhoff tank* adalah kurang dari 2 m/jam (Permen PUPR Nomer 4 Tahun 2017).



Gambar 4.7 Desain *Imhoff Tank* IPAL JSI

*Anaerobic fluidized bed biofilter* dilengkapi dengan media *bio-ball* sebagai tempat melekat dan pertumbuhan bakteri anaerobik yang disusun secara bertingkat untuk mengoptimalkan proses anaerobik (Gambar 4.8). Bakteri akan membentuk biofilm pada permukaan *bio-ball* dan akan memakan zat organik dari air limbah yang melewatinya. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian laju filtrasi pada media *bio-ball* IPAL Higienis 2 dengan kriteria desain.

Dimensi media

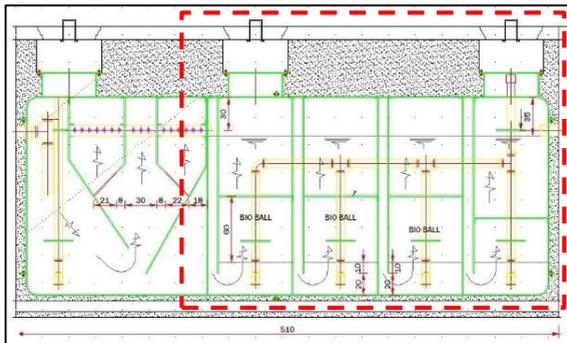
1. Panjang : 0,7 meter

2. Lebar : 3 meter
3. Tinggi media : 0,6 meter
4. Debit air limbah : 15,89 m<sup>3</sup>/hari atau 0,66 m<sup>3</sup>/jam
5. Jumlah bio filter : 8 unit

Perhitungan media

1. As media : panjang x lebar  
: 0,7 m x 3 m : 2,1 m<sup>2</sup>
2. Laju filtrasi : Debit / (Asurface x jumlah bio filter)  
: 15,89 m<sup>3</sup>/jam / (2,1 m<sup>2</sup> x 8 unit)  
: 0,039 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam

Berdasarkan perhitungan, laju filtrasi pada masing-masing *bio-ball* tidak memenuhi kriteria. Kriteria desain laju filtrasi untuk aliran up-flow adalah 5,04 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam-12,24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.L (Reynolds, 1996).



Gambar 4.8 Desain *anaerobic fluidized bed bio-filter* IPAL JSI (tanda merah)

Bak *outlet* berfungsi untuk pemantauan kualitas dan pengambilan sampel air (Gambar 4.9). Bak *outlet* dilengkapi dengan penutup *grill*. Penutup digunakan untuk mencegah masuknya sampah dan zat pengotor lain dari luar masuk ke dalam sistem IPAL. Penutup harus dapat dibuka agar memudahkan petugas untuk memantau kualitas air limbah hasil olahan IPAL. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian pipa dan bak outlet IPAL Higienis 2 dengan kriteria desain.

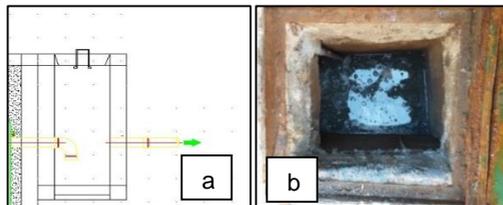
### Dimensi bak outlet

1. Debit : 15,89 m<sup>3</sup>/hari
2. Panjang bak outlet : 0,5 meter
3. Lebar bak outlet : 0,5 meter
4. Kedalaman bak outlet : 1,17 meter

### Perhitungan bak outlet

1. Waktu detensi (td) : volume (m<sup>3</sup>)/debit (m<sup>3</sup>/hari)  
: (0,5 x 0,5 x 1,17) m<sup>3</sup>/ 15,89 m<sup>3</sup>/hari  
: 0,018 hari atau 0,4 jam
2. Kecepatan aliran (v) : Debit (m<sup>3</sup>/hari)/ As (m<sup>2</sup>)  
: 15,89 m<sup>3</sup>/hari/ (0,5 x 0,5) m<sup>2</sup> x 1/86400  
: 0,00074 m/s

Berdasarkan hasil perhitungan, waktu detensi (td) memenuhi kriteria desain karena kurang dari 2 jam (Metcalf & Eddy, 1991). Kecepatan aliran tidak memenuhi karena melebihi kriteria desain. Kriteria desain kecepatan aliran (v) sebesar 0,3-3 m/s (Qasim, 1985).



Gambar 4.9 Bak Outlet, (a) Desain Bangunan, dan; (b) Implementasi Lapangan

Jenis IPAL dengan sistem JSI merupakan jenis IPAL fabrikasi. IPAL fabrikasi memiliki ukuran yang relatif sama. IPAL fabrikasi terbuat dari fiber yang dilapisi dengan *casing*. *Casing* terbuat dari beton dan tulangan besi. *Casing* digunakan untuk melindungi IPAL dari tekanan berlebihan sehingga IPAL dapat bertahan lama dan tidak rusak. Pada observasi lapangan, dilakukan pengukuran dimensi IPAL menggunakan *roll meter*. Namun, pengukuran menggunakan *roll meter* hanya dapat mengukur *casing* dari IPAL yang telah terbangun. Dimensi dan detail ukuran dari IPAL sistem JSI ini didapatkan dari *detail engineering desain* (DED) yang dimiliki oleh perusahaan maupun

fasilitator IPAL. Berikut ini merupakan perhitungan yang digunakan untuk membandingkan kondisi eksisting IPAL dan kompartemen IPAL Higienis 2 dengan kriteria desain.

Dimensi IPAL

1. Debit puncak ( $Q_{peak}$ ) : 15,89 m<sup>3</sup>/hari
2. Panjang IPAL : 10,2 meter
3. Lebar IPAL : 3 meter
4. Panjang kompartemen : 0,8 meter
5. Jumlah kompartemen : 4 kompartemen
6. Kedalaman : 3 meter
  - Kedalaman air IPAL Higienis 2 : 0,37 m
  - Kedalaman minyak IPAL Higienis 2 : 0,04 m
7. [COD] Higienis 2 : 2640 mg/L
8. Densitas lumpur : 2,65 kg/L
9. Densitas air : 1 kg/L
10. Kadar solid : 4%
11. Kadar air : 96%
12. [TSS]in : 2760 mg/L
13. [TSS]out : 30 mg/L

Perhitungan IPAL

1. Volume IPAL = panjang x lebar x kedalaman  
= 10,2 m x 3 m x 3 m = 91,8 m<sup>3</sup>
2. HRT IPAL = Volume IPAL/ $Q_{peak}$   
= 91,8 m<sup>3</sup> / 15,89 m<sup>3</sup>/hari  
= 5,7 hari = 138,7 jam
3. OLR IPAL Higienis 2 = CODin / HRT  
= (2640gr/m<sup>3</sup>)/5,7harix 1/1000 kg/gr  
= 0,457 kg.COD/ m<sup>3</sup>.hari

4. Produksi lumpur

Densitas lumpur ( $p$ )

$$p_{lumpur} = \frac{(\%solid \times p_{solid}) + (\%air \times p_{air})}{(\%solid + \%air)}$$

$$= \frac{(4\% \times 2,65) + (96\% \times 1)}{(4\% + 96\%)} = 1,06 \text{ kg/L}$$

Massa lumpur

$$= 1/\%lumpur \times ([TSS]in - [TSS]out) \times Q$$

$$= (1/4\%) \times (2760 \text{ mg/L} - 30 \text{ mg/L}) \times 15888,7 \text{ L/hari} \times 10^{-6} \text{ kg/mg}$$

$$= 1084,4 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume lumpur} &= \text{massa lumpur/densitas lumpur} \\ &= 1084,4 \text{ kg/hari} / 1,06 \text{ kg/L} \\ &= 1017,26 \text{ L/hari atau } 1,0173 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Perhitungan kompartemen IPAL

1. Volume kompartemen  
 = panjang x lebar x kedalaman x jumlah  
 = 0,8 m x 3 m x 3 m x 4 komp. = 28,8 m<sup>3</sup>
2. HRT Kompartemen = Volume kompartemen/Qpeak  
 = 28,8 m<sup>3</sup>/15,89 m<sup>3</sup>/hari  
 = 1,81 hari atau 43,5 jam
3. As = panjang x lebar  
 = 0,8 m x 3 m = 2,4 m<sup>2</sup>
4. Vup = Q peak/As  
 = (15,89 m<sup>3</sup>/hari / 2,4 m<sup>2</sup>) x (1/24) hari/jam  
 = 0,28 m/jam

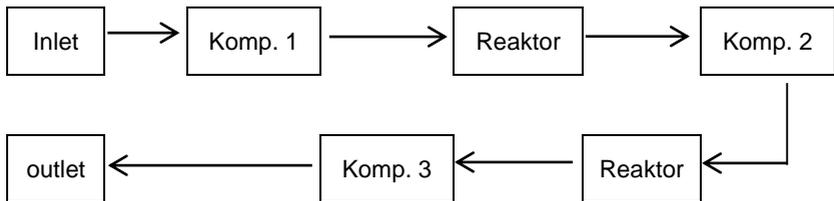
Berikut ini Tabel 4.2 merupakan perbandingan parameter-parameter pada kriteria desain dengan kondisi eksisting unit

**Tabel 4.2 Perbandingan Kondisi Eksisting IPAL Jenis JSI Dengan Kriteria Desain**

No	Parameter	Satuan	Eksisting	Kriteria Desain	Ket.
1	HRT IPAL				
	Peganden Sehat	jam	105,73	>8	Memenuhi
	Higienis 2		138,66		Memenuhi
	Jati		140,98		Memenuhi
2	Vup kompartemen				
	Peganden Sehat	m/jam	0,362	<2	Memenuhi
	Higienis 2		0,276		Memenuhi
	Jati		0,271		Memenuhi
3	Kompartemen	unit	4	>4	Tidak memenuhi
4	OLR COD				
	Peganden Sehat	kg.COD/ m <sup>3</sup> .hari	0,136	<3	Memenuhi
	Higienis 2		0,457		Memenuhi
	Jati		0,089		Memenuhi

## **Mode**

Pada jenis IPAL ini, dilengkapi dengan reaktor yang berisi media filter. Dari delapan IPAL yang dianalisis, terdapat dua IPAL komunal yang menggunakan sistem pengolahan jenis Mode. IPAL yang menggunakan sistem pengolahan Mode adalah IPAL Kauman Sehat dan IPAL Kramat Rahayu. IPAL dengan sistem Mode merupakan IPAL yang menggunakan prinsip pengolahan secara sedimentasi dan filtrasi. Berikut ini merupakan diagram alir IPAL sistem Mode (Gambar 4.10).



Gambar 4.10 Diagram Alir IPAL Jenis Mode

Zona inlet pada IPAL sistem ini sedikit berbeda dengan sistem IPAL lainnya. Zona inlet pada IPAL sistem Mode menggunakan pipa yang telah dilubangi (Gambar 4.11). Pipa ini bertujuan untuk memastikan aliran laminar dan tersebar merata di seluruh kompartemen agar pengendapan berjalan secara maksimal. Aliran yang turbulen dapat mengganggu efektivitas IPAL dalam pengendapan partikel-partikel organik di dalam air limbah. Berikut ini merupakan perhitungan bilangan reynold pada zona inlet IPAL Kauman Sehat untuk memastikan bahwa aliran yang terjadi pada zona inlet laminar.

### Dimensi zona inlet:

1. Diameter lubang : 1 cm : 0,01 meter
2. Viskositas kinematis 30°C ( $\nu$ ) :  $0,8004 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
3. Debit puncak ( $Q_{peak}$ ) :  $17,712 \text{ m}^3/\text{hari}$  atau  $0,738 \text{ m}^3/\text{jam}$

### Perhitungan zona inlet:

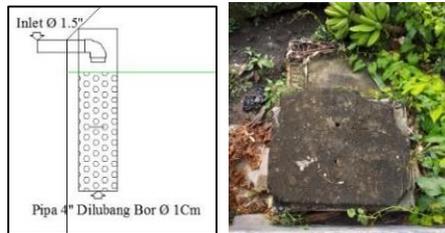
1. Luas permukaan ( $A_s$ )

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \mu D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,01 \text{ meter})^2 \\ &= 7,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Kecepatan horizontal ( $V_h$ )  
 $V_h = Q_{peak}/A_s$   
 $= 17,45 \text{ m}^3/\text{hari} / 7,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$   
 $= 2,57 \text{ m/s}$

3. Bilangan reynold  
 $N_{re} = \frac{V_h \times R_h}{\nu}$   
 $= \frac{2,57 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 7,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2}{0,8004 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}} = 0,025 \text{ m}$

Nilai bilangan reynold yang kurang dari 1 menunjukkan bahwa aliran yang ada pada zona inlet laminier. Bilangan reynold pada zona inlet IPAL Kauman sehat telah memenuhi kriteria desain.



Gambar 4.11 Zona Inlet; (a) Desain Zona Inlet dan; (b) Implementasi Lapangan

IPAL sistem Mode kompartemen yang berfungsi sebagai zona pengendapan partikel-partikel yang terdapat di air limbah (Gambar 4.12). Zat-zat pengotor yang memiliki massa jenis lebih besar dibandingkan air akan mengendap menggunakan gaya gravitasi. Kompartemen pertama akan mengendapkan partikel-partikel diskrit dan lumpur yang memiliki massa jenis besar. Volume lumpur yang diendapkan di kompartemen pertama akan lebih banyak dibandingkan dengan kompartemen ketiga. Kompartemen kedua dan kompartemen ketiga digunakan untuk mengendapkan partikel atau zat pengotor yang masih ada di dalam air limbah setelah air limbah tersebut melalui reaktor. Berikut ini merupakan contoh perhitungan kesesuaian kompartemen IPAL Kauman Sehat yang menggunakan sistem Mode.

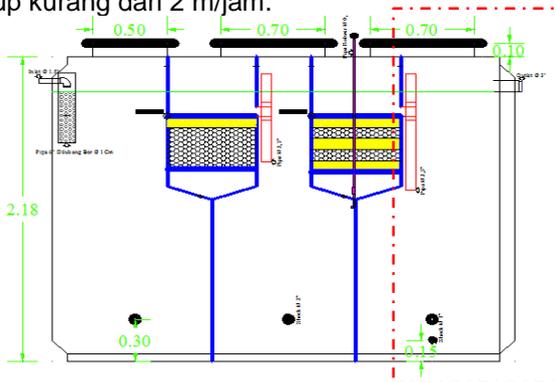
### Dimensi kompartemen IPAL:

1. Debit puncak : 17,45 m<sup>3</sup>/hari atau 1741,53 L/hari
2. Panjang kompartemen : 1,35 meter
3. Lebar kompartemen : 3,1 meter
4. Jumlah kompartemen : 12 kompartemen
5. Kedalaman kompartemen : 2,18 meter  
Kedalaman air IPAL Kauman sehat : 1,25 meter  
Kedalaman minyak IPAL Kauman sehat : 0,02 meter

### Perhitungan kompartemen IPAL

1. Volume kompartemen  
= panjang x lebar x kedalaman x jumlah  
= 1,35 m x 3,1 m x 2,18 m x 12 komp. = 109,48 m<sup>3</sup>
2. HRT Kompartemen = Volume kompartemen/Qpeak  
= 109,48 m<sup>3</sup>/17,45 m<sup>3</sup>/hari  
= 6,3 hari atau 150,6 jam
3. As = panjang x lebar  
= 1,35 m x 3,1 m = 4,185 m<sup>2</sup>
4. Vup = Q peak/As  
= (17,45 m<sup>3</sup>/hari / 4,185 m<sup>2</sup>) x (1/24) hari/jam  
= 0,17 m/jam

Berdasarkan hasil perhitungan, Vup dari kompartemen IPAL Kauman Sehat telah memenuhi kriteria desain. Kriteria desain Vup kurang dari 2 m/jam.



Gambar 4.12 Desain Perencanaan Kompartemen IPAL

IPAL sistem Mode memiliki 2 reaktor dalam satu unit. Reaktor dalam IPAL sistem Mode berisi bio-filter yang berguna untuk menyaring zat-zat pengotor yang ada di air limbah. Bio filter yang digunakan dalam setiap reaktor *single media* dan *dual media*. Air akan masuk melalui lubang dibawah reaktor dan melewati *bio-filter* yang telah ditumbuhi mikroorganisme. Kemudian air akan melimpah diatas filter (*up-flow*) dan masuk kedalam kompartemen berikutnya. Berikut ini merupakan perhitungan laju filtrasi pada IPAL Kauman Sehat.

#### Dimensi media

1. Panjang : 1,35 meter
2. Lebar : 3,1 meter
3. Tinggi media : 1 meter
4. Debit air limbah : 17,45 m<sup>3</sup>/hari
5. Jumlah bio filter : 24 unit

#### Perhitungan media

1. As media : panjang x lebar  
: 1,35 m x 3,1 m  
: 4,2 m<sup>2</sup>
2. Laju filtrasi : Debit / (Asurface x jumlah bio filter)  
: 17,45 m<sup>3</sup>/jam / (4,2 m<sup>2</sup> x 24 unit)  
: 0,0072 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam

Berdasarkan perhitungan, laju filtrasi pada masing-masing media tidak memenuhi kriteria. Kriteria desain laju filtrasi untuk aliran up-flow adalah 5,04 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam-12,24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.L (Reynolds, 1996). Zona outlet pada IPAL sistem ini adalah pipa yang akan menyalurkan limbah hasil olahan IPAL ke badan air permukaan. Pipa yang digunakan dalam zona outlet adalah pipa dengan diameter 5 dim. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian desain bak outlet IPAL Kauman Sehat.

#### Dimensi pipa outlet

1. Debit : 17,45 m<sup>3</sup>/hari
2. Diameter pipa outlet : 5 dim : 0,14 meter

#### Perhitungan bak outlet

1. Luas permukaan(As):  $\frac{1}{4} \mu D^2$   
:  $\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,14 \text{ meter})^2$   
: 0,0154 m<sup>2</sup>

2. Kecepatan aliran ( $v$ ) : Debit ( $m^3/hari$ )/ As ( $m^2$ )
  - :  $17,45 m^3/hari / 0,0154 m^2 \times 1/86400$
  - :  $0,013 m/s$

Berdasarkan hasil perhitungan, kecepatan aliran tidak memenuhi karena kurang dari kriteria desain. Kriteria desain kecepatan aliran ( $v$ ) sebesar  $0,3-3 m/s$  (Qasim, 1985). IPAL dengan sistem Mode merupakan jenis IPAL fabrikasi. IPAL fabrikasi memiliki ukuran yang relatif sama satu dengan yang lainnya. IPAL fabrikasi terbuat dari fiber yang dilapisi dengan *casing*. *Casing* terbuat dari beton dan tulangan besi. Dimensi dan detail ukuran dari IPAL sistem Mode ini didapatkan dari *detail engineering desain* (DED) pemilik perusahaan. Berikut ini merupakan Berikut ini merupakan perhitungan yang digunakan untuk membandingkan kondisi eksisting IPAL dan kompartemen IPAL Higienis 2 dengan kriteria desain.

#### Dimensi bangunan IPAL

1. Debit puncak :  $17,45 m^3/hari$
2. Panjang IPAL :  $16,2$  meter
3. Lebar IPAL :  $3,1$  meter
4. Kedalaman :  $2,18$  meter
5. [COD]in :  $3000 mg/L$
6. Densitas lumpur :  $2,65 kg/L$
7. Densitas air :  $1 kg/L$
8. Kadar solid :  $4\%$
9. Kadar air :  $96\%$
10. [TSS]in :  $2036 mg/L$
11. [TSS]out :  $30 mg/L$

#### Perhitungan IPAL

1. Volume ( $m^3$ ) = Panjang x lebar x Kedalaman  
 $= 16,2 m \times 3,1 m \times 2,18 m = 109,48 m^3$
2. *Hydraulic retention time* (HRT) (jam)  
 $= Volume (m^3) / Q_{peak} (m^3/hari)$   
 $= (109,48 m^3 / 17,45 m^3/hari) \times 24 jam/hari$   
 $= 6,27 hari = 150,6 jam$
3. *Organic loading rate* (OLR) CODin  
 OLR IPAL Kauman S. = CODin / HRT  
 $= (3000gr/m^3)/6,27hrx 1/1000 kg/gr$   
 $= 0,48 kg.COD/m^3.hari$

#### 4. Produksi lumpur

Densitas lumpur ( $\rho$ )

$$\rho \text{ lumpur} = \frac{(\%solid \times p \text{ solid}) + (\%air \times p \text{ air})}{(\%solid + \%air)}$$

$$= \frac{(4\% \times 2,65) + (96\% \times 1)}{(4\% + 96\%)} = 1,06 \text{ kg/L}$$

Massa lumpur

$$= 1/\%lumpur \times ([TSS]_{in} - [TSS]_{out}) \times Q$$

$$= (1/4\%) \times (2036 \text{ mg/L} - 30 \text{ mg/L}) \times 17451,5 \text{ L/hari} \times 10^{-6} \text{ kg/mg}$$

$$= 875,1942 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Volume lumpur} = \text{massa lumpur} / \text{densitas lumpur}$$

$$= 875,2 \text{ kg/hari} / 1,06 \text{ kg/L}$$

$$= 812,01 \text{ L/hari} \text{ atau } 0,821 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berikut ini Tabel 4.3 merupakan perbandingan parameter-parameter pada kriteria desain dengan kondisi eksisting unit.

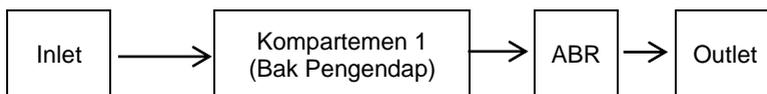
**Tabel 4.3 Perbandingan Kondisi Eksisting IPAL Jenis Mode Dengan Kriteria Desain**

No	Parameter	Satuan	Eksisting	Kriteria Desain	Ket.
1	HRT IPAL				
	Kauman Sehat	jam	150,56	>8	Memenuhi
	Kramat Rahayu		162,70		Memenuhi
2	Vup kompartemen				
	Kauman Sehat	m/jam	0,174	<2	Memenuhi
	Kramat Rahayu		0,161		Memenuhi
3	Kompartemen	unit	12	>4	Memenuhi
4	OLR COD				
	Kauman Sehat	kg.COD/	0,478	<3	Memenuhi
	Kramat Rahayu	m <sup>3</sup> .hari	0,065		Memenuhi

#### **Sanitasi Fabrikasi (Sanfab)**

Sanfab merupakan salah satu sistem IPAL fabrikasi yang terbuat dari fiber. IPAL dengan sistem Sanfab merupakan modifikasi dari sistem ABR. Dari delapan IPAL yang dianalisis, terdapat satu IPAL komunal yang menggunakan sistem pengolahan jenis Sanfab. IPAL yang menggunakan sistem

pengolahan Sanfab adalah IPAL Telaga Abadi. Berikut ini merupakan diagram alir sistem IPAL jenis Sanfab (Gambar 4.13).



Gambar 4.13 Diagram alir proses IPAL sistem Sanfab

IPAL sistem Sanfab memiliki zona inlet berupa bak (Gambar 4.14). Bak *inlet* dalam IPAL ini merupakan zona pertama yang akan menerima air limbah. Bak inlet digunakan untuk mengontrol aliran sekaligus nyaring agar sampah yang terbawa oleh aliran pipa tidak masuk dan menyebabkan kebuntuan. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian bak *inlet* IPAL Telaga Abadi dengan kriteria desain.

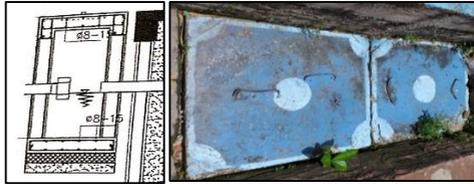
#### Dimensi bak *inlet*

1. Debit : 16,41 m<sup>3</sup>/hari
2. Panjang bak *inlet* : 0,5 meter
3. Lebar bak *inlet* : 0,5 meter
4. Kedalaman bak *inlet* : 1,25 meter

#### Perhitungan bak *inlet*

1. Waktu detensi (td) : volume (m<sup>3</sup>)/debit (m<sup>3</sup>/hari)  
 : (0,5 x 0,5 x 1,25) m<sup>3</sup>/ 16,41 m<sup>3</sup>/hari  
 : 0,019 hari atau 0,46 jam
2. Kecepatan aliran (v) : debit (m<sup>3</sup>/hari)/ As (m<sup>2</sup>)  
 : 16,41 m<sup>3</sup>/hari/ (0,5 x 0,5) m<sup>2</sup> x 1/86400  
 : 0,00076 m/s
3. Sloope bak : kedalaman (m)/panjang (m)  
 : 1,25 m/0,5 m  
 : 2,5:1

Berdasarkan hasil perhitungan, waktu detensi memenuhi kriteria desain bangunan IPAL. Kriteria desain waktu detensi kurang dari 2 jam (Metcalf & Eddy, 1991) dan waktu detensi IPAL sebesar 0,46 jam. Kecepatan aliran dan sloope bak tidak memenuhi kriteria desain. Kriteria desain kecepatan aliran sebesar 0,3 sampai 3 m/s dan kriteria desain sloope bak sebesar 1:1 (Qasim, 1985).



Gambar 4.14 Bak *Inlet*; (a) Desain Perencanaan, dan; (b) Implementasi Di Lapangan

Air limbah kemudian masuk kedalam kompartemen 1 (Gambar 4.15). Kompartemen 1 memiliki ukuran lebih panjang jika dibandingkan dengan kompartemen-kompartemen lainnya. Kompartemen ini berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel diskrit yang terbawa dalam aliran air limbah. Setelah mengalami pengendapan, air limbah akan masuk kedalam kompartemen-kompartemen ABR. Air limbah akan diolah menggunakan sistem *upflow* sehingga kandungan zat organik di dalamnya memenuhi baku mutu yang telah ditentukan. Kompartemen ABR yang digunakan pada IPAL dengan sistem Sanfab lebih panjang dan disusun secara seri. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian kompartemen IPAL Telaga Abadi dengan kriteria desain.

Dimensi kompartemen IPAL:

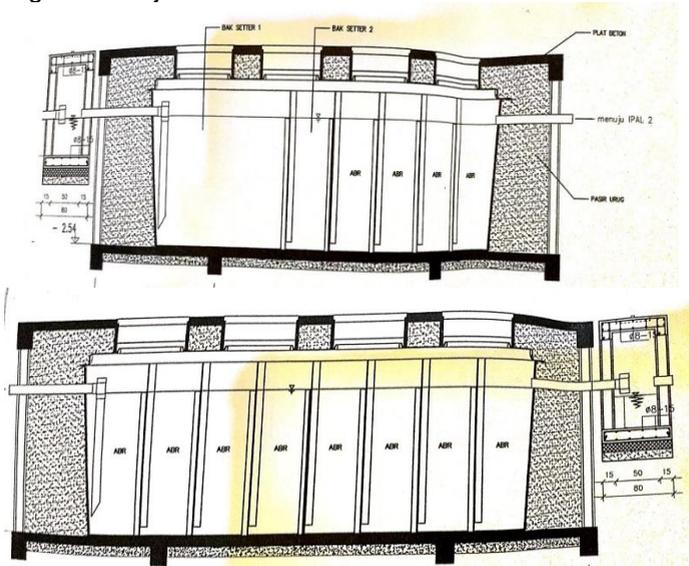
1. Debit puncak : 16,41 m<sup>3</sup>/hari atau 16409,7 L/hari
2. Panjang kompartemen : 0,625 meter
3. Lebar kompartemen : 1,75 meter
4. Jumlah kompartemen : 13 kompartemen
5. Kedalaman kompartemen : 2 meter  
 Kedalaman air IPAL Telaga Abadi : 1,6 meter  
 Kedalaman minyak IPAL Telaga Abadi : 0,01 meter

Perhitungan kompartemen IPAL

1. Volume kompartemen  
 = panjang x lebar x kedalaman x jumlah  
 = 0,625 m x 1,75 m x 2 m x 13 komp. = 28,44 m<sup>3</sup>
2. HRT Kompartemen = Volume kompartemen/Qpeak  
 = 28,44 m<sup>3</sup>/16,41 m<sup>3</sup>/hari  
 = 1,73 hari atau 41,59 jam

3.  $As = \text{panjang} \times \text{lebar}$   
 $= 0,625 \text{ m} \times 1,75 \text{ m} = 1,09 \text{ m}^2$
4.  $Vup = Q_{\text{peak}}/As$   
 $= (16,41 \text{ m}^3/\text{hari} / 1,09 \text{ m}^2) \times (1/24) \text{ hari/jam}$   
 $= 0,625 \text{ m/jam}$

Berdasarkan hasil perhitungan,  $Vup$  dari kompartemen IPAL Kauman Sehat telah memenuhi kriteria desain. Kriteria desain  $Vup$  kurang dari 2 m/jam.



Gambar 4.15 Desain Perencanaan IPAL Jenis Sanfob

Bak outlet adalah bak yang digunakan untuk menampung air limbah yang telah diolah di kompartemen-kompartemen IPAL. Bak ini juga digunakan untuk mengontrol kualitas air limbah sebelum dibuang ke badan air.

Dimensi bak outlet

1. Debit : 16,41 m<sup>3</sup>/hari
2. Panjang bak outlet : 0,5 meter
3. Lebar bak outlet : 0,5 meter
4. Kedalaman bak outlet : 1,245 meter

### Perhitungan bak outlet

1. Waktu detensi (td) : volume (m<sup>3</sup>)/debit (m<sup>3</sup>/hari)  
: (0,5 x 0,5 x 1,245) m<sup>3</sup>/ 16,41 m<sup>3</sup>/hari  
: 0,01897 hari atau 0,455 jam
2. Kecepatan aliran (v) : debit (m<sup>3</sup>/hari)/ As (m<sup>2</sup>)  
: 16,41 m<sup>3</sup>/hari/ (0,5 x 0,5) m<sup>2</sup> x 1/86400  
: 7,6 x 10<sup>-4</sup> m/s

Berdasarkan hasil perhitungan, waktu detensi (td) memenuhi kriteria desain karena kurang dari 2 jam (Metcalf & Eddy, 1991). Kecepatan aliran tidak memenuhi karena kurang dari kriteria desain. Kriteria desain kecepatan aliran (v) sebesar 0,3-3 m/s (Qasim, 1985). IPAL dengan sistem Sanfab merupakan jenis IPAL fabrikasi. IPAL fabrikasi memiliki ukuran yang relatif sama satu dengan yang lainnya. IPAL fabrikasi terbuat dari fiber yang dilapisi dengan *casing*. *Casing* terbuat dari beton dan tulangan besi. Dimensi dan detail ukuran dari IPAL Sanfab ini didapatkan dari *detail engineering desain* (DED) pemilik perusahaan. Berikut ini merupakan bangunan IPAL:

### Dimensi bangunan IPAL

1. Debit puncak : 16,41 m<sup>3</sup>/hari
2. Panjang IPAL : 11 meter
3. Lebar IPAL : 1,75 meter
4. Kedalaman : 2 meter
5. [COD] Telaga Abadi : 1920 mg/L
6. Densitas lumpur : 2,65 kg/L
7. Densitas air : 1 kg/L
8. Kadar solid : 4%
9. Kadar air : 96%
10. [TSS]in : 928 mg/L
11. [TSS]out : 30 mg/L

### Perhitungan bangunan IPAL

1. Volume (m<sup>3</sup>) = Panjang x lebar x Kedalaman  
= 11 m x 1,75 m x 2 m  
= 38,5 m<sup>3</sup>
2. *Hydraulic retention time* (HRT) (jam)  
= Volume (m<sup>3</sup>) / Q<sub>peak</sub> (m<sup>3</sup>/hari)  
= (38,5 m<sup>3</sup> / 16,41 m<sup>3</sup>/hari)  
= 2,35 hari  
= 56,31 jam

3. *Organic loading rate* (OLR) CODin  
 OLR IPAL Telaga A. = CODin / HRT  
 = (1920 mg/L)/2,35 hr x 1/1000 kg/gr  
 = 0,818 kg.COD/m<sup>3</sup>.hari

4. Produksi lumpur  
 Densitas lumpur ( $\rho$ )  
 $\rho$  lumpur =  $\frac{(\%solid \times p \text{ solid})+(\%air \times p \text{ air})}{(\%solid+\%air)}$   
 =  $\frac{(4\% \times 2,65)+(96\% \times 1)}{(4\%+96\%)}$  = 1,06 kg/L

Massa lumpur  
 = 1/%lumpur x ([TSS]in-[TSS]out) x Q  
 = (1/4%) x (928 mg/L-30 mg/L) x 16409,65 L/hari x 10<sup>-6</sup> kg/mg  
 = 368,397 kg/hari

Volume lumpur = massa lumpur/densitas lumpur  
 = 368,4 kg/hari / 1,06 kg/L  
 = 345,6 L/hari atau 0,3456 m<sup>3</sup>/hari

Berikut ini Tabel 4.4 merupakan perbandingan parameter-parameter pada kriteria desain dengan kondisi eksisting unit.

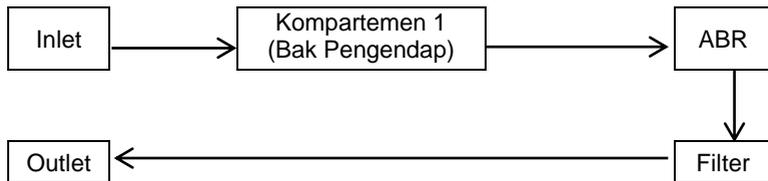
**Tabel 4.4 Perbandingan Kondisi Eksisting IPAL Telaga Abadi Jenis Sanfab Dengan Kriteria Desain**

No	Parameter	Satuan	Eksisting	Kriteria Desain	Ket.
1	HRT	jam	56,31	>8	Memenuhi
2	Vup	m/jam	0,625	<2	Memenuhi
3	Kompartemen	unit	13	>4	Memenuhi
4	OLR	kg.COD/m <sup>3</sup> .hari	0,818	<3	Memenuhi

### **Konvensional**

IPAL dengan sistem konvensional merupakan bangunan pengolahan air limbah yang terbuat dari beton. Beton dicetak dalam bentuk persegi dan ditanam dibawah tanah. Dari delapan IPAL yang dianalisis, terdapat dua IPAL komunal yang menggunakan sistem pengolahan Konvensional. IPAL yang menggunakan sistem pengolahan konvensional adalah IPAL

Siwalan Wonokitri dan IPAL Sri Rrejeki XI. Berikut ini merupakan diagram alir sistem IPAL Konvensional (Gambar 4.16).



Gambar 4.16 Diagram Alir IPAL Konvensional

Air limbah pertama kali akan masuk ke dalam bak inlet. Bak inlet digunakan untuk mengontrol dan menyaring sampah agar tidak masuk ke dalam sistem IPAL dan mengganggu proses reaksi. Kemudian air limbah akan masuk ke dalam kompartemen-kompartemen IPAL. Air limbah akan dialirkan menggunakan prinsip *upflow* yang dibantu dengan pipa. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian bak inlet IPAL Siwalan Wonokitri dengan kriteria desain:

Dimensi bak inlet

1. Debit : 17,71 m<sup>3</sup>/hari
2. Panjang bak inlet : 0,5 meter
3. Lebar bak inlet : 0,5 meter
4. Kedalaman bak inlet : 1 meter

Perhitungan bak inlet

1. Volume : panjang(m) x lebar(m) x kedalaman (m)  
: 0,5m x 0,5m x 1m : 0,25 m<sup>3</sup>
2. Waktu detensi (td) : Volume (m<sup>3</sup>)/Debit (m<sup>3</sup>/hari)  
: 0,25 m<sup>3</sup>/17,71 m<sup>3</sup>/hari  
: 0,014 hari : 0,339 jam
3. Kecepatan aliran (v) : debit (m<sup>3</sup>/hari)/ As (m<sup>2</sup>)  
: 17,71 m<sup>3</sup>/hari/ (0,5 x 0,5) m<sup>2</sup> x 1/86400  
: 0,00082 m/s
4. Sloope : kedalaman (m)/ panjang (m)  
: 1 m/0,5 m atau 1:2

Berdasarkan perhitungan, waktu detensi (td) IPAL Siwalan Wonokitri memenuhi kriteria desain. Kriteria desain waktu detensi inlet adalah <2 jam (Metcalf, 1991). Kecepatan aliran dan sloope

bak inlet tidak memenuhi kriteria desain. Kriteria desain slope bak inlet adalah 1:1 (Qasim, 1985). Kriteria desain kecepatan aliran pada bak inlet adalah 0,3-3 m/s (Qasim, 1985).

IPAL jenis konvensional merupakan penerapan dari sistem ABR (Gambar 4.17). IPAL ini menggunakan prinsip aliran *upflow reactor*. Air limbah yang masuk ke dalam kompartemen akan dialirkan dan meluap ke kompartemen selanjutnya. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian desain kompartemen IPAL Siwalan wonokitri dengan kriteria desain.

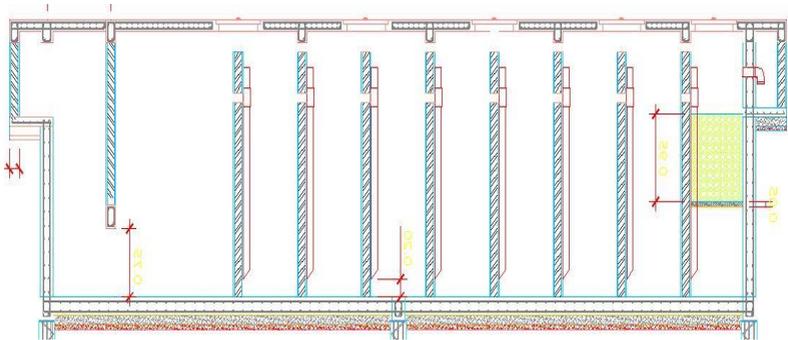
#### Dimensi kompartemen IPAL:

1. Debit puncak : 17,71 m<sup>3</sup>/hari atau 17712 L/hari
2. Panjang kompartemen : 0,4 meter
3. Lebar kompartemen : 2,5 meter
4. Jumlah kompartemen : 8 kompartemen
5. Kedalaman kompartemen : 2 meter  
Kedalaman air IPAL Kauman sehat : 0,96 meter  
Kedalaman minyak IPAL Kauman sehat : 0,01 meter

#### Perhitungan kompartemen IPAL

1. Volume kompartemen  
= panjang x lebar x kedalaman x jumlah  
= 0,4 m x 2,5 m x 2 m x 8 komp. = 16 m<sup>3</sup>
2. HRT Kompartemen = Volume kompartemen/Q<sub>peak</sub>  
= 16 m<sup>3</sup>/17,71 m<sup>3</sup>/hari  
= 0,9 hari atau 21,68 jam
3. As = panjang x lebar  
= 0,4 m x 2,5 m = 1 m<sup>2</sup>
4. V<sub>up</sub> = Q<sub>peak</sub>/As  
= (17,71 m<sup>3</sup>/hari / 1 m<sup>2</sup>) x (1/24) hari/jam  
= 0,738 m/jam

Berdasarkan hasil perhitungan, V<sub>up</sub> dari kompartemen IPAL Kauman Sehat telah memenuhi kriteria desain. Kriteria desain V<sub>up</sub> kurang dari 2 m/jam.



Gambar 4.17 Desain IPAL Konvensional

Kompartemen terakhir pada IPAL konvensional dilengkapi dengan *bio-filter* (Gambar 4.18). *Bio-filter* yang digunakan bermacam-macam seperti *bio-ball*, arang, dan batu bata. *Bio-filter* berguna untuk membantu menurunkan kandungan zat organik dalam air limbah. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian laju filtrasi pada media *bio-filter* dengan kriteria desain.

Dimensi media

1. Panjang : 0,4 meter
2. Lebar : 2,5 meter
3. Tinggi media : 0,95 meter
4. Debit air limbah: 17,71 m<sup>3</sup>/hari atau 17712 m<sup>3</sup>/jam

Perhitungan media

1. As : panjang x lebar  
: 0,4 m x 2,5 m : 1 m<sup>2</sup>
2. Laju filtrasi : (Debit / *Asurface*) x (1/24) hari/jam  
: (17,71 m<sup>3</sup>/hari / 1 m<sup>2</sup>) x (1/24) hari/jam  
: 0,738 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam

Berdasarkan perhitungan, laju filtrasi pada masing-masing *bio-filter* tidak memenuhi kriteria. Kriteria desain laju filtrasi untuk aliran *up-flow* adalah 5,04 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam-12,24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam (Reynolds, 1996).



Gambar 4.18 Filter IPAL Konvensional

Kemudian, air limbah akan dialirkan ke bak outlet. Bak outlet digunakan untuk mengontrol kualitas air limbah sebelum dibuang ke badan air. Berikut ini merupakan analisis kesesuaian desain bak outlet IPAL Siwalan wonokitri yang menggunakan sistem konvensional.

Dimensi bak outlet

1. Debit : 17,71 m<sup>3</sup>/hari
2. Panjang bak outlet : 0,5 meter
3. Lebar bak outlet : 0,5 meter
4. Kedalaman bak outlet : 1 meter

Perhitungan bak outlet

1. Waktu detensi (td) : volume (m<sup>3</sup>)/debit (m<sup>3</sup>/hari)  
 : (0,5 x 0,5 x 1) m<sup>3</sup>/ 17,71 m<sup>3</sup>/hari  
 : 0,014 hari atau 0,339 jam
2. Kecepatan aliran (v) : debit (m<sup>3</sup>/hari)/ As (m<sup>2</sup>)  
 : 17,71 m<sup>3</sup>/hari/ (0,5 x 0,5) m<sup>2</sup> x 1/86400  
 : 0,00082 m/s

IPAL konvensional memiliki ukuran yang berbeda-beda karena menyesuaikan dengan lokasi. IPAL konvensional terbuat dari beton dan tulangan besi. Dimensi dan detail ukuran dari IPAL konvensional didapatkan dari *detail engineering desain* (DED) pemilik perusahaan dan observasi lapangan. Berikut ini merupakan perhitungan kesesuaian desain IPAL Siwalan Wonokitri dengan kriteria desain.

### Dimensi bangunan IPAL

1. Debit puncak : 17,71 m<sup>3</sup>/hari
2. Panjang IPAL Siwalan W. : 4 meter
3. Lebar IPAL Siwalan W. : 2,5 meter
4. Kedalaman : 1,2 meter
5. [COD] Siwalan wonokitri : 200 mg/L
6. Densitas lumpur : 2,65 kg/L
7. Densitas air : 1 kg/L
8. Kadar solid : 4%
9. Kadar air : 96%
10. [TSS]in : 60 mg/L
11. [TSS]out : 30 mg/L

### Perhitungan IPAL Siwalan Wonokitri

1. Volume (m<sup>3</sup>) = Panjang x lebar x kedalaman  
= 4 m x 2,5 m x 1,2 m = 12 m<sup>3</sup>
2. *Hydraulic retention time* (HRT) (jam)  
= Volume (m<sup>3</sup>) / Q<sub>peak</sub> (m<sup>3</sup>/hari)  
= (12 m<sup>3</sup> / 17,712 m<sup>3</sup>/hari)  
= 0,68 hari = 16,26 jam
3. *Organic loading rate* (OLR) COD<sub>in</sub>  
OLR IPAL Siwalan W = COD<sub>in</sub> / HRT  
= (200 gr/m<sup>3</sup>) / 0,678 hari x 1/1000 kg/gr  
= 0,2952 kg.COD/m<sup>3</sup>.hari

#### 4. Produksi lumpur

Densitas lumpur ( $\rho$ )

$$\rho \text{ lumpur} = \frac{(\%solid \times \rho \text{ solid}) + (\%air \times \rho \text{ air})}{(\%solid + \%air)}$$
$$= \frac{(4\% \times 2,65) + (96\% \times 1)}{(4\% + 96\%)} = 1,06 \text{ kg/L}$$

Massa lumpur

$$= 1/\%lumpur \times ([TSS]_{in} - [TSS]_{out}) \times Q$$
$$= (1/4\%) \times (60 \text{ mg/L} - 30 \text{ mg/L}) \times 17712 \text{ L/hari} \times 10^{-6} \text{ kg/mg}$$
$$= 13,284 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Volume lumpur} = \text{massa lumpur} / \text{densitas lumpur}$$
$$= 13,284 \text{ kg/hari} / 1,06 \text{ kg/L}$$
$$= 12,46 \text{ L/hari} \text{ atau } 0,0125 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berikut ini Tabel 4.5 merupakan perbandingan kesesuaian IPAL sistem konvensional dengan kriteria desain.

**Tabel 4.5 Perbandingan kondisi eksisting sistem IPAL konvensional dengan kriteria desain**

No	Parameter	Satuan	Eksisting	Kriteria Desain	Ket.
1	HRT IPAL				
	Siwalan wonokitri	jam	16,26	>8	Memenuhi
	Sri rejeki XI		106,07		Memenuhi
2	Vup kompartemen				
	Siwalan wonokitri	m/jam	0,738	<2	Memenuhi
	Sri rejeki XI		0,311		Memenuhi
3	Kompartemen	unit	8	>4	Memenuhi
4	OLR COD				
	Siwalan wonokitri	kg.COD/ m <sup>3</sup> .hari	0,295	<3	Memenuhi
	Sri rejeki XI		0,403		Memenuhi

Berdasarkan hasil evaluasi masing-masing sistem IPAL, masih terdapat IPAL yang tidak sesuai dengan kriteria desain. IPAL dievaluasi menggunakan parameter HRT, Vup, jumlah kompartemen, dan OLR. Skor hasil evaluasi desain dan konstruksi delapan unit IPAL yang ada di Kabupaten Gresik terdapat pada Tabel 4.6. Berdasarkan Tabel 4.6, skor terendah adalah IPAL dengan sistem JSI sebesar 3. IPAL JSI memiliki jumlah kompartemen tidak lebih dari 4 sehingga tidak memenuhi kriteria desain.

**Tabel 4.6 Penilaian Hasil Evaluasi Kesesuaian Desain IPAL**

Sistem IPAL	No	Nama KPP	HRT	Vup	Kompartemen	OLR	Skor
			Jam	m/jam	Unit	Kg.COD/m <sup>3</sup> .hari	
JSI	A9	Peganden Sehat	105,73	0,362	4*	0,136	3
	A2	Higienis 2	138,66	0,276	4*	0,457	3
	A5	Jati	140,98	0,271	4*	0,089	3
Mode	B1	Kauman Sehat	150,56	0,174	12	0,478	4
	B3	Kramat Rahayu	162,70	0,161	12	0,065	4
Sanfab	C2	Telaga Abadi	56,308	0,625	13	0,818	4
Konvensional	D2	Siwalan Wonokitri	16,26	0,738	8	0,295	4
	D3	Sri Rejeki XI	106,07	0,311	8	0,403	4

\*tidak memenuhi kriteria desain

## B. Kualitas Efluen

Air limbah domestik memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung dari sumber air limbah tersebut. IPAL yang ada di Kabupaten Gresik merupakan IPAL yang sumber limbahnya berasal dari *grey water* dan *black water*. Hasil uji laboratorium sampel air limbah domestik dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik dari air limbah. Karakteristik tersebut menunjukkan kandungan polutan yang ada di dalam air limbah. Air limbah diuji menggunakan parameter pH, COD, BOD, Minyak dan lemak, Amonia, dan TSS. Berikut ini Tabel 4.7 dan 4.8 merupakan hasil pengujian dan karakteristik air limbah sebelum masuk kedalam bangunan IPAL.

**Tabel 4.7 Karakteristik Inlet Air Limbah Domestik Parameter pH, BOD, COD, dan TSS**

Sistem IPAL	No	Nama KPP	Ph	COD	BOD	TSS
				mg/L	mg/L	mg/L
JSI	A9	Peganden Sehat	7,92	600	247,90	2056
	A2	Higienis 2	7,04	2640	1129,43	2760
	A5	Jati	8,84	520	61,90	172
Mode	B1	Kauman Sehat	6,84	3000	1473,45	2036
	B3	Kramat Rahayu	7,28	440	43,36	2932
Sanfab	C2	Telaga Abadi	7,16	1920	1054,94	928
Konvensional	D2	Siwalan Wonokitri	8,74	200	31,20	60
	D3	Sri Rejeki XI	6,9	1780	641,06	1680

**Tabel 4.8 Karakteristik Inlet Air Limbah Domestik Parameter Amonia, Minyak dan Lemak**

Sistem IPAL	No	Nama KPP	Minyak dan lemak	Amonia
			mg/L	mg/L
JSI	A9	Peganden Sehat	3,98	89,98
	A2	Higienis 2	1,87	92,13
	A5	Jati	5,60	96,34
Mode	B1	Kauman sehat	6,82	100,03
	B3	Kramat Rahayu	3,46	104,85
Sanfab	C2	Telaga Abadi	9,47	99,01
Konvensional	D2	Siwalan Wonokitri	2,71	90,59
	D3	Sri Rejeki XI	4,15	98,7

Berdasarkan Tabel 4.7, air limbah domestik 8 unit IPAL di Kabupaten Gresik memiliki rentang nilai pH yang masuk dalam kategori netral yaitu 6-8. IPAL Jati memiliki pH tertinggi sebesar 8,84. IPAL Kauman Sehat memiliki pH terendah sebesar 6,84. Berdasarkan parameter BOD, COD, TSS, minyak dan lemak dari masing-masing *influent* IPAL dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu *low strength*, *medium strength*, dan *high strength*.

Parameter BOD IPAL Jati, IPAL Kramat Rahayu, dan IPAL Siwalan Wonokitri dikategorikan sebagai *low strength*. IPAL Peganden Sehat, IPAL Higienis, IPAL Sri Rejeki XI, IPAL Kauman Sehat, dan IPAL Telaga Abadi dikategorikan sebagai *high strength*. Berdasarkan nilai COD, seluruh IPAL masuk kedalam kategori *high strength* kecuali IPAL Siwalan Wonokitri. IPAL Siwalan Wonokitri masuk kedalam kategori *low strength*. Klasifikasi ini bertujuan untuk memenuhi *safety factor* dalam perencanaan IPAL 20 tahun kedepan sehingga efluennya memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan (Surya, 2015).

Variasi hasil pengujian dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya perbedaan jumlah debit yang masuk dalam IPAL. Debit yang relatif kecil dapat menyebabkan terjadinya *high strength* pada polutan yang terkandung di dalam air. Perbedaan aktivitas masyarakat disekitar IPAL juga menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik air limbah. Perawatan IPAL seperti pengurasan, pembersihan, dan lain sebagainya juga mempengaruhi karakteristik air limbah (Wijayaningrat, 2018).

Kualitas air limbah domestik dapat dilihat dari hasil uji karakteristik efluen IPAL dibandingkan dengan baku mutu air limbah domestik yang berlaku. Baku mutu air limbah yang digunakan adalah PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013 dan PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016. Uji karakteristik air limbah dilakukan di laboratorium pengolahan air teknik lingkungan ITS. Hasil uji karakteristik efluen masing-masing IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.9 sampai Tabel 4.16.

**Tabel 4.9 Karakteristik Air Limbah KPP Peganden Sehat**

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku mutu	Keterangan
1	BOD	mg/L	247,9	40,50	30 <sup>(a)(b)</sup>	Tidak memenuhi
2	COD	mg/L	600	80	50 <sup>(a)</sup>	Tidak memenuhi
3	TSS	mg/L	2056	20	30 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
4	pH		7,92	7,93	6-9 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
5	Minyak dan Lemak	mg/L	3,98	0,55	5 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
6	Amoniak	mg/l	89,98	88,95	10 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi

Sumber: <sup>(a)</sup>PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013; <sup>(b)</sup>PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016

**Tabel 4.10 Karakteristik Air Limbah KPP Higienis 2**

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku mutu	Keterangan
1	BOD	mg/L	1129,4	135,2	30 <sup>(a)(b)</sup>	Tidak memenuhi
2	COD	mg/L	2640	380	50 <sup>(a)</sup>	Tidak memenuhi
3	TSS	mg/L	2760	372	30 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi
4	pH		7,04	7,23	6-9 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
5	Minyak dan Lemak	mg/L	1,87	0,06	5 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
6	Amoniak	mg/l	92,13	76,54	10 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi

Sumber: <sup>(a)</sup>PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013; <sup>(b)</sup>PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016

**Tabel 4.11 Karakteristik Air Limbah KPP Jati**

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku mutu	Keterangan
1	BOD	mg/L	61,90	10,50	30 <sup>(a)(b)</sup>	Tidak memenuhi
2	COD	mg/L	520	40	50 <sup>(a)</sup>	Memenuhi
3	TSS	mg/L	172	144	30 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi
4	pH		8,84	7,84	6-9 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
5	Minyak dan Lemak	mg/L	5,60	3,93	5 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
6	Amoniak	mg/l	96,34	83,11	10 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi

Sumber: <sup>(a)</sup>PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013; <sup>(b)</sup>PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016

**Tabel 4.12 Karakteristik Air Limbah KPP Kauman Sehat**

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku mutu	Keterangan
1	BOD <sub>5</sub>	mg/L	1473,45	155,64	30 <sup>(a)(b)</sup>	Tidak memenuhi
2	COD	mg/L	3000	260	50 <sup>(a)</sup>	Tidak memenuhi
3	TSS	mg/L	2036	104	30 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi
4	pH		6,84	7,08	6-9 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
5	Minyak dan Lemak	mg/L	6,82	2,52	5 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
6	Amoniak	mg/l	100,03	84,75	10 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi

Sumber: <sup>(a)</sup>PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013; <sup>(b)</sup>PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016

**Tabel 4.13 Karakteristik Air Limbah KPP Kramat Rahayu**

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku mutu	Keterangan
1	BOD <sub>5</sub>	mg/L	43,36	4,70	30 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
2	COD	mg/L	440	240	50 <sup>(a)</sup>	Tidak memenuhi
3	TSS	mg/L	2932	24	30 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
4	pH		7,28	7,85	6-9 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
5	Minyak dan Lemak	mg/L	3,46	2,96	5 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
6	Amoniak	mg/l	104,85	76,65	10 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi

Sumber: <sup>(a)</sup>PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013; <sup>(b)</sup>PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016

**Tabel 4.14 Karakteristik Air Limbah KPP Telaga Abadi**

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku mutu	Keterangan
1	BOD <sub>5</sub>	mg/L	1054,94	94,44	30 <sup>(a)(b)</sup>	Tidak memenuhi
2	COD	mg/L	1920	300	50 <sup>(a)</sup>	Tidak memenuhi
3	TSS	mg/L	928	44	30 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi
4	pH		7,16	7,14	6-9 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
5	Minyak dan Lemak	mg/L	9,47	2,19	5 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
6	Amoniak	mg/l	99,01	84,95	10 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi

Sumber: <sup>(a)</sup>PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013; <sup>(b)</sup>PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016

**Tabel 4.15 Karakteristik Air Limbah KPP Siwalan Wonokitri**

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku mutu	Keterangan
1	BOD <sub>5</sub>	mg/L	31,20	27,30	30 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
2	COD	mg/L	200	160	50 <sup>(a)</sup>	Tidak memenuhi
3	TSS	mg/L	60	36	30 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi
4	pH		8,74	8,15	6-9 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
5	Minyak dan Lemak	mg/L	2,71	2,41	5 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
6	Amoniak	mg/l	90,59	84,24	10 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi

Sumber: <sup>(a)</sup>PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013; <sup>(b)</sup>PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016

**Tabel 4.16 Karakteristik Air Limbah KPP Sri Rejeki XI**

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku mutu	Keterangan
1	BOD <sub>5</sub>	mg/L	641,06	131,43	30 <sup>(a)(b)</sup>	Tidak memenuhi
2	COD	mg/L	1780	380	50 <sup>(a)</sup>	Tidak memenuhi
3	TSS	mg/L	1680	100	30 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi
4	pH		6,9	7,2	6-9 <sup>(a)(b)</sup>	Memenuhi
5	Minyak dan Lemak	mg/L	4,15	0,11	5 <sup>(b)</sup>	Memenuhi
6	Amoniak	mg/l	98,70	85,26	10 <sup>(b)</sup>	Tidak memenuhi

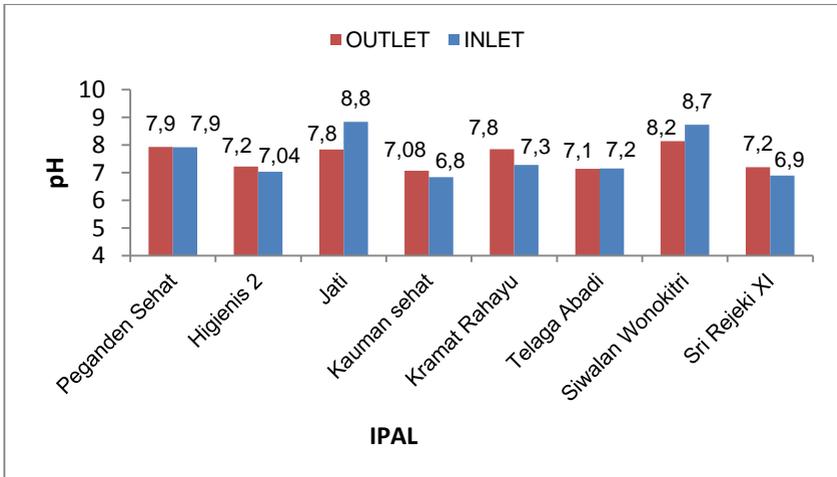
Sumber: <sup>(a)</sup>PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013; <sup>(b)</sup>PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016

Berdasarkan Tabel 4.9 sampai dengan Tabel 4.16, masih terdapat beberapa parameter yang belum memenuhi baku mutu dan tidak layak dibuang ke badan sungai. Air limbah yang tidak memenuhi baku mutu dan dibuang di air permukaan akan menyebabkan pencemaran pada badan air. Efluen IPAL yang tidak memenuhi baku mutu disebabkan oleh banyak faktor seperti

beban organik air limbah yang tinggi, kondisi bangunan dan operasional IPAL yang belum optimal, serta kurangnya perawatan. Selain itu, kandungan zat organik, minyak, dan lemak yang tinggi juga dapat menyebabkan tingginya kadar zat organik dalam efluen IPAL (Wijayaningrat, 2018).

## pH

pH merupakan nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air dan mencerminkan kesetimbangan asam maupun basa dalam limbah tersebut. Berikut ini merupakan perbandingan hasil uji parameter pH dari 8 unit IPAL (Gambar 4.19).

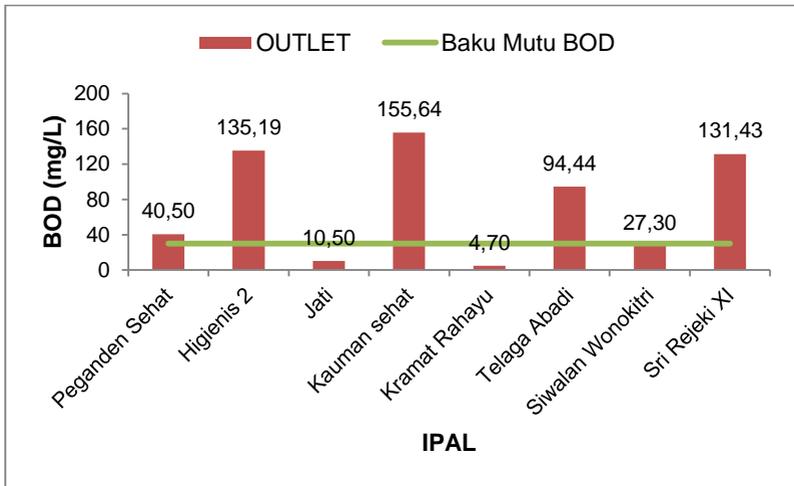


Gambar 4.19 pH Inlet dan Outlet Masing-masing IPAL

Dari Gambar 4.19 diatas menunjukkan bahwa nilai parameter IPAL untuk inlet dan outlet 8 unit IPAL masih berada diantara pH 6-9. Jadi, 8 unit IPAL telah memenuhi baku mutu PERGUB JATIM Nomor 72 Tahun 2013 dan PerMen LHK Nomor 68 Tahun 2016. Nilai pH pada masing-masing IPAL mengalami fluktuasi yang menandakan bahwa proses methanogenesis berjalan dengan baik (Mulia, 2015).

## Biochemical oxygen demand (BOD)

Berikut ini merupakan perbandingan hasil uji parameter BOD 8 unit IPAL yang ada di Kabupaten Gresik (Gambar 4.20).



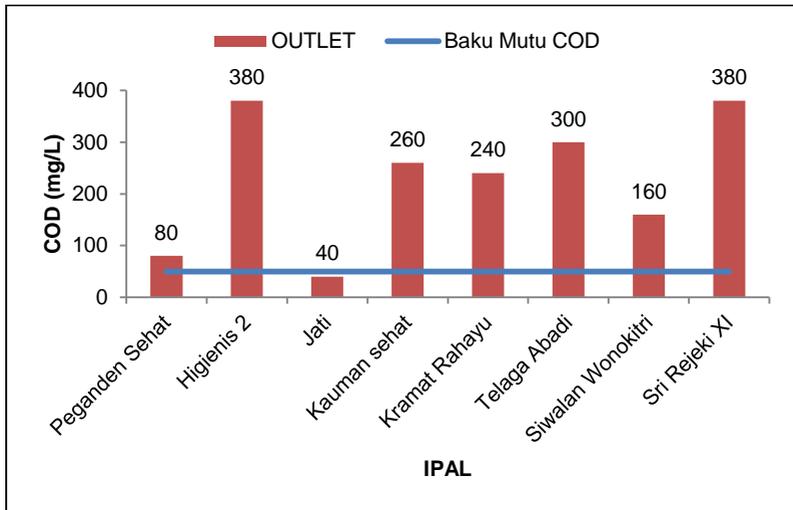
Gambar 4.20 Nilai BOD Masing-masing Outlet IPAL

Berdasarkan Gambar 4.20 hanya terdapat tiga unit IPAL yang parameter BODnya telah memenuhi baku mutu. IPAL yang telah memenuhi baku mutu adalah KPP Jati (JSI), KPP Kramat Rahayu (Mode), dan KPP Siwalan Wonokitri (konvensional). Nilai BOD paling tinggi adalah IPAL Kauman sehat sebesar 155,64 mg/L. Nilai BOD paling rendah adalah IPAL Kramat Rahayu sebesar 4,7 mg/L.

Semakin sulit kandungan zat organik dalam air diuraikan oleh mikroorganisme, maka semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk penguraian secara aerobik. Hal ini yang menyebabkan oksigen di dalam air limbah semakin berkurang dan nilai BOD menjadi tinggi (Daud, 2005). Selain itu, faktor perawatan dan aktivitas masyarakat juga berpengaruh terhadap besarnya nilai BOD yang ada pada air limbah.

## Chemical oxygen demand (COD)

Berikut ini merupakan perbandingan hasil uji parameter COD 8 unit IPAL yang ada di Kabupaten Gresik (Gambar 4.21).



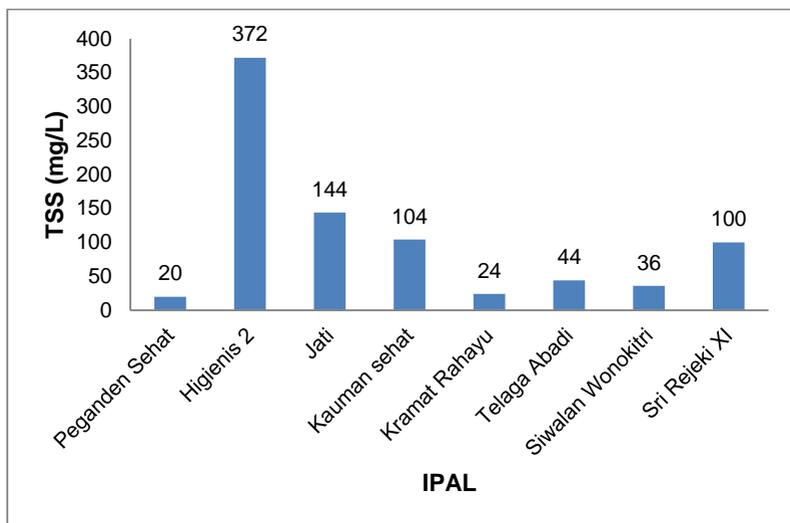
Gambar 4.21 Nilai COD Masing-masing Outlet IPAL

Berdasarkan Gambar 4.21 hanya terdapat satu unit IPAL yang parameter CODnya telah memenuhi baku mutu. IPAL yang telah memenuhi baku mutu adalah KPP Jati (JSI). Nilai COD paling tinggi adalah IPAL Higienis dan IPAL Sri rejeki XI sebesar 380 mg/L. Nilai COD paling rendah adalah IPAL Jati sebesar 40 mg/L.

Pengukuran kekuatan limbah dengan dengan COD adalah bentuk lain pengukuran kebutuhan oksigen dalam air limbah. Kandungan zat organik yang tinggi dan sulit diuraikan oleh mikroorganisme menyebabkan kandungan COD lebih tinggi. Diperlukan pembersihan dan perawatan secara berkala untuk menjaga zat organik yang masuk sehingga nilai COD tidak melebihi baku mutu (Gafur, 2015).

### **Total suspended solid (TSS)**

Berikut ini merupakan perbandingan hasil uji parameter TSS 8 unit IPAL yang ada di Kabupaten Gresik (Gambar 4.22).

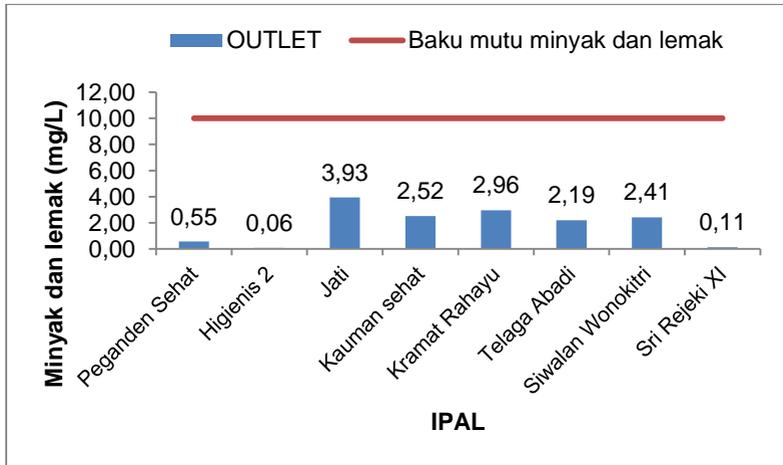


Gambar 4.22 Nilai TSS Masing-masing Outlet IPAL

Berdasarkan Gambar 4.22 hanya terdapat empat unit IPAL yang parameter TSSnya telah memenuhi baku mutu. IPAL yang telah memenuhi baku mutu adalah Peganden Sehat (JSI), Kramat Rahayu (Mode), Telaga Abadi (Sanfab), dan Siwalan Wonokitri (Konvensional). Nilai TSS paling tinggi adalah IPAL Higienis sebesar 372 mg/L. Nilai TSS paling rendah adalah IPAL Peganden Sehat sebesar 20 mg/L.

## Minyak dan Lemak

Berikut ini merupakan perbandingan hasil uji parameter minyak dan lemak 8 unit IPAL yang ada di Kabupaten Gresik (Gambar 4.23).

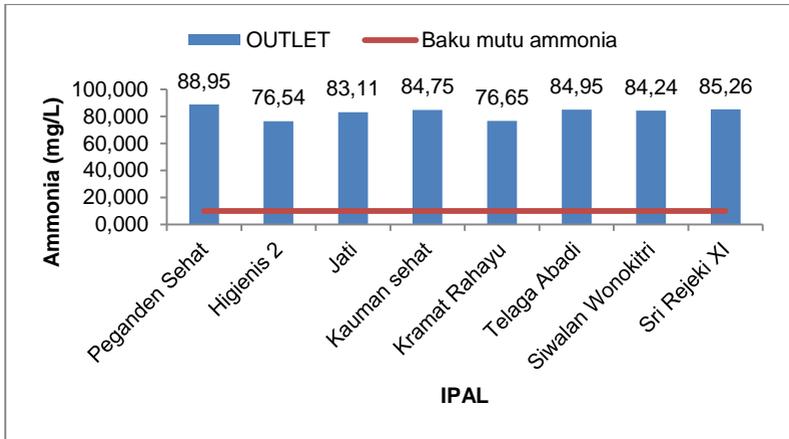


Gambar 4.23 Nilai Minyak dan Lemak Masing-masing Outlet IPAL

Berdasarkan Gambar 4.23, semua unit IPAL telah memenuhi baku mutu parameter minyak dan lemak. Nilai Minyak dan lemak paling tinggi adalah IPAL Jati (JSI) sebesar 3,93 mg/L. Nilai minyak dan lemak paling rendah adalah IPAL Higienis 2 sebesar 0,06 mg/L.

## Ammonia

Konsentrasi amonia yang tinggi menyebabkan amonia berubah menjadi nitrat dan menyebabkan kandungan oksigen berkurang, menimbulkan pertumbuhan akuatik yang tidak diinginkan, dan bersifat toksik terhadap ikan (Metcalf, 2003). Berikut ini merupakan perbandingan hasil uji parameter ammonia 8 unit IPAL yang ada di Kabupaten Gresik (Gambar 4.24).



Gambar 4.24 Nilai Ammonia Masing-masing Outlet IPAL

Berdasarkan Gambar 4.24, semua unit IPAL tidak ada yang memenuhi baku mutu parameter ammonia. Nilai ammonia paling tinggi adalah IPAL Peganden Sehat dan sebesar 3,93 mg/L. Nilai minyak dan lemak paling rendah adalah IPAL Higienis 2 sebesar 0,06 mg/L.

Tingginya konsentrasi amonia dalam air limbah disebabkan oleh reaksi nitrogen dan banyaknya jumlah pengguna IPAL. Semakin banyak pengguna IPAL, maka konsentrasi amonium akan semakin meningkat. Hal ini karena salah satu sumber amonia dalam air limbah adalah urin dan feses manusia. Senyawa amonium dan nitrit merupakan bentuk lain dari nitrogen anorganik. Nitrogen anorganik terdiri dari amonia ( $\text{NH}_3$ ), amonium ( $\text{NH}_4$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), dan nitrogen ( $\text{N}_2$ ). Lima siklus biogeokimia nitrogen adalah amonifikasi, nitrifikasi, asimilasi nitrogen, denitrifikasi, dan fiksasi nitrogen. Konsentrasi senyawa amonium dan nitrit dalam air dipengaruhi oleh proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Peningkatan kecepatan degradasi akan dapat dilakukan apabila dalam keadaan aerobik (Hastuti, 2011).

Masing-masing IPAL yang telah di evaluasi kualitas airnya akan diberikan skor sesuai dengan parameter yang memenuhi baku mutu. Hasil evaluasi kualitas air limbah delapan unit IPAL yang ada di Kabupaten Gresik terdapat pada Tabel 4.17.

**Tabel 4.17 Penilaian Hasil Kualitas Air Limbah IPAL**

Sistem IPAL	No	Nama KPP	Ph	COD	BOD	TSS	Minyak dan lemak	Amonia	Skor
			6-9	50	30	30	10	10	
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
JSI	A9	Peganden Sehat	7,93	80*	40,50*	20	0,55	88,954*	2
	A2	Higienis 2	7,23	380*	135,19*	372*	0,06	76,544*	2
	A5	Jati	7,84	40	10,50	144*	3,93	83,108*	2
Mode	B1	Kauman sehat	7,08	260*	155,64*	104*	2,52	84,749*	2
	B3	Kramat Rahayu	7,85	240*	4,70	24	2,96	76,646*	2
Sanfab	C2	Telaga Abadi	7,14	300*	94,44*	44*	2,19	84,954*	2
Konvensional	D2	Siwalan Wonokitri	8,15	160*	27,30	36*	2,41	84,236*	2
	D3	Sri Rejeki XI	7,2	380*	131,43*	100*	0,11	85,262*	2

\*tidak memenuhi baku mutu air limbah yang berlaku

Berdasarkan Tabel 4.17, seluruh IPAL memiliki nilai yang rendah yaitu 2. Hal ini karena seluruh efluen IPAL tidak memenuhi baku mutu lebih dari satu parameter. Dari Tabel 4.17, diketahui bahwa seluruh IPAL untuk parameter amonia tidak ada yang memenuhi. Sehingga diperlukan unit operasi tambahan untuk meningkatkan kinerja IPAL dalam meremoval kandungan amonia dalam air limbah. Unit operasi yang dapat ditambahkan untuk membantu proses removal amonia adalah *diffuser* dan kompresor untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air.

### C. Efisiensi penyisihan

IPAL merupakan unit yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar polutan yang ada dalam air limbah sehingga tidak mencemari lingkungan. Analisis efisiensi removal dari masing-masing unit IPAL digunakan untuk mengetahui kemampuan unit dalam menurunkan kandungan bahan pencemar yang masuk. Berikut ini merupakan efisiensi penguraian bahan organik berdasarkan uji laboratorium (Tabel 4.18 dan Tabel 4.19).

**Tabel 4.18 Efisiensi Removal Masing-masing Unit IPAL Parameter COD, BOD, dan TSS**

Sistem IPAL	No	Nama KPP	COD	BOD	TSS
JSI	A9	Peganden Sehat	87%	84%	99%
	A2	Higienis 2	86%	88%	87%
	A5	Jati	92%	83%	16%
Mode	B1	Kauman sehat	91%	89%	95%
	B3	Kramat Rahayu	45%	89%	99%
Sanfab	C2	Telaga Abadi	84%	91%	95%
Konvensional	D2	Siwalan Wonokitri	20%	13%	40%
	D3	Sri Rejeki XI	79%	79%	94%

**Tabel 4.19 Efisiensi Removal Masing-Masing Unit IPAL Parameter Minyak dan Amonia**

Sistem IPAL	No	Nama KPP	Minyak dan lemak	Amonia
JSI	A9	Peganden Sehat	86%	1%
	A2	Higienis 2	97%	17%
	A5	Jati	30%	14%
Mode	B1	Kauman sehat	63%	15%
	B3	Kramat Rahayu	14%	27%
Sanfab	C2	Telaga Abadi	77%	14%
Konvensional	D2	Siwalan Wonokitri	11%	7%
	D3	Sri Rejeki XI	97%	14%

Berdasarkan hasil uji laboratorium, terdapat beberapa IPAL yang tidak memenuhi baku mutu dalam meremoval air limbah. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor mulai dari perawatan yang tidak teratur, unit yang butuh perbaikan, dan kandungan zat organik yang terlalu tinggi di dalam air limbah. Tabel 4.20 merupakan efisiensi removal masing-masing parameter untuk setiap sistem IPAL.

**Tabel 4.20 Tabel Efisiensi Masing-masing IPAL**

Sistem IPAL	Efisiensi removal				
	BOD	COD	TSS	Minyak dan lemak	Amonia
JSI	70-95%	65-90%	11-90%	69-98% <sup>(1)</sup>	4-80% <sup>(2)</sup>
Mode	11-57% <sup>(1)</sup>	10-57% <sup>(1)</sup>	21-73% <sup>(1)</sup>	80% <sup>(1)</sup>	4-80% <sup>(2)</sup>
Sanfab	70-95%	65-90%	11-90%	69-98% <sup>(1)</sup>	4-80% <sup>(2)</sup>
Konvensional	11-57% <sup>(1)</sup>	10-57% <sup>(1)</sup>	21-73% <sup>(1)</sup>	80% <sup>(1)</sup>	4-80% <sup>(2)</sup>

Sumber: <sup>(1)</sup>Saputri, 2010; <sup>(2)</sup>Sarano, 2014

IPAL sistem JSI dan Sanfab menggunakan kriteria desain removal ABR. Hal ini karena IPAL tersebut merupakan modifikasi dari sistem ABR. IPAL dengan sistem Mode dan Konvensional menggunakan kriteria desain dari removal ABF. Hal ini karena sistem tersebut merupakan modifikasi dari ABF. Hasil efisiensi removal pengukuran kualitas air limbah akan dibandingkan dengan efisiensi removal kriteria desain dari masing-masing IPAL (Tabel 4.21). Masing-masing IPAL yang telah dibandingkan akan diberikan skor pada setiap parameternya (Tabel 4.22).

**Tabel 4.21 Perbandingan Masing-masing Parameter Efisiensi IPAL dengan Kriteria Desain**

Sistem IPAL	Nama KPP	BOD		COD		TSS	
		Eksisting	Kriteria	Eksisting	Kriteria	Eksisting	Kriteria
JSI	Peganden Sehat	84%	70-95%	87%	65-90%	99%	11-90%
	Higienis 2	88%	70-95%	86%	65-90%	87%	11-90%
	Jati	83%	70-95%	92%	65-90%	16%	11-90%
Mode	Kauman sehat	89%	11-57%	91%	10-57%	95%	21-73%
	Kramat Rahayu	89%	11-57%	45%	10-57%	99%	21-73%
Sanfab	Telaga Abadi	91%	65-90%	84%	65-90%	95%	11-90%
Konvensional	Siwalan Wonokitri	13%	10-57%	20%	10-57%	40%	21-73%
	Sri Rejeki XI	79%	10-57%	79%	10-57%	94%	21-73%

**Tabel 4.21 (Lanjutan) Perbandingan Masing-masing Parameter Efisiensi IPAL dengan Kriteria Desain**

Sistem IPAL	Nama KPP	Minyak dan lemak		Amonia	
		Eksisting	Kriteria	Eksisting	Kriteria
JSI	Peganden Sehat	86%	69-98%	1%	4-80%
	Higienis 2	97%	69-98%	17%	4-80%
	Jati	30%	69-98%	14%	4-80%
Mode	Kauman sehat	63%	80%	15%	4-80%
	Kramat Rahayu	14%	80%	27%	4-80%
Sanfab	Telaga Abadi	77%	69-98%*	14%	4-80%
Konvensional	Siwalan Wonokitri	11%	80%*	7%	4-80%
	Sri Rejeki XI	97%	80%*	14%	4-80%

**Tabel 4.22 Hasil Penilaian Evaluasi Efisiensi Removal**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>BOD</b>	<b>COD</b>	<b>TSS</b>	<b>Minyak dan lemak</b>	<b>Amonia</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tidak memenuhi	3
	Higienis 2	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	4
	Jati	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	4
Mode	Kauman sehat	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tidak memenuhi	Memenuhi	3
	Kramat Rahayu	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tidak memenuhi	Memenuhi	3
Sanfab	Telaga Abadi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	4
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tidak memenuhi	Memenuhi	3
	Sri Rejeki XI	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	4

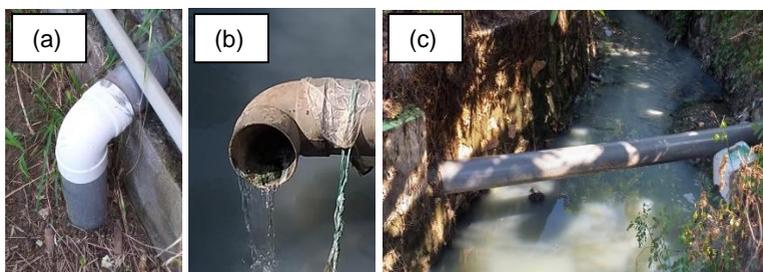
Berdasarkan Tabel 4.22, banyak IPAL yang efisiensi removalnya sesuai dengan kriteria desain. Sehingga dapat disimpulkan bahwa unit operasi dan proses dari bangunan IPAL beroperasi dengan baik namun tidak cocok untuk mengolah kandungan air limbah yang masuk. Hal ini dibuktikan dengan beberapa parameter kualitas air limbah hasil efluen IPAL yang tidak memenuhi baku mutu. Sehingga diperlukan unit tambahan untuk mengolah air limbah agar memenuhi baku mutu.

#### 4.3.1.2 Unit pendukung

Optimasi kinerja IPAL dalam desain tidak hanya dipengaruhi oleh bangunan IPAL, namun juga unit-unit pendukung. Unit-unit pendukung yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi pipa SPAL, manhole, dan bak kontrol. Kinerja IPAL akan dipengaruhi oleh kesesuaian desain SPAL, kesesuaian desain manhole, dan kesesuaian desain bak kontrol.

#### A. Kesesuaian desain SPAL

SPAL merupakan salah satu bagian dari sistem IPAL yang memiliki peran sangat penting. SPAL mengalirkan air limbah dari sambungan rumah menuju ke bangunan IPAL. SPAL dari delapan unit IPAL mengalirkan limbah *grey water* dan *black water*. Secara umum, pipa SPAL yang digunakan terbuat dari PVC dengan ukuran yang bermacam-macam (Gambar 4.25). PVC dipilih karena ringan, mudah disambung, dan biaya terjangkau.



Gambar 4.25 Pipa SPAL; (a) Inlet; (b) Outlet, dan; (c) Pipa Utama

Pipa SPAL pada delapan unit IPAL yang dievaluasi ada yang dapat diamati dan ada yang tidak. Pipa SPAL yang tidak dapat diamati ditimbun di dalam tanah. Pipa SPAL yang ditimbun di dalam tanah biasanya dilengkapi dengan manhole (Gambar 4.26, kiri). Pipa SPAL yang dapat diamati pada umumnya diletakkan di saluran drainase atau lorong rumah (Gambar 4.26, kanan). Hal ini dilakukan agar tidak mengganggu pengguna jalan dan mempengaruhi estetika lingkungan.



Gambar 4.26 Penanaman Pipa Utama SPAL

Berdasarkan kriteria desain yang tercantum dalam Peraturan Menteri PUPR Nomer 4 Tahun 2017, pipa SPAL harus dapat diamati dan memiliki manhole yang dapat dibuka (Tabel 4.23). Berikut ini pada Tabel 4.24 merupakan perbandingan kriteria desain pipa SPAL dengan implementasi di lapangan.

**Tabel 4.23 Kondisi Pipa SPAL**

Sistem IPAL	Nama KPP	Lokasi SPAL
JSI	Peganden Sehat	Di lorong
	Higienis 2	Tertimbun
	Jati	Tertimbun
Mode	Kauman sehat	Tertimbun
	Kramat Rahayu	Di saluran drainase
Sanfab	Telaga Abadi	Tertimbun
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Tertimbun
	Sri Rejeki XI	Tertimbun

**Tabel 4.24 Perbandingan SPAL Dengan Kriteria Desain**

<b>Parameter</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Realisasi</b>	<b>Persyaratan menurut peraturan*</b>	<b>Keterangan</b>
Bahan Pipa	Seluruh IPAL	PVC	PVC dan/atau semen	Memenuhi
Diameter Pipa	Peganden Sehat	Pipa utama : 150 mm; pipa persil dan pipa SR : 100 mm	Seluruh pipa memiliki ukuran minimal >100 mm	Memenuhi
	Higienis 2	Pipa utama dan persil : 165 mm; pipa SR : 144 mm		Memenuhi
	Jati	Pipa utama, persil, dan SR: 100 mm		Memenuhi
	Kauman sehat	Pipa utama dan persil : 165 mm; pipa SR : 144 mm		Memenuhi
	Kramat Rahayu	Pipa utama, persil, dan SR: 100 mm		Memenuhi
	Telaga Abadi	Pipa utama : 150 mm; pipa persil dan pipa SR : 100 mm		Memenuhi
	Siwalan Wonokitri	Pipa utama : 150 mm; pipa persil dan pipa SR : 100 mm		Memenuhi
	Sri Rejeki XI	pipa utama, persil, dan SR: 75 mm		Tidak memenuhi

\*) Peraturan Menteri PUPR Nomer 4 Tahun 2017

Berdasarkan Tabel 4.24, seluruh IPAL terbuat dari bahan PVC. IPAL Sri Rejeki XI merupakan IPAL yang memiliki diameter pipa kurang dari 100 mm. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomer 4 Tahun 2017, ukuran pipa minimal untuk air limbah sebesar 100 mm. Sehingga, IPAL Sri Rejeki XI tidak memenuhi kriteria diameter pipa. Masing-masing IPAL yang telah dievaluasi akan diberikan skor berdasarkan kesesuaian setiap parameternya (Tabel 4.25).

**Tabel 4.25 Hasil Penilaian Evaluasi Kesesuaian Desain SPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	4
	Higienis 2	4
	Jati	4
Mode	Kauman sehat	4
	Kramat Rahayu	4
Sanfab	Telaga Abadi	4
Konvensional	Siwalan Wonokitri	4
	Sri Rejeki XI	3

Berdasarkan Tabel 4.25, dari delapan IPAL yang diamati IPAL Sri Rejeki XI memiliki skor terendah dalam evaluasi kesesuaian desain SPAL.

## **B. Kesesuaian desain manhole**

Manhole atau bak inspeksi merupakan bangunan pelengkap dalam sistem IPAL yang digunakan untuk mengumpulkan dan memantau aliran air limbah. Sistem IPAL yang dilengkapi dengan manhole dapat dengan mudah di pantau apabila mengalami masalah. Dengan adanya manhole, apabila terjadi kebuntuan tidak perlu melakukan pembongkaran di sistem IPAL. Berikut ini merupakan daftar IPAL yang memiliki manhole dan kondisinya (Tabel 4.26).

**Tabel 4.26 Manhole Masing-masing IPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>No</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Manhole</b>	<b>Keterangan</b>
JSI	A9	Peganden Sehat	Tidak ada	
	A2	Higienis 2	Ada	Dapat dibuka
	A5	Jati	Ada	Dapat dibuka
Mode	B1	Kauman sehat	Ada	Dapat dibuka
	B3	Kramat Rahayu	Tidak ada	
Sanfab	C2	Telaga Abadi	Ada	Dapat dibuka
Konvensional	D2	Siwalan Wonokitri	Ada	Dapat dibuka
	D3	Sri Rejeki XI	Ada	Dapat dibuka

Hanya terdapat dua IPAL yang tidak dilengkapi dengan manhole. Namun, kedua IPAL tersebut telah dilengkapi dengan bak kontrol sebagai pengganti fungsi manhole. Secara umum, manhole terbuat dari beton dengan kedalaman kurang dari 1 meter. Perencanaan dan pembangunan manhole harus mengikuti kriteria desain yang ada di PerMen PUPR Nomer 4 Tahun 2017. Berikut ini pada Tabel 4.28 merupakan perbandingan kriteria desain dengan implementasi di lapangan.

Berdasarkan Tabel 4.28 seluruh IPAL yang memiliki manhole telah memenuhi kriteria desain jarak, kedalaman lubang inspeksi, dan bahan bak inspeksi. Berdasarkan hasil evaluasi, masing-masing IPAL akan diberikan skor (Tabel 4.27).

**Tabel 4.27 Hasil Penilaian Evaluasi Kesesuaian Desain Manhole**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	1
	Higienis 2	4
	Jati	4
Mode	Kauman sehat	4
	Kramat Rahayu	1
Sanfab	Telaga Abadi	4
Konvensional	Siwalan Wonokitri	4
	Sri Rejeki XI	4

**Tabel 4.28 Perbandingan Bangunan Manhole Dengan Kriteria Desain**

No	Parameter	Realisasi	Realisasi	Persyaratan menurut peraturan*	Keterangan
		IPAL			
1	Jarak	Peganden Sehat	-	<40 meter	-
		Higienis 2	10 meter		Memenuhi
		Jati	15-20 meter		Memenuhi
		Kauman sehat	8-9 meter		Memenuhi
		Kramat Rahayu	-		-
		Telaga Abadi	12 meter		Memenuhi
		Siwalan Wonokitri	5-20 meter		Memenuhi
		Sri Rejeki XI	1-15 meter		Memenuhi
2	Kedalaman lubang inspeksi	Peganden Sehat	-	>1 meter	-
		Higienis 2	0,4 meter		Memenuhi
		Jati	0,3 meter		Memenuhi
		Kauman sehat	0,15 meter		Memenuhi
		Telaga Abadi	0,2 meter		Memenuhi
		Siwalan Wonokitri	0,29 meter		Memenuhi
		Sri Rejeki XI	0,3 meter		Memenuhi

No	Parameter	Realisasi IPAL	Realisasi	Persyaratan menurut peraturan*	Keterangan
3	Bahan bak inspeksi	Higienis 2, Jati, Kauman Sehat, Telaga Abadi, Siwalan Wonokitri, dan Sri Rejeki XI	Dasar, dinding, permukaan, dan tutup manhole terbuat dari beton dan dapat dibuka	<p>a. Dasar bak inspeksi terbuat dari beton tanpa tulangan</p> <p>b. Dinding bak inspeksi terbuat dari pasangan batu</p> <p>c. Tutup bak inspeksi terbuat dari beton bertulang atau plat baja yang bisa dibuka dan ditutup</p> <p>d. Permukaan zat inspeksi dilengkapi dengan bingkai atau rangka dengan ketinggian 10 cm</p> <p>e. Bak inspeksi yang memiliki kedalaman lebih dari 1 meter dilengkapi dengan tangga</p>	Memenuhi

(\*)Peraturan Menteri PUPR Nomer 04 Tahun 2017

### C. Kesesuaian desain bak kontrol

Bak kontrol (Gambar 4.27) merupakan salah satu prasarana pendukung sistem pelayanan IPAL. Bak kontrol berfungsi untuk menahan sampah atau benda yang dapat menyumbat pipa pengumpulan air limbah. Bak kontrol terbuat dari beton dan terdapat di setiap sambungan rumah. Berikut ini merupakan bangunan pelengkap yang dimiliki oleh masing-masing IPAL (Tabel 4.29).



Gambar 4.27 Bak Kontrol

**Tabel 4.29 Bak Kontrol Pada Masing-masing IPAL**

Sistem IPAL	No	Nama KPP	Bak Kontrol
JSI	A9	Peganden Sehat	Ada
	A2	Higienis 2	Ada
	A5	Jati	Ada
Mode	B1	Kauman sehat	Tidak ada
	B3	Kramat Rahayu	Tidak ada
Sanfab	C2	Telaga Abadi	Tidak ada
Konvensional	D2	Siwalan Wonokitri	Tidak ada
	D3	Sri Rejeki XI	Tidak ada

Bak kontrol harus dibangun sesuai dengan kriteria desain yang tercantum dalam Peraturan Menteri PUPR Nomer 04 Tahun 2017. Berikut ini pada Tabel 4.30 merupakan perbandingan kriteria desain dengan implementasi di lapangan.

**Tabel 4.30 Perbandingan Bak Kontrol Di Lapangan Dengan Kriteria Desain**

<b>Parameter</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Realisasi</b>	<b>Persyaratan menurut peraturan*</b>	<b>Keterangan</b>
Luas permukaan Bak	Peganden Sehat	45x30	a. Ukuran bagian dalamnya 50x50 cm	Memenuhi
	Higienis 2	40x30		Memenuhi
	Jati	40x30		Memenuhi
Tutup bak kontrol	Peganden Sehat	Tutup plat dan dapat dibuka	b. Tutup plat beton dan dapat dibuka	Memenuhi
	Higienis 2	Tutup plat dan dapat dibuka		Memenuhi
	Jati	Tertimbun di dalam tanah		Tidak memenuhi
Kedalaman bak	Peganden Sehat	35 cm	c. 40-60 cm disesuaikan dengan kebutuhan kemiringan pipa persil yang masuk	Tidak memenuhi
	Higienis 2	37 cm		Tidak memenuhi
	Jati	30 cm		Tidak memenuhi

\*)Peraturan Menteri PUPR Nomer 04 Tahun 2017

Berdasarkan Tabel 4.30, diketahui bahwa seluruh IPAL yang dilengkapi dengan bak kontrol tidak memenuhi kriteria kedalaman bak. Rata-rata memiliki kedalaman bak kurang dari 40 cm padahal menurut PerMen PUPR Nomer 4 Tahun 2017 kedalaman bak kontrol ideal adalah 40-60 cm. Bak kontrol yang memiliki kedalaman kurang dari kriteria, dikhawatirkan akan meluap karena mengalami pendangkalan akibat pengendapan. Berikut ini pada Tabel 4.31 merupakan skor hasil penilaian evaluasi kesesuaian desain bak kontrol.

**Tabel 4.31 Penilaian Hasil Evaluasi Kesesuaian Desain Bak Kontrol**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	3
	Higienis 2	3
	Jati	2
Mode	Kauman sehat	1
	Kramat Rahayu	1
Sanfab	Telaga Abadi	1
Konvensional	Siwalan Wonokitri	1
	Sri Rejeki XI	1

### **4.3.2 Pemeliharaan**

#### **4.3.2.1 IPAL**

Pemeliharaan perlu dilakukan untuk menjaga efektifitas dari sistem IPAL. Pemeliharaan bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang ada di IPAL agar dapat segera diatasi dengan baik. Pemeliharaan yang dilakukan pada IPAL meliputi kondisi IPAL, frekuensi pemantauan, dan permasalahan yang terjadi pada IPAL.

#### **A. Kondisi IPAL**

Hasil pemantauan dan pemeliharaan tentang kondisi IPAL dapat dibedakan menjadi empat, yaitu: rusak dan tidak beroperasi, tidak beroperasi, kadang-kadang beroperasi, dan beroperasi dengan baik. IPAL rusak dan tidak beroperasi berarti bangunan IPAL mengalami permasalahan serius seperti bocor sehingga

tidak dapat mengolah air limbah. IPAL tidak beroperasi berarti bangunan IPAL tidak mengalami masalah namun tidak ada air limbah yang masuk. Tidak ada air limbah yang masuk dapat disebabkan oleh tidak adanya sambungan rumah atau IPAL memang sengaja tidak dioperasikan. IPAL dengan kriteria beroperasi kadang-kadang yaitu bangunan IPAL dalam keadaan baik, namun aliran yang masuk tidak kontinyu. Hal ini dapat terjadi pada IPAL yang menggunakan sistem pompa. Air limbah ditampung terlebih dahulu dalam bak ekuaisasi, kemudian dialirkan ke IPAL pada hari-hari tertentu. IPAL dengan kriteria beroperasi dengan baik adalah IPAL dalam kondisi baik dan mengolah air limbah setiap hari.

Kondisi IPAL dapat diketahui dengan wawancara langsung kepada pihak yang memonitor dan observasi lapangan. Berikut ini Tabel 4.32 merupakan keterangan kondisi dari delapan IPAL yang diamati.

**Tabel 4.32 Kondisi IPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Kondisi</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	Beroperasi dengan baik	4
	Higienis 2	Beroperasi dengan baik	4
	Jati	Beroperasi dengan baik	4
Mode	Kauman sehat	Beroperasi dengan baik	4
	Kramat Rahayu	Beroperasi dengan baik	4
Sanfab	Telaga Abadi	Beroperasi dengan baik	4
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Beroperasi dengan baik	4
	Sri Rejeki XI	Beroperasi dengan baik	4

Pemeliharaan kondisi IPAL dilakukan oleh KPP dan DPUTR UPT. PAL Kabupaten Gresik. Berdasarkan Tabel 4.32, diketahui bahwa delapan unit IPAL yang diamati dalam kondisi beroperasi dengan baik. IPAL yang berada dalam kondisi baik harus tetap dilakukan pemantauan secara berkala. Pemantauan dilakukan untuk mencegah terjadinya masalah dan penurunan efektifitas dari sistem IPAL.

## B. Frekuensi pemantauan

Sistem bangunan IPAL harus dilakukan perawatan dan pemeliharaan agar dapat bekerja secara efektif. IPAL eksisting dipantau dan dirawat oleh KPP yang bekerjasama dengan dinas pekerjaan umum Kabupaten Gresik. Pemantauan yang dilakukan memiliki frekuensi yang berbeda-beda. Berikut ini Tabel 4.33 merupakan frekuensi monitoring dan skor delapan unit IPAL yang diamati.

**Tabel 4.33 Frekuensi Monitor Dan Pemeliharaan IPAL**

Sistem IPAL	Nama KPP	Frekuensi Monitor dan Pemeliharaan	Skor
JSI	Peganden Sehat	Satu bulan sekali	4
	Higienis 2	Satu bulan sekali	4
	Jati	Satu bulan sekali	4
Mode	Kauman sehat	Tidak teratur	2
	Kramat Rahayu	Tidak teratur	2
Sanfab	Telaga Abadi	Tidak teratur	2
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Satu bulan sekali	4
	Sri Rejeki XI	Satu bulan sekali	4

Berdasarkan Tabel 4.33, seluruh IPAL telah dilakukan pemantauan. Namun masih ada IPAL yang pemantauannya dilakukan secara tidak teratur. Pemantauan secara tidak teratur berarti petugas datang dan melakukan pengecekan tidak dalam waktu yang pasti (Gambar 4.28). Pemantauan yang tidak teratur, dapat menyebabkan IPAL bermasalah.



Gambar 4.28 Petugas Melakukan Pengecekan IPAL

Masalah yang sering terjadi di bangunan IPAL adalah meluapnya air pada bangunan IPAL saat hujan. Meluapnya air pada bangunan IPAL disebabkan karena masuknya air hujan kedalam bangunan IPAL. Air hujan yang berlebihan membuat IPAL tidak dapat menampung dan kemudian meluap. Berikut ini merupakan daftar IPAL dan permasalahan yang pernah terjadi di bangunan IPAL (Tabel 4.34).

**Tabel 4.34 Frekuensi IPAL Meluap Yang Pernah Terjadi**

Sistem IPAL	Nama KPP	IPAL meluap (kali/tahun)
JSI	Peganden Sehat	2
	Higienis 2	Tidak pernah
	Jati	Tidak pernah
Mode	Kauman sehat	Tidak pernah
	Kramat Rahayu	Setiap hujan
Sanfab	Telaga Abadi	4
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Tidak pernah
	Sri Rejeki XI	Tidak pernah

Berdasarkan Tabel 4.34, diketahui bahwa IPAL Kramat Rahayu selalu meluap setiap hujan. Berdasarkan hasil observasi lapangan, IPAL Kramat Rahayu mengalami peluapan karena lokasi IPAL yang sangat rendah dan berada di dekat saluran air hujan (Gambar 4.29). Pada saat hujan, air hujan akan masuk ke dalam bak inlet dan celah-celah manhole. Air hujan dapat masuk karena penutup bak inlet dan manhole tidak rapat dan ada yang rusak.



Gambar 4.29 IPAL Kramat Rahayu

### C. Pemantau

Pemeliharaan IPAL merupakan kewajiban dari berbagai pihak. Pemeliharaan IPAL dapat dilakukan oleh DPUTR, KPP, dan masyarakat. Berikut ini Tabel 4.35 merupakan daftar pemantau dan skor pada masing-masing lokasi IPAL di Kabupaten Gresik.

**Tabel 4.35 Daftar Pemantau Masing-masing IPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Pemantau</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	DPUTR dan KPP	3
	Higienis 2	DPUTR, KPP, dan masyarakat	4
	Jati	DPUTR	2
Mode	Kauman sehat	DPUTR dan KPP	3
	Kramat Rahayu	DPUTR	2
Sanfab	Telaga Abadi	DPUTR dan KPP	3
Konvensional	Siwalan	DPUTR, KPP, dan masyarakat	4
	Wonokitri	DPUTR, KPP, dan masyarakat	4

Berdasarkan Tabel 4.35, seluruh IPAL dipantau secara berkala oleh DPUTR. KPP juga ikut berpartisipasi dalam pemeliharaan IPAL. Berdasarkan Tabel 4.35, hanya tiga lokasi IPAL yang melibatkan masyarakat dalam pemeliharaan bangunan IPAL. Berdasarkan PerMen PU Nomer 4 Tahun 2017, pembangunan IPAL merupakan pembangunan berbasis masyarakat. Sehingga, apabila masyarakat terlibat secara aktif dalam pemeliharaan IPAL maka semakin baik.

#### 4.3.2.2 Unit pendukung

Selain IPAL, pemantauan harus dilakukan pada unit-unit pendukung IPAL. Hal ini karena efektivitas bangunan IPAL juga dipengaruhi oleh kinerja unit-unit pendukung. Unit-unit pendukung yang akan diamati pada penelitian ini adalah manhole dan bak kontrol. Pemantauan dilakukan untuk mengetahui kondisi dari unit pendukung. Frekuensi pemantauan juga mempengaruhi kinerja unit pendukung, karena semakin sering dilakukan pemantauan maka penyebab masalah dapat diminimalisir.

## A. Kondisi unit pendukung

Unit pendukung dibutuhkan untuk meningkatkan efektifitas IPAL. Unit pelengkap yang ada di sistem IPAL antara lain manhole dan bak kontrol. Menurut Peraturan Menteri Nomer 4 Tahun 2017, unit pendukung wajib dimiliki oleh setiap sistem IPAL. IPAL yang tidak memiliki unit pendukung tidak dapat beroperasi secara maksimal, karena masing-masing unit pendukung memiliki fungsi tertentu yang saling berhubungan. Berikut ini pada Tabel 4.36, unit pendukung yang ada di masing-masing IPAL yang diamati.

**Tabel 4.36 Daftar Unit Pendukung Pada Masing-masing IPAL**

Sistem IPAL	Nama KPP	Manhole	Bak kontrol
JSI	Peganden Sehat	-	Ada
	Higienis 2	Ada	Ada
	Jati	Ada	Ada
Mode	Kauman sehat	Ada	-
	Kramat Rahayu	-	-
Sanfab	Telaga Abadi	Ada	-
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Ada	-
	Sri Rejeki XI	Ada	-

Berdasarkan Tabel 4.36, terdapat IPAL yang tidak memiliki unit pendukung. IPAL Jati memiliki unit pendukung manhole dan bak kontrol. IPAL Kramat Rahayu tidak memiliki unit pendukung sama sekali dalam sistem IPALnya. IPAL yang tidak memiliki unit pendukung memiliki potensi terjadi masalah lebih besar. Selain itu, IPAL yang memiliki unit pendukung manhole, harus memiliki tutup yang dapat dibuka. Tutup manhole yang dapat dibuka, digunakan untuk penggelontoran dan pengecekan saluran pipa apabila mengalami kebuntuan. Tabel 4.26 merupakan daftar kondisi manhole di masing-masing bangunan IPAL yang ada di Kabupaten Gresik. Berdasarkan hasil observasi, berikut ini pada Tabel 4.37 merupakan skor kondisi unit pendukung masing-masing IPAL di Kabupaten Gresik.

**Tabel 4.37 Hasil Penilaian Kondisi Unit Pendukung**

Sistem IPAL	Nama KPP	Skor
JSI	Peganden Sehat	2
	Higienis 2	4
	Jati	4
Mode	Kauman sehat	3
	Kramat Rahayu	1
Sanfab	Telaga Abadi	3
Konvensional	Siwalan Wonokitri	3
	Sri Rejeki XI	3

## B. Frekuensi pemantauan

Unit pendukung harus dapat diamati dan dimonitor secara berkala. Tabel 4.38 merupakan frekuensi monitoring unit pendukung yang dilakukan di delapan unit IPAL Kabupaten Gresik.

**Tabel 4.38 Frekuensi Monitor Unit Pendukung**

Sistem IPAL	Nama KPP	Frekuensi Monitor dan Pemeliharaan	Skor
JSI	Peganden Sehat	Satu bulan sekali	4
	Higienis 2	Tidak pernah	1
	Jati	Tidak pernah	1
Mode	Kauman sehat	Tidak teratur	2
	Kramat Rahayu	Tidak pernah	1
Sanfab	Telaga Abadi	Tidak pernah	1
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Tidak pernah	1
	Sri Rejeki XI	Tidak pernah	1

Berdasarkan Tabel 4.38 banyak IPAL yang tidak melakukan monitoring dan perawatan unit pendukung. Unit pendukung tidak dilakukan monitoring karena banyak dan terletak di setiap sambungan rumah. Unit pendukung dianggap sebagai tanggung jawab masing-masing pemilik sambungan rumah. Sebagai upaya menghindari tidak terkontrolnya bangunan pelengkap, perlu dilakukan penjadwalan rutin monitoring unit pendukung.

### C. Pemantau

Monitoring unit pendukung dapat dilakukan oleh beberapa pihak. Pihak yang dilibatkan dalam monitoring IPAL adalah DPUTR UPT.PAL, KPP, dan masyarakat. Berikut ini Tabel 4.39 merupakan pihak yang melakukan pemantauan unit pendukung di IPAL Kabupaten Gresik.

**Tabel 4.39 Pihak Pemantau Bangunan Pelengkap IPAL**

Sistem IPAL	Nama KPP	Pemantau	Skor
JSI	Peganden Sehat	KPP dan masyarakat	4
	Higienis 2	Tidak pernah	1
	Jati	Tidak pernah	1
Mode	Kauman sehat	KPP dan masyarakat	4
	Kramat Rahayu	Tidak pernah	1
Sanfab	Telaga Abadi	Tidak pernah	1
Konvensional	Siwalan	Tidak pernah	1
	Wonokitri		
	Sri Rejeki XI	Tidak pernah	1

Berdasarkan Tabel 4.39, diketahui bahwa pemantauan unit pendukung biasanya dilakukan oleh KPP dan masyarakat. Masyarakat dan KPP melakukan pemantauan karena unit pendukung terletak di setiap sambungan rumah. Sehingga, masyarakat menganggap perawatan unit pendukung merupakan tanggung jawab dari pemilik sambungan rumah.

#### 4.4 Analisis Aspek Non-Teknis

Selain aspek teknis seperti bangunan dan pemeliharaannya, terdapat aspek lain yang mempengaruhi kinerja IPAL. Aspek lain yang berpengaruh terhadap kinerja IPAL adalah aspek non-teknis. Aspek non-teknis meliputi keterlibatan dan wawasan. Pihak-pihak yang berpengaruh terhadap aspek non-teknis adalah masyarakat dan KPP.

#### **4.4.1 Keterlibatan**

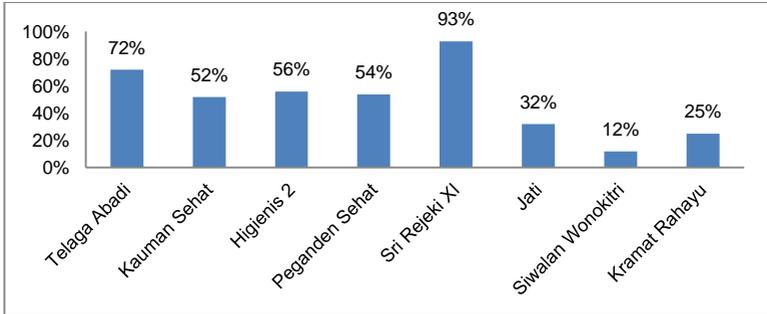
##### **4.4.1.1 Masyarakat**

Pembangunan IPAL yang dilakukan oleh DPUTR menggunakan pendekatan pemberdayaan masyarakat. Melalui program ini diharapkan masyarakat terlibat secara langsung dan aktif. Masyarakat diharapkan memegang peranan penting dalam kesuksesan penyelenggaraan program. Masyarakat diharapkan terlibat secara aktif dalam perawatan, pembayaran, dan penanggulangan masalah IPAL.

#### **A. Perawatan**

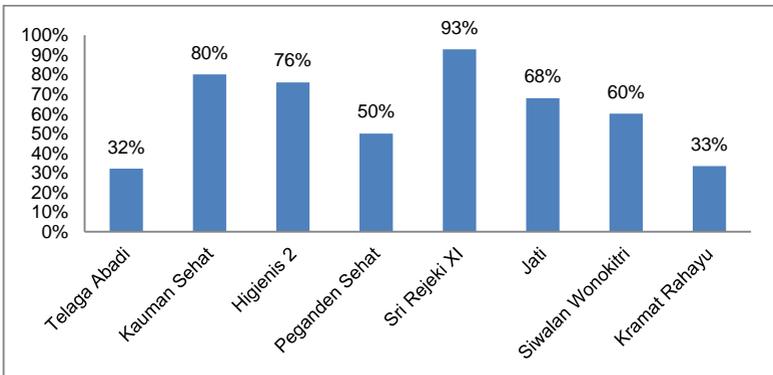
Program pembangunan IPAL berbasis masyarakat dikatakan berhasil apabila masyarakat berperan aktif. Masyarakat sebaiknya terlibat dalam setiap kegiatan perawatan seperti penggelontoran, pengurusan, dan pengecekan. Penggelontoran merupakan penyiraman air dalam saluran IPAL apabila saluran IPAL tidak dapat melakukan *self cleaning*. Pengurusan merupakan salah satu perawatan dengan cara membersihkan IPAL maupun bangunan pelengkap IPAL yang memiliki lumpur atau kotoran berlebih. Pengecekan merupakan pemantauan berkala sistem IPAL yang meliputi pipa, manhole, bangunan IPAL, dan bangunan pelengkap.

Perawatan dilakukan secara teratur pada setiap sistem IPAL mulai dari SPAL, bangunan IPAL, dan bangunan pelengkap. Berikut ini merupakan persentase masyarakat yang terlibat dalam setiap kegiatan perawatan IPAL (Gambar 4.30 sampai 4.31).



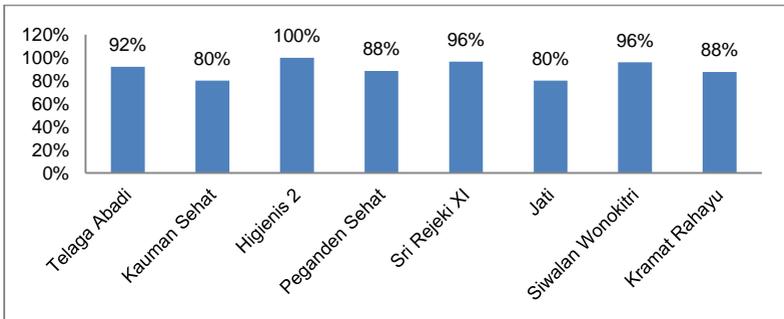
Gambar 4.30 Persentase masyarakat yang terlibat penggelontoran di setiap IPAL

Berdasarkan Gambar 4.30, keterlibatan masyarakat yang paling tinggi untuk penggelontoran pada KPP Sri Rejeki XI sebanyak 26 orang dari 28 orang (93%). Keterlibatan masyarakat dalam penggelontoran terendah terjadi pada KPP Siwalan Wonokitri sebanyak 3 orang dari 25 orang (12%). Siwalan Wonokitri memiliki tingkat partisipasi yang rendah dalam penggelontoran karena elevasi IPAL rendah dan IPAL dapat melakukan *self cleansing* tanpa dilakukan penggelontoran. Sedangkan partisipasi masyarakat dalam pengurusan IPAL dapat dilihat pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Persentase masyarakat yang terlibat pengurusan IPAL

Berdasarkan Gambar 4.31, keterlibatan masyarakat dalam pengurusan yang paling tinggi adalah KPP Sri Rejeki XI sebanyak 26 orang dari 28 orang (93%). Keterlibatan masyarakat dalam pengurusan terendah terjadi pada KPP Telaga Abadi sebanyak 8 dari 25 orang (32%). Telaga Abadi memiliki tingkat partisipasi yang rendah dalam pengurusan karena IPAL diberikan bakteri yang berperan untuk mendegradasi lumpur tinja pada IPAL. Bakteri tersebut memakan subsrat yang ada di IPAL sehingga waktu pengurusan IPAL lebih lama. Partisipasi masyarakat dalam pemantauan IPAL dapat dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Partisipasi Masyarakat Dalam Pemantauan IPAL

Berdasarkan Gambar 4.32, diketahui bahwa rata-rata persentase masyarakat di delapan lokasi IPAL yang berpartisipasi dalam pemantauan IPAL adalah diatas 80%. Pemantauan yang dilakukan masyarakat meliputi pemantauan pipa SPAL, manhole, bangunan IPAL, dan bangunan pelengkap lainnya.

Berdasarkan hasil evaluasi yang didapatkan dari kuisioner, IPAL Higienis 2 merupakan IPAL yang memiliki tingkat partisipasi tinggi dalam perawatan IPAL. Masyarakat IPAL Higienis 2 yang berpartisipasi dalam pemantauan sebanyak 25 dari 25 orang (100%). Partisipasi yang baik dari masyarakat membuat IPAL berjalan secara efektif untuk menurunkan zat-zat organik. Berikut ini merupakan skor penilaian untuk IPAL-IPAL yang berpartisipasi dalam perawatan IPAL (Tabel 4.40).

**Tabel 4.40 Hasil Penilaian Partisipasi Masyarakat Dalam Perawatan IPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	4
	Higienis 2	4
	Jati	4
Mode	Kauman sehat	4
	Kramat Rahayu	4
Sanfab	Telaga Abadi	4
Konvensional	Siwalan Wonokitri	4
	Sri Rejeki XI	4

Berdasarkan Tabel 4.40, masyarakat di delapan lokasi IPAL pernah terlibat dalam setiap kegiatan perawatan. Keterlibatan masyarakat dalam perawatan IPAL sangat penting karena menentukan keberhasilan dari pembangunan IPAL berbasis masyarakat. Semakin banyak masyarakat yang terlibat dalam perawatan IPAL, maka semakin baik kinerja dari IPAL tersebut.

## **B. Pembayaran**

Pembayaran atau iuran masyarakat penting karena hasil pembayaran akan digunakan untuk pengoperasian dan perawatan IPAL. Iuran atau pembayaran setiap daerah berbeda-beda. Iuran atau pembayaran bersifat sukarela dan tergantung tingkat kemauan dan kemampuan masyarakat yang menyumbang IPAL. Pada umumnya iuran atau pembayaran digunakan untuk pembangunan, penyedotan, pergantian alat rusak, dan perawatan IPAL. Berikut ini pada Tabel 4.41 merupakan iuran atau pembayaran yang dilakukan di delapan IPAL di Kabupaten Gresik.

**Tabel 4.41 Iuran atau Pembayaran IPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Frekuensi pembayaran</b>	<b>Nominal</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	Teratur, 1 bulan sekali	Rp 2.000	4
	Higienis 2	Teratur, 1 bulan sekali	Rp 5.000	4
	Jati	Tidak ada	Rp 0	1
Mode	Kauman sehat	Teratur, 1 bulan sekali	Rp 3.000	4
	Kramat Rahayu	Teratur, 1 bulan sekali	Rp 5.000	4
	Sanfab	Telaga Abadi	Teratur, 1 bulan sekali	Rp 5.000
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Teratur, 1 bulan sekali	Rp 2.000	4
	Sri Rejeki XI	Teratur, 1 bulan sekali	Rp 2.000	4

Berdasarkan Tabel 4.41, seluruh IPAL kecuali IPAL Jati melakukan pembayaran atau iuran secara terjadwal selama satu bulan sekali. IPAL Jati tidak melakukan penarikan iuran atau pembayaran karena biaya pengoperasian dan pengurusan diambilkan dari kas RT. Hal ini karena masyarakat diawal telah sepakat untuk tidak dibebankan biaya operasional dan perawatan. IPAL Siwalan wonokitri melakukan pembayaran rutin setiap bulannya sebanyak Rp.2000. Namun, uang pembayaran tersebut tidak dilakukan penarikan secara langsung melainkan menggunakan sistem bank sampah. Masyarakat menukarkan sampah mereka ke pada pihak bank sampah, dan petugas bank sampah akan mencatatnya. Setiap bulan masyarakat penyambung IPAL yang tergabung dalam bank sampah akan dikenakan potongan Rp.2000 sebagai biaya operasional dan perawatan IPAL. Metode ini dinilai sangat baik, karena masyarakat tidak merasa terbebani dan berkelanjutan.

### C. Penanganan Masalah

IPAL yang telah beroperasi telah memberikan dampak dan perubahan di masyarakat. Dampak yang diberikan bermacam-macam mulai dari perubahan perilaku dari masyarakat yang semula melakukan BABS menjadi tidak. Dalam operasinya, IPAL juga pernah mengalami permasalahan. Permasalahan IPAL ada yang berdampak langsung dan tidak langsung bagi masyarakat penyambung. Permasalahan IPAL yang berdampak langsung bagi masyarakat adalah kebuntuan, bocor, dan bau.

Permasalahan-permasalahan yang terjadi di IPAL disebabkan oleh banyak faktor. Kebuntuan dapat disebabkan oleh masuknya sampah atau zat pengotor kedalam sistem SPAL sehingga mengganggu aliran air limbah. Kebocoran dapat disebabkan oleh kurangnya perawatan dari sistem IPAL. Bau disebabkan oleh kurangnya penggelontoran. Berikut ini Tabel 4.42 merupakan permasalahan IPAL yang terjadi di masyarakat.

**Tabel 4.42 Permasalahan IPAL Di Masyarakat**

Sistem IPAL	Nama KPP	Permasalahan (kali/thn)			Skor
		Buntu	Bocor	Bau	
JSI	Peganden Sehat	2	0	6	2
	Higienis 2	2	1	9	1
	Jati	0	1	11	2
Mode	Kauman Sehat	2	0	8	2
	Kramat Rahayu	7	0	5	2
Sanfab	Telaga Abadi	2	0	2	2
Konvensional	Siwalan Wonokitri	2	1	8	1
	Sri Rejeki XI	0	1	19	2

Berdasarkan Tabel 4.42, permasalahan yang sering terjadi hampir di seluruh IPAL adalah bau. IPAL yang sering mengalami masalah bau adalah IPAL Jati dan IPAL Sri Rejeki XI. Banyak hal yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak bau pada sistem IPAL salah satunya adalah penggelontoran. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi permasalahan IPAL yang terjadi adalah melakukan monitoring secara berkala. Selain itu, sosialisasi kepada masyarakat juga diperlukan. Sosialisasi

diperlukan agar masyarakat juga ikut merawat dan menjaga IPAL. Sosialisasi dapat dilakukan dengan metode wawancara maupun penempelan stiker-stiker di setiap penyambung (Gambar 4.33).



Gambar 4.33 Stiker Himbuan Perawatan IPAL

#### 4.4.1.2 KPP

Kelompok pemanfaat dan pengelola (KPP) merupakan kader masyarakat yang dipercaya untuk mengoperasikan dan merawat IPAL. KPP berperan mengajak dan mendorong masyarakat untuk berperan aktif dalam merawat dan menjaga IPAL. KPP memiliki peran yang besar mulai dari pengoperasian, perawatan, dan pembuatan peraturan/SOP.

##### A. Pengoperasian

Peran utama KPP adalah memastikan bahwa IPAL beroperasi dan tidak mengalami gangguan (PerMen PUPR Nomor 47 Tahun 2015). Dalam menjalankan peran tersebut, KPP pada umumnya memiliki struktur organisasi. Namun, apabila partisipasi dan ketertarikan masyarakat rendah terhadap IPAL maka pengoperasian IPAL dapat dijalankan oleh perorangan.

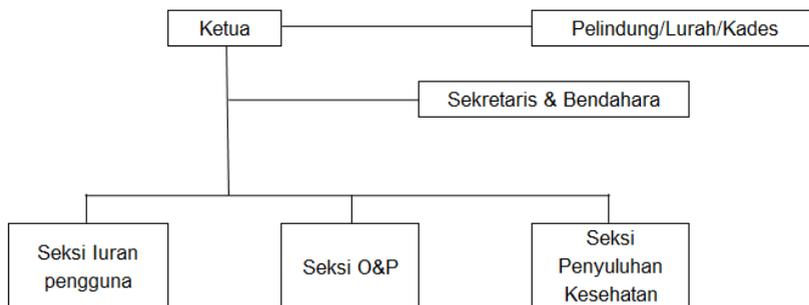
Secara umum, KPP memiliki struktur organisasi dan pembagian tugas yang jelas antar anggota. Struktur organisasi KPP dapat dibedakan menjadi 2, yaitu organigram satu tingkat dan dua tingkat. Organigram satu tingkat biasanya terdiri dari dua orang yang memiliki kedudukan dan tugas yang sama. Organigram dua tingkat biasanya berisi lebih dari dua orang yang memiliki perbedaan kedudukan dan tugas. Organigram dua tingkat terdiri

dari ketua, pengurus, dan anggota pendukung. Berikut ini Tabel 4.43 merupakan penjelasan tentang KPP IPAL yang bertanggung jawab dalam pengoperasian.

**Tabel 4.43 KPP IPAL**

Sistem IPAL	Nama KPP	KPP		Skor
		Jumlah	Keterangan	
JSI	Peganden Sehat	3	Organigram dua tingkat	4
	Higienis 2	10		4
	Jati	7		4
Mode	Kauman sehat	8	Organigram satu tingkat	4
	Kramat Rahayu	2		3
Sanfab	Telaga Abadi	5	Organigram	4
Konvensional	Siwalan Wonokitri	12	dua tingkat	4
	Sri Rejeki XI	7		4

Berdasarkan Tabel 4.43, IPAL Kramat Rahayu memiliki KPP dengan anggota 2 orang. Organigram IPAL Kramat Rahayu adalah satu tingkat dimana terdapat satu orang sebagai penanggung jawab dan satu orang lainnya sebagai pembantu tugas penanggung jawab. Jumlah personil KPP idealnya terdiri dari minimal 6 orang (Gambar 4.34). Jumlah tersebut didasarkan pada tugas dan tanggung jawab yang tercantum dalam petunjuk pelaksanaan dana alokasi khusus (DAK) bidang infrastruktur dan sub bidang sanitasi (2016). Pembagian tugas dan tanggung jawab dilakukan agar tidak ada tumpang tindih tugas antar personil KPP.



Gambar 4.34 Organigram KPP

Sumber: *Petunjuk Pelaksanaan Dana Alokasi Khusus (DAK)*, 2016

## B. Perawatan

Setelah pembangunan prasarana/sarana IPAL, maka tahap selanjutnya adalah perawatan. Perawatan dilakukan oleh masyarakat yang dikoordinir oleh KPP. Perawatan dilakukan untuk memastikan keberlanjutan pelayanan IPAL terbangun. Perawatan yang dilakukan adalah penggelontoran, pengurusan, dan pengecekan. Berikut ini merupakan perawatan yang telah dilakukan KPP di masing-masing IPAL (Tabel 4.44).

**Tabel 4.44 Perawatan IPAL Yang Dilakukan Oleh KPP**

Nama KPP	Perawatan			Skor
	Penggelontoran	Pengurusan	Pengecekan	
Peganden Sehat	Ya	Tidak	Ya	3
Higienis 2	Tidak	Tidak	Ya	2
Jati	Tidak	Tidak	Ya	2
Kauman sehat	Ya	Tidak	Tidak	2
Kramat Rahayu	Ya	Tidak	Ya	3
Telaga Abadi	Tidak	Tidak	Tidak	1
Siwalan Wonokitri	Tidak	Tidak	Ya	2
Sri Rejeki XI	Tidak	Tidak	Ya	2

Berdasarkan hasil wawancara dan kuisioner pada KPP (Tabel 4.44), diketahui bahwa tidak ada KPP yang melakukan perawatan berupa pengurusan. Pengurusan pada umumnya dilakukan oleh DPUTR sehingga KPP merasa tidak bertanggung jawab terhadap pengurusan IPAL. Ketiga perawatan harus dilakukan oleh KPP secara berkala untuk memastikan kinerja dari unit IPAL. Diperlukan sosialisasi untuk menyamakan persepsi tentang tugas dan kewajiban KPP dalam menjalankan IPAL.

## C. Pembuatan Peraturan/SOP

Prosedur operasi dan pemeliharaan (SOP) merupakan peraturan atau penjelasan tentang operasional dan perawatan IPAL. SOP IPAL dibuat oleh KPP dengan menyesuaikan kondisi IPAL yang ada. SOP dapat dibedakan menjadi bermacam-macam jenis mulai dari SOP pengoperasian, perawatan, dan pergantian

alat IPAL yang rusak. Berikut ini merupakan SOP yang terdapat di masing-masing IPAL (Tabel 4.45).

**Tabel 4.45 SOP Masing-masing IPAL**

Nama KPP	SOP			Skor
	Operasional	Perawatan	Pergantian alat	
Peganden Sehat	Tidak	Ya	Ya	3
Higienis 2	Ya	Ya	Ya	4
Jati	Tidak	Tidak	Tidak	1
Kauman sehat	Ya	Ya	Tidak	3
Kramat Rahayu	Tidak	Ya	Tidak	2
Telaga Abadi	Ya	Ya	Tidak	3
Siwalan Wonokitri	Ya	Ya	Tidak	3
Sri Rejeki XI	Tidak	Ya	Ya	3

SOP merupakan salah satu dokumen yang wajib dimiliki oleh setiap IPAL. Dokumen ini wajib dimiliki karena berfungsi untuk keberlanjutan dari sistem IPAL. Berdasarkan Tabel 4.45, IPAL Jati tidak memiliki SOP dalam operasi, perawatan, maupun pergantian IPAL. Tidak adanya SOP dapat menyebabkan IPAL tidak beroperasi karena tidak semua orang faham bagaimana cara mengoperasikannya. Sehingga, sebaiknya semua IPAL memiliki SOP dalam pengoperasian, perawatan, dan pergantian alat agar IPAL dapat dijalankan oleh semua orang.

#### **4.4.2 Wawasan**

Dalam pengoperasian IPAL yang berbasis masyarakat, masyarakat maupun KPP dituntut untuk dapat mengoperasikan dan merawat IPAL sesuai prosedur. Hal ini agar tidak terjadi kesalahan dalam pengoperasian yang menyebabkan IPAL rusak atau tidak efektif. Pemahaman dan wawasan diukur berdasarkan kuisisioner yang telah disebar kepada masyarakat dan KPP. Hasil dari kuisisioner dapat menggambarkan seberapa jauh wawasan masyarakat dan KPP tentang IPAL.

### 4.3.2.1 Masyarakat

#### A. Peraturan/SOP

Peraturan atau SOP merupakan salah satu faktor penting yang harus difahami oleh masyarakat. Tingkat pemahaman masyarakat terhadap SOP dapat diukur berdasarkan kuisisioner yang disebar. Tabel 4.46 merupakan persentase masyarakat yang mengetahui SOP IPAL di delapan unit IPAL Kabupaten Gresik. SOP yang diamati meliputi SOP pengoperasian, perawatan, dan pergantian alat yang rusak.

**Tabel 4.46 Persentase pemahaman masyarakat tentang SOP IPAL**

Nama KPP	SOP		
	Operasional	Perawatan	Pergantian alat
Peganden Sehat	12%	88%	0%
Higienis 2	36%	80%	0%
Jati	0%	76%	0%
Kauman sehat	48%	72%	8%
Kramat Rahayu	4%	75%	0%
Telaga Abadi	52%	52%	4%
Siwalan Wonokitri	0%	88%	0%
Sri Rejeki XI	11%	96%	11%

Berdasarkan Tabel 4.46, rata-rata pemahaman atau wawasan masyarakat terkait SOP IPAL sudah cukup baik. Berikut ini Tabel 4.47 merupakan hasil penilaian pemahaman masyarakat tentang SOP IPAL.

**Tabel 4.47 Hasil penilaian pemahaman masyarakat tentang SOP IPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Total pemahaman</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	96%	4
	Higienis 2	80%	4
	Jati	76%	3
Mode	Kauman sehat	76%	3
	Kramat Rahayu	79%	3
Sanfab	Telaga Abadi	60%	3
Konvensional	Siwalan Wonokitri	88%	4
	Sri Rejeki XI	96%	4

Berdasarkan Tabel 4.47, rata-rata pemahaman terendah terjadi pada IPAL Telaga Abadi (60%). Rata-rata pemahaman tertinggi terjadi pada IPAL Peganden Sehat dan Sri Rejeki XI (96%). Dari 96% masyarakat di IPAL Peganden Sehat yang faham SOP IPAL, 12% faham SOP operasional, 88% faham SOP perawatan, dan 0% faham SOP pergantian alat. Tingkat pemahaman masyarakat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang dapat mempengaruhi antara lain minat masyarakat terhadap IPAL dan sosialisasi yang kurang merata. Metode sosialisasi juga merupakan faktor penting dalam meningkatkan pemahaman dan wawasan masyarakat.

## **B. Penggunaan iuran/Pembayaran**

Prinsip pengelolaan pada tahap pemanfaatan IPAL adalah musyawarah, transparansi, akuntabilitas publik, dan kontrol sosial. Masyarakat selain dituntut untuk berperan aktif dalam pengoperasian IPAL juga mendapatkan hak dalam transparansi seluruh kegiatan IPAL. Masyarakat juga berhak untuk mengetahui sirkulasi dana hasil iuran/pembayaran. Berikut ini Tabel 4.48 merupakan persentase pemahaman masyarakat terhadap penggunaan iuran atau pembayaran.

**Tabel 4.48 Persentase Pemahaman Masyarakat Terhadap Penggunaan Iuran Atau Pembayaran**

<b>Nama KPP</b>	<b>Pemahaman penggunaan iuran/pembayaran</b>	<b>Skor</b>
Peganden Sehat	73%	3
Higienis 2	80%	4
Jati	30%	3
Kauman sehat	77%	3
Kramat Rahayu	80%	4
Telaga Abadi	35%	3
Siwalan Wonokitri	96%	4
Sri Rejeki XI	100%	4

Pendanaan digunakan untuk operasional, pemeliharaan, dan honorium pengelola yang telah melakukan operasional. Dana tersebut juga digunakan untuk petugas yang bertugas untuk melakukan perbaikan jika terjadi kerusakan (PUPR, 2016). Berdasarkan Tabel 4.48, persentase masyarakat memahami penggunaan iuran/pembayaran tertinggi adalah IPAL Sri Rejeki. Penyambung IPAL Sri Rejeki XI 100% telah mengetahui penggunaan dana iuran yang mereka bayarkan. Masyarakat berpendapat bahwa iuran yang mereka bayarkan akan digunakan untuk biaya pembangunan IPAL, penyedotan, pergantian alat rusak, dan perawatan IPAL. Persentase pemahaman masyarakat tentang penggunaan iuran atau pembayaran terkecil adalah IPAL Jati sebesar 30%. Masyarakat yang ada di IPAL Jati kurang mengetahui penggunaan dana IPAL karena dana IPAL dipotong dari iuran RT. Masyarakat tidak diminta secara langsung, sehingga ketertarikan masyarakat untuk menanyakan atau melakukan transparansi penggunaan dana sangat rendah.

### **C. Manfaat IPAL**

Bangunan IPAL dikatakan berhasil apabila masyarakat merasakan manfaat dari keberadaan IPAL. Manfaat tersebut dapat dirasakan secara langsung maupun tidak langsung. Manfaat yang dirasakan langsung seperti lingkungan menjadi bersih, lancar, dan apabila ada masalah segera diatasi oleh petugas. Manfaat yang

tidak dirasakan langsung seperti menurunnya penyakit diare di suatu wilayah dan tidak perlu melakukan pengurusan. Namun, dalam implementasinya di lapangan masih terdapat masyarakat yang tidak merasakan manfaat dari keberadaan IPAL. Berikut ini Tabel 4.49 merupakan persentase masyarakat yang merasakan manfaat dari IPAL.

**Tabel 4.49 Persentase Masyarakat Yang Merasakan Manfaat IPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Masyarakat</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	88%	3
	Higienis 2	95%	3
	Jati	75%	2
Mode	Kauman sehat	95%	3
	Kramat Rahayu	65%	2
Sanfab	Telaga Abadi	100%	4
Konvensional	Siwalan Wonokitri	87%	3
	Sri Rejeki XI	100%	4

Berdasarkan Tabel 4.49 terdapat dua IPAL dimana 100% masyarakat telah merasakan manfaat dari bangunan IPAL tersebut. Masyarakat merasakan 100% manfaat dari IPAL di Telaga Abadi dan Sri Rejeki XI. Rata-rata masyarakat merasakan manfaat karena tidak melakukan pengurusan secara berkala sehingga biaya yang dikeluarkan dalam perawatan tidak banyak.

#### **4.3.2.2 KPP**

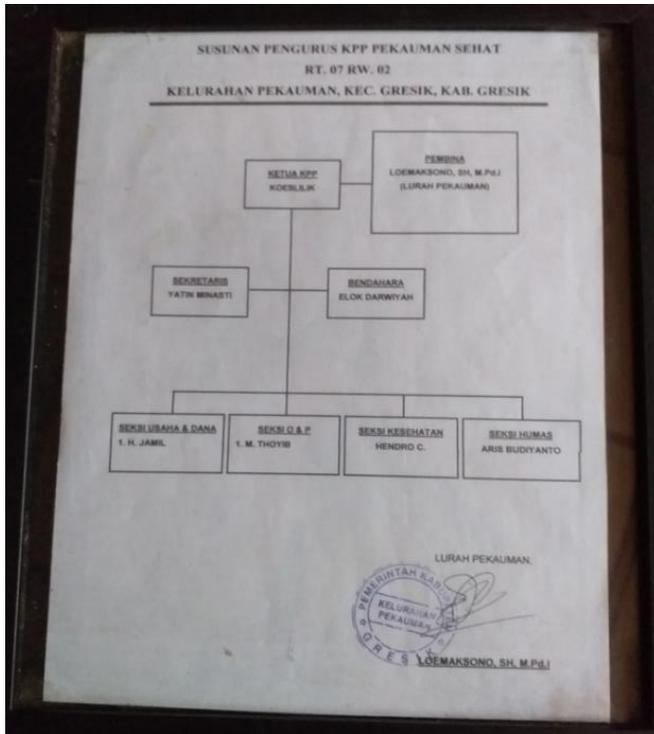
##### **A. Tugas pokok dan fungsi**

Masyarakat yang bertanggung jawab terhadap operasional dan perawatan IPAL dinaungi dalam sebuah organisasi bernama KPP. KPP sebaiknya berbadan hukum, diwajibkan memiliki AD/ART, dan akte notaris (PUPR, 2016). Dalam menjalankan tanggung jawabnya, KPP terdiri dari beberapa orang yang memiliki tugas pokok dan fungsi sesuai dengan posisinya dalam organigram (Gambar 4.33). Tugas pokok dan fungsi wajib diketahui oleh seluruh anggota dalam organisasi. Tabel 4.50 merupakan pemahaman KPP terhadap tugas pokok dan fungsi yang mereka jalankan.

**Tabel 4.50 Pengetahuan KPP Tentang Tugas Pokok Dan Fungsi**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Organigram</b>	<b>Tupoksi</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	Ya	Ya, berjalan	4
	Higienis 2	Ya	Ya, berjalan	4
	Jati	Ya	Ya, kadang-kadang	3
Mode	Kauman sehat	Ya	Ya, berjalan	4
	Kramat Rahayu	Tidak ada	Tidak ada	1
Sanfab	Telaga Abadi	Ya	Ya, kadang-kadang	3
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Ya	Ya, berjalan	4
	Sri Rejeki XI	Ya	Ya, berjalan	4

Tugas KPP adalah mengoperasikan dan memelihara sarana sanitasi, bertanggung jawab terhadap hal teknis, mengumpulkan iuran warga, menjaga sarana sanitasi terbangun, dan membuat rencana pengembangan pelayanan sarana sanitasi. Hampir semua IPAL telah memiliki organigram dan pembagian tugas yang jelas (Gambar 4.34). Berdasarkan Tabel 4.50, hanya KPP IPAL Kramat Rahayu yang tidak memiliki organigram dan tupoksi yang jelas. Hal ini karena KPP yang aktif hanya dua orang. Tugas pengoperasian dan perawatan IPAL dijalankan secara bergantian sehingga tidak ada pembagian tugas khusus. Pengurus IPAL berjenis kelamin laki-laki lebih banyak dibandingkan perempuan, akibatnya beberapa tupoksi kadang tidak dilakukan. Hal ini karena pengurus IPAL bekerja dan memiliki waktu terbatas dalam melakukan monitor IPAL.



Gambar 4.35 Organigram KPP Kauman Sehat

## B. Sistem Koordinasi

KPP sebagai penanggung jawab pengoperasian dan perawatan IPAL harus memiliki pemahaman bahwa setiap masalah harus dikoordinasikan dengan masyarakat maupun *stakeholder* terkait. Koordinasi yang dilakukan meliputi sosialisasi, edukasi, dan himbauan tentang pengoperasian dan perawatan IPAL. Koordinasi yang baik dilakukan oleh beberapa elemen seperti KPP, masyarakat, dan dinas yang menaungi. Berikut ini merupakan musyawarah yang dilakukan di masing-masing IPAL (Tabel 4.51).

**Tabel 4.51 Musyawarah Di Setiap IPAL**

Nama KPP	Jadwal	Elemen yang terlibat		
		Masyarakat	KPP	Dinas
Peganden Sehat	Tidak teratur	Ya	Ya	Tidak
Higienis 2	Tidak teratur	Ya	Ya	Ya
Jati	Tidak teratur	Ya	Ya	Ya
Kauman sehat	Tidak teratur	Ya	Ya	Tidak
Kramat Rahayu	Tidak ada	Tidak	Tidak	Tidak
Telaga Abadi	2 bulan sekali	Tidak	Ya	Tidak
Siwalan Wonokitri	Tidak teratur	Tidak	Ya	Ya
Sri Rejeki XI	Tidak teratur	Tidak	Ya	Tidak

Berdasarkan Tabel 4.51, IPAL Kramat Rahayu tidak pernah melakukan musyawarah dengan elemen pendukung IPAL. Hal ini dikarenakan KPP Kramat Rahayu hanya terdiri dari dua orang yang aktif dalam pengoperasian dan perawatan IPAL. Dalam menjalankan IPAL, baik dan buruknya sistem koordinasi antar elemen diketahui berdasarkan intensitas musyawarah yang dilakukan dan elemen yang terlibat. Semakin sering dan teratur musyawarah dilakukan, maka semakin baik sistem koordinasi di lokasi tersebut. Berikut ini Tabel 4.52 merupakan hasil penilaian sistem koordinasi di masing-masing IPAL.

**Tabel 4.52 Hasil Penilaian Sistem Koordinasi Di Masing-masing IPAL**

Sistem IPAL	Nama KPP	Skor
JSI	Peganden Sehat	3
	Higienis 2	4
	Jati	4
Mode	Kauman sehat	3
	Kramat Rahayu	1
Sanfab	Telaga Abadi	2
Konvensional	Siwalan Wonokitri	3
	Sri Rejeki XI	2

### C. Iuran/Pembayaran

Penarikan iuran/pembayaran yang berhubungan dengan IPAL dilakukan oleh KPP. Sebagai anggota atau pengurus KPP, harus mengetahui aliran dan penggunaan dana hasil iuran/pembayaran IPAL. Iuran/pembayaran tersebut digunakan untuk biaya operasional dan perawatan. Biaya operasional meliputi penyedotan dan pembersihan IPAL. Biaya perawatan meliputi pengecekan sistem IPAL, pengujian kualitas air, dan pengecatan. KPP seharusnya mengetahui apakah iuran/pembayaran tersebut telah sesuai dengan dana yang dikeluarkan. Berikut ini Tabel 4.53 merupakan wawasan KPP tentang iuran/pembayaran.

**Tabel 4.53 Penggunaan Iuran/Pembiayaan Di Setiap IPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Iuran/pembayaran</b>
JSI	Peganden Sehat	Cukup untuk biaya operasional dan perawatan apabila ada yang rusak
	Higienis 2	Cukup untuk biaya perawatan apabila ada yang rusak
	Jati	Tidak terukur
Mode	Kauman sehat	Cukup untuk biaya operasional dan perawatan apabila ada yang rusak
	Kramat Rahayu	Tidak terukur
Sanfab	Telaga Abadi	Cukup untuk biaya operasional dan perawatan apabila ada yang rusak
Konvensional	Siwalan Wonokitri	Cukup untuk biaya operasional dan perawatan apabila ada yang rusak
	Sri Rejeki XI	Cukup untuk biaya operasional dan perawatan apabila ada yang rusak

Berdasarkan Tabel 4.53, tidak semua KPP melakukan pembukuan dari pemasukan maupun pengeluaran dana iuran/pembayaran. KPP Jati dan Kramat Rahayu tidak melakukan pembukuan sehingga aliran dana iuran/pembayaran tidak terukur. Sebagai badan yang bertugas mengkoordinir iuran/pembayaran, sebaiknya KPP memiliki buku laporan aliran dana iuran/pembayaran. Pembukuan tersebut digunakan sebagai bentuk tanggung jawab KPP terhadap masyarakat. Hal ini karena prinsip kerja KPP salah satunya adalah transparansi. Masing-

masing IPAL yang telah dievaluasi tentang iuran/pembayaran akan diberikan skor (Tabel 4.54).

**Tabel 4.54 Skor Penilaian Iuran/Pembayaran Di Masing-masing IPAL**

<b>Sistem IPAL</b>	<b>Nama KPP</b>	<b>Skor</b>
JSI	Peganden Sehat	4
	Higienis 2	3
	Jati	1
Mode	Kauman sehat	4
	Kramat Rahayu	1
Sanfab	Telaga Abadi	4
Konvensional	Siwalan Wonokitri	4
	Sri Rejeki XI	4

Berdasarkan hasil evaluasi aspek teknis dan non-teknis menghasilkan skor penilaian. Skor penilaian ini menunjukkan kesesuaian IPAL dengan kriteria desain ditinjau dari aspek teknis dan non-teknis. Berikut ini Tabel 4.55 merupakan rekapitulasi skor hasil evaluasi masing-masing IPAL.

**Tabel 4.55 Rekapitulasi skor masing-masing IPAL**

Aspek	Kriteria	Kriteria-1	Kriteria 2	Skor IPAL							
				a	b	c	d	e	f	g	h
Teknis	Desain	IPAL	Kesesuaian desain	3	3	3	4	4	4	4	4
			Kualitas efluen	2	2	2	2	2	2	2	2
			Efisiensi penyisihan	3	4	4	3	3	4	3	4
		Unit pendukung	Kesesuaian desain SPAL	4	4	4	4	4	4	4	3
			Kesesuaian desain manhole	1	4	4	4	1	4	4	4
			Kesesuaian desain bak kontrol	3	3	2	1	1	1	1	1
	Pemeliharaan	IPAL	Kondisi IPAL	4	4	4	4	4	4	4	4
			Frekuensi pemantauan	4	4	4	2	2	2	4	4
			Pemantau	3	4	2	3	2	3	4	4
		Unit pendukung	Kondisi unit pendukung	2	4	4	3	1	3	3	3
			Frekuensi pemantauan	4	1	1	2	1	1	1	1
			Pemantau	4	1	1	4	1	1	1	1
Non-teknis	Keterlibatan Masyarakat	Perawatan	4	4	4	4	4	4	4	4	
		Pembayaran	4	4	1	4	4	4	4	4	
		Penanganan masalah	2	1	2	2	2	2	1	2	

Aspek	Kriteria	Kriteria-1	Kriteria 2	Skor IPAL							
				a	b	c	d	e	f	g	h
		KPP	Perawatan	3	2	2	2	3	1	2	2
			Pembuatan Peraturan/SOP	3	4	1	3	2	3	3	3
			Pengoperasian	4	4	4	4	3	4	4	4
	Wawasan	Masyarakat	Manfaat	3	3	2	3	2	4	3	4
			Penggunaan pembayaran	3	4	3	3	4	3	4	4
			SOP/Peraturan	4	4	3	3	3	3	4	4
		KPP	Tugas pokok dan fungsi	4	4	3	4	1	3	4	4
			luran/pembayaran	4	3	1	4	1	4	4	4
			Sistem Koordinasi	3	4	4	3	1	2	3	2

Keterangan:

a : IPAL Peganden Sehat

b : IPAL Higienis-2

c : IPAL Jati

d : IPAL Kauman Sehat

e : IPAL Kramat Rahayu

f : IPAL Telaga Abadi

g : IPAL Siwalan Wonokitri

h : IPAL Sri Rejeki XI

## 4.5 Pembobotan

Dalam menentukan prioritas IPAL, dilakukan penyusunan bobot menggunakan metode *analitic hierarchy process* (AHP). Bobot ditentukan berdasarkan penilaian dari *expert* yang termasuk dalam *key player*. *Key player* terdiri dari dosen dan pengurus KPP di delapan lokasi IPAL. Nilai yang diberikan oleh *expert* akan diolah dalam *software expert choice* hingga muncul pembobotan seperti Tabel 4.56. Masing-masing skor dari setiap kriteria IPAL akan dikalikan dengan bobot sehingga muncul nilai akhir yang menunjukkan kinerja IPAL.

Dalam penentuan bobot menggunakan *expert choice*, nilai inkonsistensi data sebesar 0,01. Nilai inkonsistensi tersebut dinyatakan sudah akurat karena kurang dari 0,1. Sehingga bobot dari masing-masing kriteria dapat digunakan untuk menilai masing-masing IPAL yang telah dievaluasi.

**Tabel 4.56 Pembobotan**

<b>Level-1</b>	<b>Bobot Level-1</b>	<b>Level-2</b>	<b>Bobot Level-2</b>	<b>Level-3</b>	<b>Bobot Level-3</b>	<b>Level-4</b>	<b>Bobot Level-4</b>
Teknis	0,861	Desain	0,302	IPAL	0,71	Kesesuaian desain	0,265
						Kualitas efluen	0,612
						Efisiensi penyisihan	0,123
						Unit pendukung	0,29
						Kesesuaian desain SPAL	0,45
						Kesesuaian desain manhole	0,125
		Pemeliharaan	0,698	IPAL	0,787	Kondisi IPAL	0,329
						Frekuensi pemantauan	0,442
						Pemantau	0,229
						Unit pendukung	0,213
						Kondisi unit pendukung	0,195
						Frekuensi pemantauan	0,678
Non-teknis	0,139	Keterlibatan	0,837	Masyarakat	0,816	Perawatan	0,248
						Pembayaran	0,674
						Penanganan masalah	0,078

<b>Level-1</b>	<b>Bobot Level-1</b>	<b>Level-2</b>	<b>Bobot Level-2</b>	<b>Level-3</b>	<b>Bobot Level-3</b>	<b>Level-4</b>	<b>Bobot Level-4</b>
				KPP	0,184	Perawatan	0,642
						Pembuatan Peraturan/SOP	0,216
						Pengoperasian	0,142
		Wawasan	0,163	Masyarakat	0,499	Manfaat	0,389
						Penggunaan pembayaran	0,094
						SOP/Peraturan	0,516
				KPP	0,501	Tugas pokok dan fungsi	0,58
						luran/pembayaran	0,091
						Sistem Koordinasi	0,329

## 4.6 Evaluasi masing-masing IPAL

### 4.6.1 Penilaian masing-masing IPAL

Hasil evaluasi yang dilakukan pada masing-masing IPAL pada aspek teknis dan non-teknis akan menghasilkan nilai. Nilai tersebut didapatkan dari hasil evaluasi dikalikan dengan bobot dari masing-masing kriteria. Nilai tersebut menunjukkan tingkat kesesuaian desain IPAL eksisting dengan kriteria desain bangunan IPAL. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai evaluasi IPAL Peganden Sehat:

#### Perhitungan Nilai Level-4

Berdasarkan hasil kuisioner dan observasi lapangan, didapatkan skor untuk masing-masing indikator level-4 sebagai berikut:

- Kesesuaian desain : 3
- Kualitas efluen : 2
- Efisiensi penyisihan : 3

Bobot dari masing-masing indikator level-4 sebagai berikut:

- Kesesuaian desain : 0,265
- Kualitas efluen : 0,612
- Efisiensi penyisihan : 0,123

Maka perhitungan nilai level-4 adalah sebagai berikut:

1. Kesesuaian desain : skor kesesuaian desain x bobot  
:  $3 \times 0,265$   
: 0,795
2. Kualitas efluen : skor kualitas efluen x bobot  
:  $2 \times 0,612$   
: 1,224
3. Efisiensi penyisihan : skor efisiensi penyisihan x bobot  
:  $3 \times 0,123$   
: 0,369

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut nilai level-4 pada indikator kesesuaian desain, kualitas efluen, dan efisiensi penyisihan berturut-turut 0,795; 1,224; dan 0,369.

#### Perhitungan Nilai Level-3

Nilai dari masing-masing level-4 "Teknis-Desain-IPAL" sebagai berikut:

- Kesesuaian desain : 0,795
- Kualitas efluen : 1,224
- Efisiensi penyisihan : 0,369

Bobot dari level-3 "IPAL" adalah 0,710

Maka perhitungan nilai level-3 "IPAL" adalah sebagai berikut:

1. Total nilai level-4  
: kesesuaian desain + kualitas efluen + efisiensi penyisihan  
: 0,795 + 1,224 + 0,369  
: 2,388
2. Nilai level-3 "IPAL" : total nilai level-4 x bobot level-3  
: 2,388 x 0,710  
: 1,695

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, nilai level-3 "IPAL" aspek "Teknis" pada kriteria "desain" sebesar 1,695.

#### Perhitungan Nilai level-2

Nilai level-2 yang akan dihitung adalah nilai "Desain". Nilai dari masing-masing level-3 sebagai berikut:

- IPAL : 1,695
- Unit pendukung : 0,928

Bobot dari level-2 "Desain" adalah 0,302

Maka perhitungan nilai level-2 adalah sebagai berikut:

1. Total nilai level-3 : IPAL + unit pendukung  
: 1,695 + 0,928  
: 2,623
2. Nilai level-2 : total nilai level-3 x bobot level-2  
: 2,623 x 0,302  
: 0,792

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, nilai level-2 "Desain" pada aspek "Teknis" sebesar 0,792.

#### Perhitungan Nilai Level-1

Nilai dari masing-masing indikator level-2 sebagai berikut:

- Desain : 0,792
- Pemeliharaan : 2,608

Bobot dari level-1 "Teknis" adalah 0,861

Maka perhitungan nilai level-1 "Teknis" adalah sebagai berikut:

1. Total nilai level-2 : desain + pemeliharaan

- : 0,792 + 2,608 : 3,401
2. Nilai level-1 “Teknis” : total nilai level-2 x bobot level-1  
 : 3,401 x 0,861  
 : 2,928

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, nilai level-1 “Teknis” sebesar 2,928.

#### Perhitungan Nilai IPAL

Nilai IPAL Peganden Sehat dihitung berdasarkan penjumlahan nilai level-1. Nilai dari masing-masing level-1 sebagai berikut:

- Teknis : 2,928
- Non-teknis : 0,514

Maka perhitungan nilai IPAL Peganden Sehat adalah sebagai berikut:

Nilai IPAL Peganden Sehat : nilai teknis + nilai non-teknis  
 : 2,928 + 0,514  
 : 3,4

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, nilai IPAL Peganden Sehat sebesar 3,4.

Masing-masing IPAL dihitung berdasarkan skor kesesuaian eksisting dengan kriteria desain. Semakin tinggi nilai IPAL, maka semakin sesuai dengan kriteria desain. Nilai masing-masing IPAL adalah range 1 sampai dengan 4. Berikut ini Tabel 4.57 sampai dengan Tabel 4.64 merupakan perhitungan nilai masing-masing IPAL.

Tabel 4.57 Evaluasi IPAL Peganden Sehat

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c):(a)x(b)		(e)	(f):(d)x(e)		(h)	(i):(g)x(h)		(j)	(k):(i)x(j)
3	Kesesuaian desain	0,265	0,80	IPAL	0,71	1,70	Desain	0,302	0,79	Teknis	0,861	2,93
2	Kualitas efluen	0,612	1,22									
3	Efisiensi penyisihan	0,123	0,37									
Total Nilai Level-4 (d)			2,39									
4	Kesesuaian desain SPAL	0,45	1,80	Unit pendukung	0,29	0,93						
1	Kesesuaian desain manhole	0,125	0,13									
3	Kesesuaian desain bak kontrol	0,425	1,28									
Total Nilai Level-4 (d)			3,20	Total Nilai Level-3 (g)		2,62						
4	Kondisi IPAL	0,329	1,32	IPAL	0,787	2,97	Pemeliharaan	0,698	2,61			
4	Frekuensi pemantauan	0,442	1,77									
3	Pemantau	0,229	0,69									
Total Nilai Level-4 (d)			3,77									
2	Kondisi unit pendukung	0,195	0,39	Unit pendukung	0,213	0,77						
4	Frekuensi pemantauan	0,678	2,71									
4	Pemantau	0,127	0,51									
Total Nilai Level-4 (d)			3,61	Total Nilai Level-3 (g)		3,74						
								Total Nilai Level-2 (i)		3,40		

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c):(a)x(b)		(e)	(f):(d)x(e)		(h)	(i):(g)x(h)		(j)	(k):(i)x(j)
4	Perawatan	0,248	0,99	Masyarakat	0,816	3,14	Keterlibatan	0,837	3,11	Non-teknis	0,139	0,51
4	Pembayaran	0,674	2,70									
2	Penanganan masalah	0,078	0,16									
Total Nilai Level-4 (d)			3,84									
3	Perawatan	0,642	1,93	KPP	0,184	0,58						
3	Pembuatan Peraturan/SOP	0,216	0,65									
4	Pengoperasian	0,142	0,57									
Total Nilai Level-4 (d)			3,14									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,72						
3	Manfaat	0,389	1,17	Masyarakat	0,499	1,76	Wawasan	0,163	0,59			
3	Penggunaan pembayaran	0,094	0,28									
4	SOP/Peraturan	0,517	2,07									
Total Nilai Level-4 (d)			3,52									
4	Tugas pokok dan fungsi	0,58	2,32	KPP	0,501	1,84						
4	luran/pembayaran	0,091	0,36									
3	Sistem Koordinasi	0,329	0,99									
Total Nilai Level-4 (d)			3,67									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,59						
								Total Nilai Level-2 (i)		3,70		
<b>Nilai IPAL</b>											<b>3,4</b>	

Tabel 4.58 Evaluasi IPAL Higienis-2

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c):(a)x(b)		(e)	(f):(d)x(e)		(h)	(i):(g)x(h)		(j)	(k):(i)x(j)
3	Kesesuaian desain	0,265	0,80	IPAL	0,71	1,78	Desain	0,302	0,85	Teknis	0,861	2,83
2	Kualitas efluen	0,612	1,22									
4	Efisiensi penyisihan	0,123	0,49									
Total Nilai Level-4 (d)			2,51									
4	Kesesuaian desain SPAL	0,45	1,80	Unit pendukung	0,29	1,04						
4	Kesesuaian desain manhole	0,125	0,50									
3	Kesesuaian desain bak kontrol	0,425	1,28									
Total Nilai Level-4 (d)			3,58									
				Total Nilai Level-3 (g)		2,82						
4	Kondisi IPAL	0,329	1,32	IPAL	0,787	3,15	Pemeliharaan	0,698	2,43			
4	Frekuensi pemantauan	0,442	1,77									
4	Pemantau	0,229	0,92									
Total Nilai Level-4 (d)			4,00									
4	Kondisi unit pendukung	0,195	0,78	Unit pendukung	0,213	0,34						
1	Frekuensi pemantauan	0,678	0,68									
1	Pemantau	0,127	0,13									
Total Nilai Level-4 (d)			1,59									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,49						
								Total Nilai Level-2 (i)		3,28		

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c):(a)x(b)		(e)	(f):(d)x(e)		(h)	(i):(g)x(h)		(j)	(k):(i)x(j)
4	Perawatan	0,248	0,99	Masyarakat	0,816	3,07	Keterlibatan	0,837	2,99	Non-teknis	0,139	0,50
4	Pembayaran	0,674	2,70									
1	Penanganan masalah	0,078	0,08									
Total Nilai Level-4 (d)			3,77									
2	Perawatan	0,642	1,28	KPP	0,184	0,50						
4	Pembuatan Peraturan/SOP	0,216	0,86									
4	Pengoperasian	0,142	0,57									
Total Nilai Level-4 (d)			2,72									
Total Nilai Level-3 (g)						3,57						
3	Manfaat	0,389	1,17	Masyarakat	0,499	1,80	Wawasan	0,163	0,61			
4	Penggunaan pembayaran	0,094	0,38									
4	SOP/Peraturan	0,517	2,07									
Total Nilai Level-4 (d)			3,61									
4	Tugas pokok dan fungsi	0,58	2,32	KPP	0,501	1,96						
3	luran/pembayaran	0,091	0,27									
4	Sistem Koordinasi	0,329	1,32									
Total Nilai Level-4 (d)			3,91									
Total Nilai Level-3 (g)						3,76						
Total Nilai Level-2 (i)								3,60				
<b>Nilai IPAL</b>												<b>3,3</b>

Tabel 4.59 Evaluasi IPAL Jati

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)
3	Kesesuaian desain	0,265	0,80	IPAL	0,71	1,78	Desain	0,302	0,81	Teknis	0,861	2,58
2	Kualitas efluen	0,612	1,22									
4	Efisiensi penyisihan	0,123	0,49									
Total Nilai Level-4 (d)			2,51									
4	Kesesuaian desain SPAL	0,45	1,80	Unit pendukung	0,29	0,91						
4	Kesesuaian desain manhole	0,125	0,50									
2	Kesesuaian desain bak kontrol	0,425	0,85									
Total Nilai Level-4 (d)			3,15									
				Total Nilai Level-3 (g)		2,70						
4	Kondisi IPAL	0,329	1,32	IPAL	0,787	2,79	Pemeliharaan	0,698	2,18			
4	Frekuensi pemantauan	0,442	1,77									
2	Pemantau	0,229	0,46									
Total Nilai Level-4 (d)			3,54									
4	Kondisi unit pendukung	0,195	0,78	Unit pendukung	0,213	0,34						
1	Frekuensi pemantauan	0,678	0,68									
1	Pemantau	0,127	0,13									
Total Nilai Level-4 (d)			1,59									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,13						
								Total Nilai Level-2 (i)		3,00		

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1	
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)	
4	Perawatan	0,248	0,99	Masyarakat	0,816	1,49	Keterlibatan	0,837	1,56	Non-teknis	0,139	0,28	
1	Pembayaran	0,674	0,67										
2	Penanganan masalah	0,078	0,16										
Total Nilai Level-4 (d)			1,82										
2	Perawatan	0,642	1,28	KPP	0,184	0,38							
1	Pembuatan Peraturan/SOP	0,216	0,22										
4	Pengoperasian	0,142	0,57										
Total Nilai Level-4 (d)			2,07										
				Total Nilai Level-3 (g)		1,87							
2	Manfaat	0,389	0,78	Masyarakat	0,499	1,30	Wawasan	0,163	0,47				
3	Penggunaan pembayaran	0,094	0,28										
3	SOP/Peraturan	0,517	1,55										
Total Nilai Level-4 (d)			2,61										
3	Tugas pokok dan fungsi	0,58	1,74	KPP	0,501	1,58							
1	Iuran/pembayaran	0,091	0,09										
4	Sistem Koordinasi	0,329	1,32										
Total Nilai Level-4 (d)			3,15										
				Total Nilai Level-3 (g)		2,88							
								Total Nilai Level-2 (i)		2,03			
<b>Nilai IPAL</b>											<b>2,9</b>		

Tabel 4.60 Evaluasi IPAL Kauman Sehat

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)
3	Kesesuaian desain	0,265	0,80	IPAL	0,71	1,70	Desain	0,302	0,75	Teknis	0,861	2,33
2	Kualitas efluen	0,612	1,22									
3	Efisiensi penyisihan	0,123	0,37									
<b>Total Nilai Level-4 (d)</b>			<b>2,39</b>									
4	Kesesuaian desain SPAL	0,45	1,80	Unit pendukung	0,29	0,79						
4	Kesesuaian desain manhole	0,125	0,50									
1	Kesesuaian desain bak kontrol	0,425	0,43									
<b>Total Nilai Level-4 (d)</b>			<b>2,73</b>									
				<b>Total Nilai Level-3 (g)</b>	<b>2,49</b>							
4	Kondisi IPAL	0,329	1,32	IPAL	0,787	2,27	Pemeliharaan	0,698	1,95			
2	Frekuensi pemantauan	0,442	0,88									
3	Pemantau	0,229	0,69									
<b>Total Nilai Level-4 (d)</b>			<b>2,89</b>									
3	Kondisi unit pendukung	0,195	0,59	Unit pendukung	0,213	0,52						
2	Frekuensi pemantauan	0,678	1,36									
4	Pemantau	0,127	0,51									
<b>Total Nilai Level-4 (d)</b>			<b>2,45</b>									
				<b>Total Nilai Level-3 (g)</b>	<b>2,79</b>							
							<b>Total Nilai Level-2 (i)</b>	<b>2,70</b>				

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1	
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)	
4	Perawatan	0,248	0,99	Masyarakat	0,816	3,14	Keterlibatan	0,837	3,01	Non-teknis	0,139	0,49	
4	Pembayaran	0,674	2,70										
2	Penanganan masalah	0,078	0,16										
Total Nilai Level-4 (d)			3,84										
2	Perawatan	0,642	1,28	KPP	0,184	0,46							
3	Pembuatan Peraturan/SOP	0,216	0,65										
4	Pengoperasian	0,142	0,57										
Total Nilai Level-4 (d)			2,50										
					Total Nilai Level-3 (g)		3,60						
3	Manfaat	0,389	1,17	Masyarakat	0,499	1,50	Wawasan	0,163	0,54				
3	Penggunaan pembayaran	0,094	0,28										
3	SOP/Peraturan	0,517	1,55										
Total Nilai Level-4 (d)			3,00										
4	Tugas pokok dan fungsi	0,58	2,32	KPP	0,501	1,84							
4	Iuran/pembayaran	0,091	0,36										
3	Sistem Koordinasi	0,329	0,99										
Total Nilai Level-4 (d)			3,67										
					Total Nilai Level-3 (g)		3,34						
								Total Nilai Level-2 (i)		3,55			
<b>Nilai IPAL</b>											<b>2,8</b>		

Tabel 4.61 Evaluasi IPAL Kramat Rahayu

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)
2	Kesesuaian desain	0,265	0,53	IPAL	0,71	1,51	Desain	0,302	0,66	Teknis	0,861	1,95
2	Kualitas efluen	0,612	1,22									
3	Efisiensi penyisihan	0,123	0,37									
Total Nilai Level-4 (d)			2,12									
4	Kesesuaian desain SPAL	0,45	1,80	Unit pendukung	0,29	0,68						
1	Kesesuaian desain manhole	0,125	0,13									
1	Kesesuaian desain bak kontrol	0,425	0,43									
Total Nilai Level-4 (d)			2,35									
				Total Nilai Level-3 (g)		2,19						
4	Kondisi IPAL	0,329	1,32	IPAL	0,787	2,09	Pemeliharaan	0,698	1,61			
2	Frekuensi pemantauan	0,442	0,88									
2	Pemantau	0,229	0,46									
Total Nilai Level-4 (d)			2,66									
1	Kondisi unit pendukung	0,195	0,20	Unit pendukung	0,213	0,21						
1	Frekuensi pemantauan	0,678	0,68									
1	Pemantau	0,127	0,13									
Total Nilai Level-4 (d)			1,00									
				Total Nilai Level-3 (g)		2,31						
								Total Nilai Level-2 (i)		2,27		

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)
4	Perawatan	0,248	0,99	Masyarakat	0,816	3,14	Keterlibatan	0,837	3,05	Non-teknis	0,139	0,47
4	Pembayaran	0,674	2,70									
2	Penanganan masalah	0,078	0,16									
Total Nilai Level-4 (d)			3,84									
3	Perawatan	0,642	1,93	KPP	0,184	0,51						
2	Pembuatan Peraturan/SOP	0,216	0,43									
3	Pengoperasian	0,142	0,43									
Total Nilai Level-4 (d)			2,78									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,65						
2	Manfaat	0,389	0,78	Masyarakat	0,499	1,35	Wawasan	0,163	0,30			
4	Penggunaan pembayaran	0,094	0,38									
3	SOP/Peraturan	0,517	1,55									
Total Nilai Level-4 (d)			2,71									
1	Tugas pokok dan fungsi	0,58	0,58	KPP	0,501	0,50						
1	luran/pembayaran	0,091	0,09									
1	Sistem Koordinasi	0,329	0,33									
Total Nilai Level-4 (d)			1,00									
				Total Nilai Level-3 (g)		1,85						
								Total Nilai Level-2 (i)		3,36		
<b>Nilai IPAL</b>											<b>2,4</b>	

Tabel 4.62 Evaluasi IPAL Telaga Abadi

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)
4	Kesesuaian desain	0,265	1,06	IPAL	0,710	1,97	Desain	0,302	0,83	Teknis	0,861	2,26
2	Kualitas efluen	0,612	1,22									
4	Efisiensi penyisihan	0,123	0,49									
<b>Total Nilai Level-4 (d)</b>			<b>2,78</b>									
4	Kesesuaian desain SPAL	0,450	1,80	Unit pendukung	0,290	0,79						
4	Kesesuaian desain manhole	0,125	0,50									
1	Kesesuaian desain bak kontrol	0,425	0,43									
<b>Total Nilai Level-4 (d)</b>			<b>2,73</b>									
				<b>Total Nilai Level-3 (g)</b>	<b>2,76</b>							
4	Kondisi IPAL	0,329	1,32	IPAL	0,787	2,27	Pemeliharaan	0,698	1,79			
2	Frekuensi pemantauan	0,442	0,88									
3	Pemantau	0,229	0,69									
<b>Total Nilai Level-4 (d)</b>			<b>2,89</b>									
3	Kondisi unit pendukung	0,195	0,59	Unit pendukung	0,213	0,30						
1	Frekuensi pemantauan	0,678	0,68									
1	Pemantau	0,127	0,13									
<b>Total Nilai Level-4 (d)</b>			<b>1,39</b>									
				<b>Total Nilai Level-3 (g)</b>	<b>2,57</b>							
							<b>Total Nilai Level-2 (i)</b>	<b>2,63</b>				

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)
4	Perawatan	0,248	0,99	Masyarakat	0,816	3,14	Keterlibatan	0,837	2,91	Non-teknis	0,139	0,47
4	Pembayaran	0,674	2,70									
2	Penanganan masalah	0,078	0,16									
Total Nilai Level-4 (d)			3,84									
1	Perawatan	0,642	0,64	KPP	0,184	0,34						
3	Pembuatan Peraturan/SOP	0,216	0,65									
4	Pengoperasian	0,142	0,57									
Total Nilai Level-4 (d)			1,86									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,48						
4	Manfaat	0,389	1,56	Masyarakat	0,499	1,69	Wawasan	0,163	0,50			
3	Penggunaan pembayaran	0,094	0,28									
3	SOP/Peraturan	0,517	1,55									
Total Nilai Level-4 (d)			3,39									
3	Tugas pokok dan fungsi	0,58	1,74	KPP	0,501	1,38						
4	luran/pembayaran	0,091	0,36									
2	Sistem Koordinasi	0,329	0,66									
Total Nilai Level-4 (d)			2,76									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,08						
							Total Nilai Level-2 (i)		3,41			
<b>Nilai IPAL</b>											<b>2,7</b>	

Tabel 4.63 Evaluasi IPAL Siwalan Wonokitri

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)
4	Kesesuaian desain	0,265	1,06	IPAL	0,710	1,88	Desain	0,302	0,81	Teknis	0,861	2,77
2	Kualitas efluen	0,612	1,22									
3	Efisiensi penyisihan	0,123	0,37									
Total Nilai Level-4 (d)			2,65									
4	Kesesuaian desain SPAL	0,45	1,80	Unit pendukung	0,290	0,79						
4	Kesesuaian desain manhole	0,125	0,50									
1	Kesesuaian desain bak kontrol	0,425	0,43									
Total Nilai Level-4 (d)			2,73									
				Total Nilai Level-3 (g)		2,67						
4	Kondisi IPAL	0,329	1,32	IPAL	0,787	3,15	Pemeliharaan	0,698	2,40			
4	Frekuensi pemantauan	0,442	1,77									
4	Pemantau	0,229	0,92									
Total Nilai Level-4 (d)			4,00									
3	Kondisi unit pendukung	0,195	0,59	Unit pendukung	0,213	0,30						
1	Frekuensi pemantauan	0,678	0,68									
1	Pemantau	0,127	0,13									
Total Nilai Level-4 (d)			1,39									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,44						
								Total Nilai Level-2 (i)		3,21		

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)
4	Perawatan	0,248	0,99	Masyarakat	0,816	3,07	Keterlibatan	0,837	2,96	Non-teknis	0,139	0,49
4	Pembayaran	0,674	2,70									
1	Penanganan masalah	0,078	0,08									
Total Nilai Level-4 (d)			3,77									
2	Perawatan	0,642	1,28	KPP	0,184	0,46						
3	Pembuatan Peraturan/SOP	0,216	0,65									
4	Pengoperasian	0,142	0,57									
Total Nilai Level-4 (d)			2,50									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,53						
3	Manfaat	0,389	1,17	Masyarakat	0,499	1,80	Wawasan	0,163	0,59			
4	Penggunaan pembayaran	0,094	0,38									
4	SOP/Peraturan	0,517	2,07									
Total Nilai Level-4 (d)			3,61									
4	Tugas pokok dan fungsi	0,58	2,32	KPP	0,501	1,84						
4	luran/pembayaran	0,091	0,36									
3	Sistem Koordinasi	0,329	0,99									
Total Nilai Level-4 (d)			3,67									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,64						
								Total Nilai Level-2 (i)		3,55		
<b>Nilai IPAL</b>											<b>3,3</b>	

Tabel 4.64 Evaluasi IPAL Sri Rejeki XI

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)
4	Kesesuaian desain	0,265	1,06	IPAL	0,710	1,97	Desain	0,302	0,79	Teknis	0,861	2,75
2	Kualitas efluen	0,612	1,22									
4	Efisiensi penyisihan	0,123	0,49									
Total Nilai Level-4 (d)			2,78									
3	Kesesuaian desain SPAL	0,450	1,35	Unit pendukung	0,290	0,66						
4	Kesesuaian desain manhole	0,125	0,50									
1	Kesesuaian desain bak kontrol	0,425	0,43									
Total Nilai Level-4 (d)			2,28									
				Total Nilai Level-3 (g)		2,63						
4	Kondisi IPAL	0,329	1,32	IPAL	0,787	3,15	Pemeliharaan	0,698	2,40			
4	Frekuensi pemantauan	0,442	1,77									
4	Pemantau	0,229	0,92									
Total Nilai Level-4 (d)			4,00									
3	Kondisi unit pendukung	0,195	0,59	Unit pendukung	0,213	0,30						
1	Frekuensi pemantauan	0,678	0,68									
1	Pemantau	0,127	0,13									
Total Nilai Level-4 (d)			1,39									
				Total Nilai Level-3 (g)		3,44						
							Total Nilai Level-2 (i)		3,20			

Skor	Keterangan Level-4	Bobot Level-4	Nilai Level-4	Keterangan Level-3	Bobot Level-3	Nilai Level-3	Keterangan Level-2	Bobot Level-2	Nilai Level-2	Keterangan Level-1	Bobot Level-1	Nilai Level-1	
(a)		(b)	(c) : (a)x(b)		(e)	(f) : (d)x(e)		(h)	(i) : (g)x(h)		(j)	(k) : (i)x(j)	
4	Perawatan	0,248	0,99	Masyarakat	0,816	3,14	Keterlibatan	0,837	3,01	Non-teknis	0,139	0,50	
4	Pembayaran	0,674	2,70										
2	Penanganan masalah	0,078	0,16										
Total Nilai Level-4 (d)			3,84										
2	Perawatan	0,642	1,28	KPP	0,184	0,46							
3	Pembuatan Peraturan/SOP	0,216	0,65										
4	Pengoperasian	0,142	0,57										
Total Nilai Level-4 (d)			2,50										
				Total Nilai Level-3 (g)		3,60							
4	Manfaat	0,389	1,56	Masyarakat	0,499	2,00	Wawasan	0,163	0,60				
4	Penggunaan pembayaran	0,094	0,38										
4	SOP/Peraturan	0,517	2,07										
Total Nilai Level-4 (d)			4,00										
4	Tugas pokok dan fungsi	0,580	2,32	KPP	0,501	1,67							
4	luran/pembayaran	0,091	0,36										
2	Sistem Koordinasi	0,329	0,66										
Total Nilai Level-4 (d)			3,34										
				Total Nilai Level-3 (g)		3,67							
								Total Nilai Level-2 (i)		3,61			
<b>Nilai IPAL</b>											<b>3,3</b>		

Masing-masing IPAL yang telah dievaluasi dan dinilai akan diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil. Semakin besar nilai IPAL maka semakin sesuai dengan kriteria desain. Semakin kecil nilainya maka IPAL tersebut banyak tidak sesuai dengan kriteria desain. IPAL yang tidak sesuai dengan kriteria desain perlu dilakukan revitalisasi agar lebih efektif. Berikut ini merupakan rekapitulasi nilai hasil evaluasi dari masing-masing IPAL (Tabel 4.65).

**Tabel 4.65 Rekapitulasi hasil penilaian IPAL**

<b>Nama KPP</b>	<b>Teknis</b>	<b>Non- teknis</b>	<b>Nilai</b>	<b>Ranking</b>
Peganden Sehat	2,928	0,514	3,4	1
Higienis 2	2,828	0,501	3,3	2
Jati	2,579	0,282	2,9	5
Kauman sehat	2,325	0,494	2,8	6
Kramat Rahayu	1,954	0,466	2,4	8
Telaga Abadi	2,261	0,474	2,7	7
Siwalan Wonokitri	2,765	0,493	3,3	3
Sri Rejeki XI	2,754	0,502	3,3	4

Berdasarkan Tabel 4.65, IPAL Peganden Sehat memiliki nilai tertinggi yang menunjukkan bahwa kinerja dan kesesuaian desainnya sangat baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai evaluasi yang mencapai 3,4 dari skala 4. IPAL yang memiliki nilai terendah adalah IPAL Kramat Rahayu dengan nilai 2,4. Berdasarkan hasil analisis, IPAL Kramat Rahayu harus dilakukan perbaikan terlebih dahulu dibanding IPAL lainnya. Hal ini karena IPAL Kramat Rahayu memiliki ketidaksesuaian aspek teknis dan non-teknis yang tinggi.

#### **4.6.2 Hubungan aspek teknis dengan hasil penilaian masing-masing IPAL**

Berdasarkan hasil evaluasi aspek teknis berbanding lurus dengan penilaian masing-masing IPAL. IPAL yang memiliki banyak kesamaan di aspek teknisnya memiliki nilai yang baik.

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air limbah, IPAL Jati dan IPAL Kramat Rahayu memiliki kualitas yang baik dibandingkan IPAL yang lainnya. Kualitas air limbah dipengaruhi oleh debit dan dimensi bangunan IPAL. Berdasarkan hasil evaluasi, kedua bangunan IPAL sudah memenuhi kriteria desain. Namun, sambungan rumah kedua IPAL kurang dari 75 SR yaitu antara 60-65 SR. Berdasarkan hasil evaluasi ini dapat disimpulkan bahwa semua jenis IPAL yang ada di Kabupaten Gresik dapat mengolah air limbah secara ideal apabila memiliki sambungan rumah 60-65 SR. IPAL yang memiliki SR lebih besar dibandingkan target dan kurang dari target perencanaan memiliki kualitas efluen yang buruk. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya parameter yang tidak memenuhi baku mutu.

Berdasarkan hasil observasi lapangan, diketahui bahwa diameter kurang dari 100 mm dapat digunakan sebagai saluran IPAL. IPAL Sri Rejeki XI memiliki diameter kurang dari 100 mm namun alirannya masih lancar dan tidak mengalami kebuntuan. Berdasarkan hasil observasi, diketahui bahwa freeboard pada bangunan IPAL sangat besar sehingga IPAL tidak dapat mengolah air limbah secara maksimal. IPAL yang memiliki freeboard besar disebabkan oleh pipa SPAL yang terlalu dalam. Maka dari itu, sebaiknya IPAL yang memiliki pipa SPAL dalam dilengkapi dengan pompa.

#### **4.6.3 Hubungan aspek non-teknis dengan hasil penilaian masing-masing IPAL**

Berdasarkan hasil evaluasi, aspek non-teknis mempengaruhi efektifitas IPAL. IPAL yang tidak pernah dikuras akan menyebabkan kualitas efluen melebihi baku mutu. IPAL Telaga Abadi memiliki kualitas efluen yang baik meskipun tidak pernah dikuras karena melakukan penambahan mikroba. Semua IPAL yang tidak dikuras memiliki kandungan TSS, BOD, dan COD yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh mikroba yang telah jenuh dan mati sehingga tidak dapat mendegradasi zat organik dan menjadi biomassa yang mengendap. Biomassa yang mengendap berlebihan akan menyebabkan efluen IPAL keruh dan menyebabkan kandungan TSS tinggi.

Pemantauan dan pemeliharaan IPAL juga mempengaruhi kinerja IPAL di Kabupaten Gresik. IPAL yang rutin dilakukan pemantauan memiliki kualitas efluen dan kinerja yang baik. IPAL yang dilengkapi dengan SOP dan dilakukan pembayaran juga mempengaruhi kinerja IPAL. SOP IPAL digunakan agar KPP maupun masyarakat mengetahui cara pengoperasian dan perawatan yang baik. Masyarakat yang membayar iuran akan memiliki kesadaran dalam memelihara IPAL. Iuran yang dilakukan di masyarakat digunakan untuk kebutuhan operasional, perawatan, dan penggantian alat yang rusak. Wawasan juga salah satu faktor penting yang mempengaruhi kinerja IPAL. Wawasan masyarakat dan KPP yang baik tentang IPAL menyebabkan kinerja IPAL juga baik. Namun dalam aplikasinya, masyarakat dan KPP belum memiliki wawasan yang baik tentang IPAL sehingga diperlukan pelatihan. Pelatihan dilakukan oleh dinas terkait kepada masyarakat dan KPP.

#### **4.7 Strategi Peningkatan Kinerja IPAL**

Penentuan strategi dalam peningkatan kinerja IPAL dilakukan berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan pada masing-masing IPAL. Dari hasil evaluasi, akan diberikan masukan strategi dalam meningkatkan kinerja IPAL. Berikut ini merupakan contoh penentuan strategi IPAL Peganden Sehat.

IPAL Peganden Sehat merupakan unit IPAL yang menggunakan sistem JSI. Berdasarkan kesesuaian desain, IPAL Peganden sehat memiliki jumlah kompartemen kurang dari kriteria desain. Namun tidak menjadi masalah karena HRT, Vup, dan OLR COD sudah memenuhi kriteria desain. Kualitas efluen IPAL Peganden Sehat parameter BOD dan COD tidak memenuhi baku mutu karena tidak dikuras secara teratur. Berdasarkan hasil kuisioner, sejak beroperasi IPAL Peganden Sehat dikuras selama 2 tahun sekali. Namun, berdasarkan hasil analisis produksi lumpur yang dihasilkan IPAL Peganden Sehat tinggi sehingga diperoleh hasil perhitungan waktu pengurasan ideal sebagai berikut:  
Direncanakan:

1. Debit peganden sehat : 9,05 m<sup>3</sup>/hari : 6898,02 L/hari
2. [TSS]<sub>in</sub> : 2056 mg/L
3. [TSS]<sub>out</sub> : 20 mg/L

4. Densitas lumpur ( $p$  solid) : 2,65 kg/L
5. Densitas air ( $p$  air) : 1 kg/L
6. Kadar solid : 4%
7. Kadar air : 96%
8. Dimensi IPAL peganden sehat:
  - Panjang : 10,2 meter
  - Lebar : 3 meter
  - Kedalaman : 3 meter

Perhitungan:

1. Densitas lumpur ( $p$ )

$$\begin{aligned}
 p \text{ lumpur} &= \frac{(\%solid \times p \text{ solid}) + (\%air \times p \text{ air})}{(\%solid + \%air)} \\
 &= \frac{(4\% \times 2,65) + (96\% \times 1)}{(4\% + 96\%)} = 1,06 \text{ kg/L}
 \end{aligned}$$

2. Massa lumpur

$$\begin{aligned}
 &= 1/\%lumpur \times ([TSS]_{in} - [TSS]_{out}) \times Q \\
 &= (1/4\%) \times (2056 \text{ mg/L} - 20 \text{ mg/L}) \times 6898,02 \text{ L/hari} \times 10^{-6} \text{ kg/mg} \\
 &= 351,1 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

3. Volume lumpur

$$\begin{aligned}
 &= \text{massa lumpur} / \text{densitas lumpur} \\
 &= 351,1 \text{ kg/hari} / 1,06 \text{ kg/L} \\
 &= 329,4 \text{ L/hari atau } 0,3294 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

4. Volume ruang pengendapan

$$\begin{aligned}
 &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times (0,7 \times \text{tinggi}) \\
 &= 10,2 \text{ meter} \times 3 \text{ meter} \times (0,7 \times 3 \text{ meter}) = 64,26 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

5. Waktu pengurasan

$$\begin{aligned}
 &= \text{volume ruang pengendapan} / \text{volume lumpur} \\
 &= 64,26 \text{ m}^3 / 0,3294 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 195,1 \text{ hari atau } 0,53 \text{ tahun} \approx 1 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisis, IPAL Peganden Sehat sebaiknya dikuras secara berkala selama 1 tahun sekali agar proses di dalam IPAL berjalan secara efektif. Konsentrasi amonia dalam efluen IPAL juga melebihi baku mutu sehingga perlu diberikan pengolahan lanjutan. Pengolahan lanjutan yang diberikan pada IPAL Peganden Sehat adalah penambahan blower dan diffuser. Blower dan diffuser digunakan untuk menginjeksikan oksigen

dalam air limbah untuk menciptakan kondisi aerob. Proses nitrifikasi biologis adalah proses yang paling umum digunakan untuk menghilangkan senyawa nitrogen dalam air limbah khususnya air limbah domestik (Handayani, 2012). Berikut ini merupakan perhitungan kebutuhan blower dan diffuser untuk meremoval kandungan amonia dalam air limbah.

### **Kebutuhan Diffuser**

#### Produksi biomass (Px)

Direncanakan:

1. Debit (Q) : 7,69 m<sup>3</sup>/hari : 7690 L/hari
2. BODin (So) : 247,9 mg/L
3. BODout (Se) : 30 mg/L
4. Koefisien yield (Y) : 0,6 mg MLVSS/mg BOD  
(0,4-0,8 mg MLVSS/mg BOD)
5. Koefisien kematian (Kd) : 0,06 hari<sup>-1</sup>  
(0,025-0,075 hari<sup>-1</sup>)
6. Umur lumpur (θc) : 40 hari
7. TKN : 40 mg/L
8. Ne : 5 mg/L
9. Yn : 0,1 grVSS/grBOD

Perhitungan:

1. Px biologi

$$Px \text{ bio} = \frac{Q(So - Se)Y}{1 + (kd \cdot \theta c)}$$

$$Px \text{ bio} = \frac{7690 \frac{L}{\text{hari}} \left( 247,9 \frac{\text{mg}}{L} - 30 \frac{\text{mg}}{L} \right) 0,6 \frac{\text{mg MLVSS}}{\text{mg BOD}}}{1 + (0,06 / \text{hari} \times 40 \text{ hari})}$$

$$= 295703,1176 \text{ mg MLVSS/hari}$$

$$= 0,296 \text{ kg MLVSS/hari}$$

2. Px NOx

Dalam menentukan Px NOx, harus terlebih dahulu dihitung total NOx yang akan dioksidasi sisa proses sintesa sel zat organik.

$$[NOx] = TKN - Ne$$

$$= 40 \text{ mg/L} - 5 \text{ mg/L}$$

$$= 35 \text{ mg/L}$$

3. Kdn =  $K_{d20} (1,04)^{T-20}$   
= 0,12 (1,04)<sup>30-20</sup>  
= 0,18

$$\begin{aligned}
 4. \text{ PXn} &= \frac{Q(NOx)Yn}{1+(Kdn \times \theta c)} \\
 &= \frac{7690 \frac{L}{\text{hari}} \left(35 \frac{mg}{L}\right) 0,1 \text{ grVSS/grBOD}}{1+(0,18 / \text{hari} \times 40 \text{ hari})} \\
 &= 3282,33 \text{ mg/hari} \\
 &= 0,003282 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

5. Iterasi II

$$\begin{aligned}
 \text{PXn} &= \text{TKN} - \text{Ne} - \frac{0,12 \text{ Px}}{Q} \\
 &= 40 \text{ mg/L} - 5 \text{ mg/L} - \frac{0,12 \times 0,003282 \text{ kg/hari}}{7690 \text{ L/hari}} \\
 &= 35 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L} - 0,0512 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L} \\
 &= 34,9 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L} \text{ atau } 34,95 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PXn} &= \frac{Q(NOx)Yn}{1+(Kdn \times \theta c)} \\
 &= \frac{7690 \frac{L}{\text{hari}} \left(34,95 \frac{mg}{L}\right) 0,1 \text{ grVSS/grBOD}}{1+(0,18 / \text{hari} \times 40 \text{ hari})} \\
 &= 3277,5 \text{ mg/hari} \\
 &= 0,003277514 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Iterasi III

$$\begin{aligned}
 \text{PXn} &= \text{TKN} - \text{Ne} - \frac{0,12 \text{ Px}}{Q} \\
 &= 40 \text{ mg/L} - 5 \text{ mg/L} - \frac{0,12 \times 0,0032775 \text{ kg/hari}}{7690 \text{ L/hari}} \\
 &= 35 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L} - 0,05114 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L} \\
 &= 34,95 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L} \text{ atau } 34,95 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PXn} &= \frac{Q(NOx)Yn}{1+(Kdn \times \theta c)} \\
 &= \frac{7690 \frac{L}{\text{hari}} \left(34,95 \frac{mg}{L}\right) 0,1 \text{ grVSS/grBOD}}{1+(0,18 / \text{hari} \times 40 \text{ hari})} \\
 &= 3277,5 \text{ mg/hari} \\
 &= 0,0032775 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Iterasi IV

$$\begin{aligned}
 \text{PXn} &= \text{TKN} - \text{Ne} - \frac{0,12 \text{ Px}}{Q} \\
 &= 40 \text{ mg/L} - 5 \text{ mg/L} - \frac{0,12 \times 0,0032775 \text{ kg/hari}}{7690 \text{ L/hari}} \\
 &= 35 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L} - 0,05114 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L} \\
 &= 34,95 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L} \text{ atau } 34,95 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PXn} &= \frac{Q(\text{NOx})Yn}{1+(Kdn \times \theta c)} \\
 &= \frac{7690 \frac{\text{L}}{\text{hari}} \left(34,95 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) 0,1 \text{ grVSS}/\text{grBOD}}{1+(0,18 / \text{hari} \times 40 \text{ hari})} \\
 &= 3277,52 \text{ mg/hari} = 0,00327 \text{ kg/hari} \\
 6. \text{ Ptotal} &= \text{Px bio} + \text{Px n} \\
 &= 0,296 \text{ kg/hari} + 0,00327 \text{ kg/hari} \\
 &= 0,29898 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

### Neraca nitrogen

Rumus kimia biomassa adalah  $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2\text{P}_{0,26}$

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Kebutuhan N} &= \frac{\text{Berat atom N}}{\text{Berat molekul sel}} \\
 &= \frac{14}{(12 \times 5) + (7 \times 1) + 14 + (16 \times 2) + (0,26 \times 30)} \times 100\% \\
 &= 11,58\% \text{ atau } 12\% \\
 2. \text{ Sisa N} &= \text{Qin} \times [\text{N-NH}_3] - (12\% \times \text{Px}) \\
 &= (7690 \text{ L/hari} \times 5 \text{ mg/L}) - (12\% \times 0,29898 \text{ kg/hari}) \\
 &= 0,03845 \text{ kg/hari} - 0,03588 \text{ kg/hari} = 0,0026 \text{ kg/hari} \\
 3. \text{ Jumlah Nitrogen} &= \text{pembentukan N dan sisa N} \\
 &= (\% \text{kebutuhan N} \times \text{Px}) + \text{sisa N} \\
 &= (12\% \times 0,2989 \text{ kg/hari}) + 0,0026 \text{ kg/hari} \\
 &= 0,03848 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Terdapat sisa nitrogen sehingga terjadi proses nitrifikasi di dalam air limbah (Metcalf, 2003).

### Kebutuhan oksigen (Ro)

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Oc} &= \text{kebutuhan O}_2 \text{ untuk oksidasi karbon atau} \\
 &\text{penurunan BOD} \\
 &= \text{Q (So-Se)} \\
 &= 7690 \text{ L/hari} (247,9 \text{ mg/L} - 30 \text{ mg/L}) \\
 &= 1675651 \text{ mg/hari} \text{ atau } 1,675651 \text{ kg/hari} \\
 2. \text{ Or} &= \text{Kebutuhan O}_2 \text{ untuk respirasi endogenus} \\
 &= 1,42 \times \text{Px} \\
 &= 1,43 \times 0,2988 \text{ kg/hari} \\
 &= 0,4238876 \text{ kg/hari} \\
 3. \text{ On} &= \text{kebutuhan O}_2 \text{ untuk nitrifikasi} \\
 &= 4,33 \times \text{jumlah nitrogen} \\
 &= 4,33 \times 0,0026 \text{ kg/hari} \\
 &= 0,00111 \text{ kg/hari} \\
 4. \text{ Ro} &= \text{Oc} - \text{Or} + \text{On}
 \end{aligned}$$

$$= (1,675651 - 0,4238876 + 0,00111) \text{ kg/hari}$$

$$= 1,2522 \text{ kg/hari}$$

#### Kebutuhan diffuser

Direncanakan diffuser yang akan digunakan adalah Fine Buble Disk Diffuser dengan merk Purescience SIDI2 (Gambar 4.36) yang memiliki spesifikasi produk sebagai berikut:

1. Diameter : 10 inc : 260 mm : 26 cm
2. Transfer oksigen : 0,15 kg/m<sup>3</sup>.jam (0,112-0,185 kg/m<sup>3</sup>.jam)
3. Aliran udara : 8 m<sup>3</sup>/jam atau 0,13 m<sup>3</sup>/menit
4. Kedalaman maximal : 3,2 meter



Gambar 4.36 *Fine Buble Disk Diffuser* Merk *Purescience SIDI2*  
 Sumber: [www.biomicrobe.com](http://www.biomicrobe.com)

Dalam perencanaan ini, direncanakan:

1. Kebutuhan oksigen : 1,2522 kg/hari
2. Kedalaman : 2,3 meter  
 Kedalaman direncanakan 2,3 meter agar terdapat ruang dibawah diffuser sebagai tempat pengendapan biomass.

#### Penentuan jumlah dan letak diffuser

Direncanakan:

1. Kejenuhan kelarutan gas pada 760 mmHg (Cs) : 8,4 mg/L
2. Tekanan barometrik (P) : 750 mmHg
3. Tekanan jenuh uap air (pu) : 23,8 mmHg
4. Tekanan : 1 atm : 10,34 m air : 101,37 kPa : 760 mmHg
5. Oksigen dalam gelembung yang larut di air : 8%
6. Debit udara sesuai spesifikasi diffuser (Ga) : 0,13 m<sup>3</sup>/jam
7. Kedalaman difuser (D) : 2,3 meter
8. Konsentrasi DO pada kedalaman air (Cl) : 2 mg/L
9. Koefisien transfer air ( $\alpha$ ) : 0,75

## Perhitungan

1. Kejenuhan kelarutan gas (Cs) pada suhu 30°C

$$Cs_{30} = (Cs)_{760} \times \frac{P - p_u}{760 - p_u}$$

$$Cs_{30} = 8,4 \text{ mg/L} \times \frac{750 \text{ mmHg} - 23,8 \text{ mmHg}}{760 - 23,8 \text{ mmHg}} = 8,286 \text{ mg/L}$$

2. Tekanan absolut (Pr)

Kehilangan energi yang disebabkan oleh gesekan udara dalam pipa distribusi sebesar 10 kPa (Widoro, 2015).

$$\begin{aligned} Pr &= Patm + (\text{Hair}/10,34) \times 101,37 \text{ kPa} + \text{kehilangan energi} \\ &= 1 \text{ atm} + ((2,3 \text{ m}/10,34) \times 101,37 \text{ kPa}) + 10 \text{ kPa} \\ &= 101,37 \text{ kPa} + 22,548 \text{ kPa} + 10 \text{ kPa} \\ &= 133,92 \text{ kPa} \end{aligned}$$

3. Persentase gas pada aliran udara (Oe)

Kandungan oksigen di udara sebesar 21%

$$\begin{aligned} Oe &= 21\% \times (1 - \% \text{udara larut dalam air}) \\ &= 21\% \times (1 - 8\%) \\ &= 0,1932 \text{ atau } 19,32\% \end{aligned}$$

4. Konsentrasi kejenuhan gas pada kedalaman tertentu (Cm)

$$\begin{aligned} Cm &= Cs_{30} \times \left( \frac{Pr}{203} + \frac{Oe}{42} \right) \\ &= 8,286 \text{ mg/L} \times \left( \frac{133,92 \text{ kPa}}{203} + \frac{19,32}{42} \right) \\ &= 9,28 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

5. Massa oksigen yang dikeluarkan oleh diffuser

$$\begin{aligned} N &= 0,04233 G a^{(1-0,1)} D^{0,67} (Cm - Cl) \times 1,02^{(T-20)\alpha} \\ &= 0,04233 \cdot (0,13 \text{ m}^3/\text{jam})^{(1-0,1)} \cdot (2,3 \text{ m})^{0,67} \cdot (9,28 \text{ mg/L} - 2 \text{ mg/L}) \\ &\quad \times 1,02^{(30-20) \cdot 0,75} \\ &= 0,08026 \text{ kg.O}_2/\text{jam} \end{aligned}$$

6. Jumlah diffuser

$$\begin{aligned} \text{Jumlah diffuser} &= \text{kebutuhan oksigen sehari} / (24 \text{ jam} \times N) \\ &= 1,2522 \text{ kg/hari} / (24 \text{ jam} \times 0,08026 \text{ kg.O}_2/\text{jam}) \\ &= 0,65 \text{ buah} \approx 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

7. Letak diffuser

Karena diffuser yang dibutuhkan adalah 1 buah, maka diletakkan di kompartemen terakhir unit IPAL.

## **Kebutuhan Kompresor/Blower**

### Volume gas yang masuk inlet (Vi)

Menggunakan persamaan:

$$\frac{P_s.V_s}{T_s} = \frac{P_i.V_i}{T_i} \text{ atau } V_i = \frac{P_s.T_i}{P_i.T_s} \times V_s$$

Dimana:

Ps : Tekanan pada keadaan standar

Pi : Tekanan pada tempat perencanaan/inlet

Ts : Suhu pada keadaan standart ('K)

Ti : Suhu pada lokasi perencanaan ('K)

Vs : Volume gas yang dikeluarkan dalam keadaan standart

Vi : Volume gas yang masuk ke dalam inlet

Direncanakan :

1. Vs : 0,133 m<sup>3</sup>/menit x 1 unit  
: 0,133 m<sup>3</sup>/menit : 0,0022 m<sup>3</sup>/s
2. Ps : 760 mmHg atau 101,325 kPa
3. Pi : 750 mmHg atau 99,992 kPa
4. Ts : 20'C  
: 273 + 20 : 293 'K
5. Ti : 30'C  
: 273 +30 : 303 'K

Perhitungan

1. Volume gas yang masuk inlet (Vi)

$$\begin{aligned} V_i &: \frac{P_s.T_i}{P_i.T_s} \times V_s \\ &: \frac{101,325 \text{ kPa} \times 303 \text{ K}}{99,992 \text{ kPa} \times 293 \text{ K}} \times 0,0022 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &: 0,00233 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

### Massa aliran udara (F)

Menggunakan persamaan :

$$F : V_i \times \rho \text{ udara}$$

Dimana

Vi : Laju aliran udara total (m<sup>3</sup>/s)

$\rho$  udara : Massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

Udara yang memiliki tekanan 9,9 kPa dan suhu 30'C memiliki massa jenis sebesar 1,175 kg/m<sup>3</sup>

Perhitungan:

$$F : 0,00233 \text{ m}^3/\text{detik} \times 1,175 \text{ kg/m}^3 : 0,002736224 \text{ kg/detik}$$

### Kebutuhan Daya Kompresor

Menggunakan persamaan :

$$P = \frac{F \times R \times T_i}{C \times n \times E} \times \left( \left( \frac{P_r}{P_i} \right)^n - 1 \right)$$

Dimana:

F : Massa aliran udara (kg/s)

R : 0,288

T<sub>i</sub> : Suhu pada inlet tempat perencanaan ('K)

C : 1,0

N : 0,283 untuk udara

E : Efisiensi (70-80%)

P<sub>i</sub> : Tekanan pada tempat perencanaan/inlet (kPa)

P<sub>r</sub> : Tekanan pada outlet (kPa)

Direncanakan :

1. Massa aliran udara (F) : 0,00274 kg/detik
2. R : 0,288
3. Suhu pada inlet tempat perencanaan (T<sub>i</sub>) : 298'K
4. C : 1,0
5. n untuk udara : 0,283
6. Tekanan pada outlet (P<sub>r</sub>) : 133,92 kPa
7. Efisiensi (E) : 75%
8. Tekanan pada tempat perencanaan/inlet (P<sub>i</sub>) : 750 mmHg  
: 99,992 kPa

Perhitungan :

$$P = \frac{0,00274 \frac{\text{kg}}{\text{detik}} \times 0,288 \times 303\text{K}}{1,0 \times 0,283 \times 75\%} \times \left( \left( \frac{133,92}{99,992} \right)^{0,283} - 1 \right)$$

$$= 0,09696 \text{ Kw}$$

### **Waktu detensi dalam proses nitrifikasi**

Direncanakan:

1. Konsentrasi amonia yang masuk (N<sub>in</sub>) : 89,979 mg/L
2. Koefisien pertumbuhan untuk proses nitrifikasi (Y<sub>n</sub>) : 0,15 kg.MLVSS/kg.N
3. Koefisien kelahiran (Y) : 0,6 mg.MLVSS/mg.BOD  
(0,4-0,8 mg.MLVSS/mg.BOD)
4. BOD<sub>in</sub> : 247,9 mg/L

5. BODout : 30 mg/L
6. Debit (Q) : 7690 L/hari
7. Konsentrasi MLSS atau TSS (Xv) : 2056 mg/L

Perhitungan:

1. Mengkonversi nilai nitrogen yang masuk (Nr)

$$\begin{aligned} \text{Nr} &= 0,814 \times \text{Nin} \\ &= 0,814 \times 89,979 \text{ mg/L} = 73,24 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Mencari substrat yang hilang (Sr)

$$\begin{aligned} \text{Sr} &= (\text{BODin} - \text{BODout}) \times \text{Q} \times 10^{-6} \\ &= (247,9 - 30) \text{ mg/L} \times 7690 \text{ L/hari} \times 10^{-6} \\ &= 1,675651 \text{ kg.BOD} \end{aligned}$$

3. Mencari fraksi dalam proses nitrifikasi (Fn)

$$\begin{aligned} \text{Fn} &= \frac{\text{Yn} \times \text{Nr}}{(\text{Yn} \times \text{Nr}) + (\text{Y} \times \text{Sr})} \\ &= \frac{0,15 \frac{\text{kg.MLVSS}}{\text{kg.N}} \times 73,24 \text{ mg/L}}{\left(0,15 \frac{\text{kg.MLVSS}}{\text{kg.N}} \times 73,24 \text{ mg/L}\right) + \left(0,6 \frac{\text{mg.MLVSS}}{\text{mg.BOD}} \times 1,68 \text{ kg.BOD}\right)} \\ &= 0,916160 \text{ atau } 91,62\% \end{aligned}$$

4. Menghitung laju nitrifikasi (Rn)

$$\begin{aligned} \text{Rn} &= 1,04 \times 1,09^{(T-20)} \times \text{Fn} \times \text{Xv} \times 0,75 \\ &= 1,04 \times 1,09^{(30-20)} \times 91,62\% \times 2056 \text{ mg/L} \times 0,75 \\ &= 3478,199 \text{ mg/L.hari} \end{aligned}$$

5. Waktu detensi proses nitrifikasi

$$\begin{aligned} \theta &= (\text{Nr}/\text{Rn}) \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= (73,24 \text{ mg/L}/3478,199 \text{ mg/L.hari}) \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 0,505 \text{ jam} \end{aligned}$$

Apabila waktu detensi proses nitrifikasi lebih besar dari waktu detensi unit IPAL, maka menggunakan waktu detensi nitrifikasi dalam desain. Berdasarkan hasil perhitungan, waktu detensi proses nitrifikasi lebih cepat dibanding waktu detensi IPAL. Sehingga ketika IPAL ditambahkan diffuser dan blower tidak perlu menambahkan kompartemen baru. IPAL Peganden Sehat juga perlu membangun manhole pada sistem penyaluran air limbah untuk mempermudah pemeliharaan. Bak kontrol pada IPAL Peganden sehat perlu dilakukan pengecekan dan pengurusan secara berkala karena kedalamannya tidak sesuai dengan kriteria desain.

Pengecekan efisiensi removal proses anaerob-aerob pada IPAL  
Peganden Sehat yang sudah dimodifikasi

Diketahui :

BOD<sub>in</sub> : 247,9 mg/L

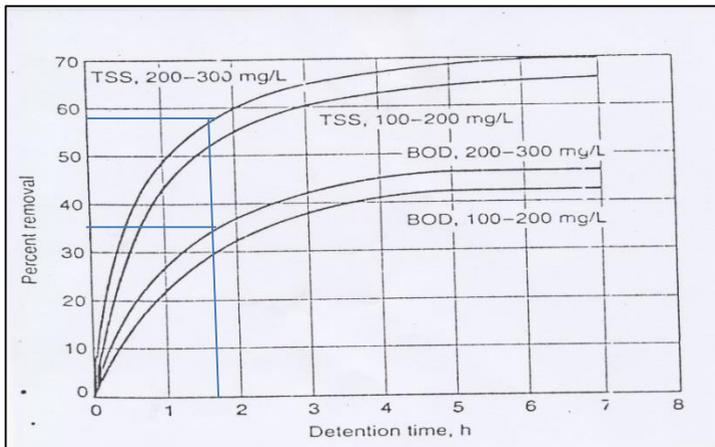
COD<sub>in</sub> : 600 mg/L

TSS<sub>in</sub> : 2056 mg/L

td kompartemen 1 : 1,63 jam

Perhitungan :

1. Menentukan removal masing-masing parameter di kompartemen 1 IPAL. Nilai removal BOD dan TSS ditentukan menggunakan diagram berikut ini (Gambar 4.37).



Gambar 4.37 Grafik Removal TSS dan BOD Berdasarkan Waktu Detensi  
Sumber: Metcalf dan Eddy, 2003

Berdasarkan Gambar 4.37, efisiensi removal penyisihan BOD, COD, dan TSS berturut-turut sebesar 35%, 35%, dan 58%. Berikut ini merupakan perhitungan removal masing-masing parameter:

a. BOD

Outlet :  $(100\% - 35\%) \times 247,9 \text{ mg/L} : 161,14 \text{ mg/L}$

Massa terremoval :  $35\% \times 247,9 \text{ mg/L} \times 20840 \text{ L/hari}$   
: 1,808 kg/hari

b. COD

Outlet :  $(100\% - 35\%) \times 600 \text{ mg/L} : 390 \text{ mg/L}$

Massa terremoval :  $35\% \times 600 \text{ mg/L} \times 20840 \text{ L/hari}$   
:  $4,38 \text{ kg/hari}$

c. TSS

Outlet :  $(100\% - 58\%) \times 2056 \text{ mg/L} : 863,52 \text{ mg/L}$

Massa terremoval :  $58\% \times 2056 \text{ mg/L} \times 20840 \text{ L/hari}$   
:  $24,85 \text{ kg/hari}$

2. Perhitungan persen removal parameter BOD, COD, dan TSS di kompartemen IPAL Peganden Sehat.

Efisiensi removal BOD didapatkan dari Gambar 4.38-4.42

Faktor grafik BOD *removal effect of organic overloading*

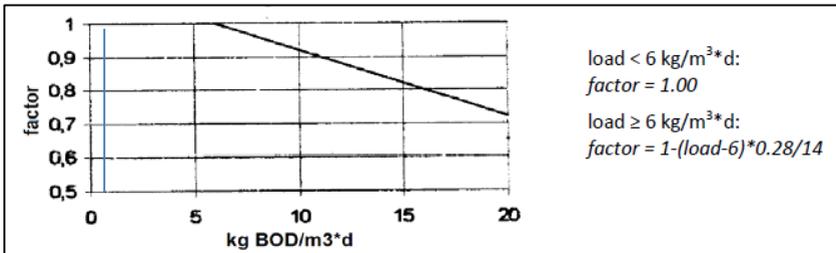
Diketahui :

HRT : 105,73 jam

BOD<sub>in</sub> : 161,14 mg/L

COD<sub>in</sub> : 390 mg/L

TSS<sub>in</sub> : 863,52 mg/L



Gambar 4.38 ABR: *Effect Of Organic Over Loading In BOD Removal*

Sumber : DEWATS, 2010

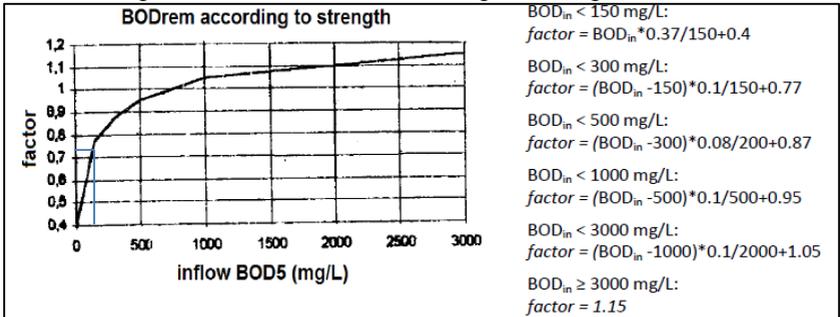
Overloading BOD :  $[\text{BOD}]/\text{HRT}$

:  $161,14 \text{ mg/L} / 105,73 \text{ jam} \times 10^{-3} \times 24$

: 0,04

Faktor BOD removal : 1

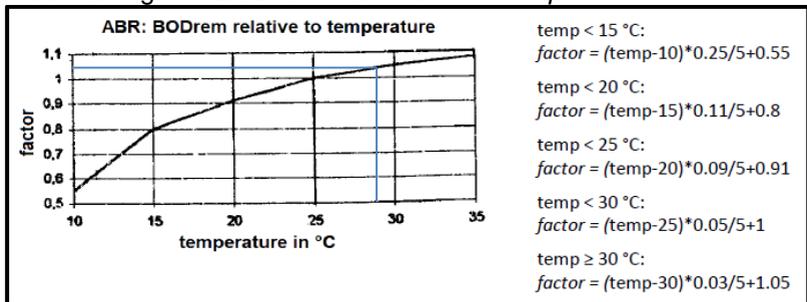
Faktor dari grafik *BOD removal according to strength*



Gambar 4.39 Grafik BOD Removal According To Strength  
 Sumber: DEWATS, 2010

Konsentrasi influent BOD : 161,14 mg/L  
 Faktor BOD removal : 0,75

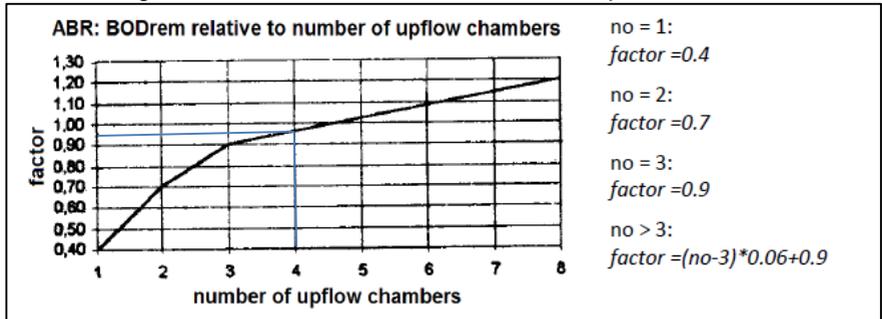
Faktor dari grafik *BOD removal relative to temperature*



Gambar 4.40 BOD Removal Relative To Temperatur  
 Sumber : DEWATS, 2010

Temperatur air limbah 28°C  
 Faktor temperatur : 1,05

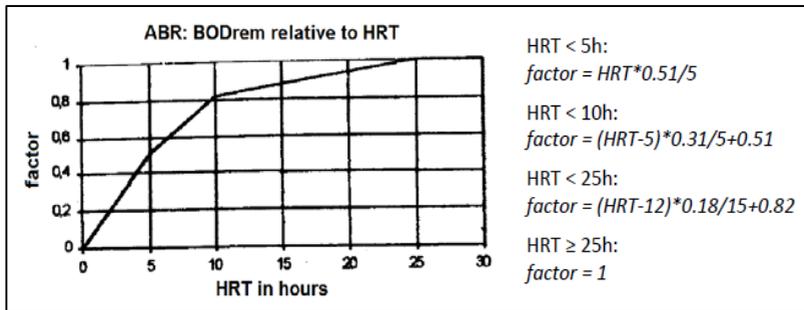
Faktor dari grafik *BOD removal relative to number upflow chamber*



Gambar 4.41 BOD Removal Relative To Number Upflow Chamber  
 Sumber: DEWATS, 2010

Total kompartemen ABR : 4  
 Faktor : 0,95

Faktor dari BOD *removal relative to HRT*



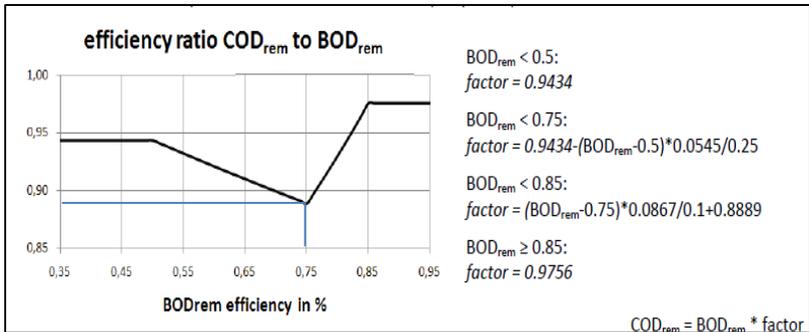
Gambar 4.42 Grafik BOD Removal Relative To HRT  
 Sumber: DEWATS, 2010

HRT IPAL : 105,73 jam

Faktor : 1

Maka, persentase removal BOD IPAL :  $1 \times 0,75 \times 1,05 \times 0,95 \times 1$   
 : 75%

Persentase removal COD didapatkan dari Grafik 4.43 berikut ini:  
 180



Gambar 4.43 Grafik Efficiency COD Removal To BOD Removal  
Sumber: DEWATS, 2010

BOD removal : 75%

Faktor removal COD :  $0,9434 - (BOD_{rem} - 0,5) \times 0,0545 / 0,25$   
: 0,89

Removal COD : %removal BOD x faktor  
: 75% x 0,89  
: 0,67 atau 67%

TSS removal : 90% (Saputri, 2010)

Berikut ini merupakan perhitungan removal masing-masing parameter:

a. BOD

Outlet :  $(100\% - 75\%) \times 161,14 \text{ mg/L} : 40,3 \text{ mg/L}$

Massa terremoval :  $75\% \times 161,14 \text{ mg/L} \times 20840 \text{ L/hari}$   
: 2,52 kg/hari

b. COD

Outlet :  $(100\% - 67\%) \times 390 \text{ mg/L} : 128,7 \text{ mg/L}$

Massa terremoval :  $67\% \times 390 \text{ mg/L} \times 20840 \text{ L/hari}$   
: 5,45 kg/hari

c. TSS

Outlet :  $(100\% - 90\%) \times 863,52 \text{ mg/L} : 86,35 \text{ mg/L}$

Massa terremoval :  $90\% \times 863,52 \text{ mg/L} \times 20840 \text{ L/hari}$   
: 16,2 kg/L

Berdasarkan perhitungan, apabila satu kompartemen digunakan untuk proses aerob maka memenuhi.

IPAL Peganden Sehat sudah beroperasi dengan baik, namun harus tetap dilakukan pemantauan secara berkala. Pembangunan IPAL yang berbasis masyarakat, seharusnya melibatkan masyarakat pula dalam pemeliharannya. Masyarakat yang terlibat aktif dalam pembangunan maupun perawatan menjadi salah satu tolak ukur keberhasilan pembangunan IPAL.

KPP merupakan kelompok yang bertanggung jawab dalam mengkoordinir masyarakat. Berdasarkan hasil wawancara, KPP belum pernah terlibat dalam pengurusan IPAL sejak IPAL dibangun. Hal ini karena selama beroperasi, IPAL Peganden Sehat masih belum pernah dilakukan pengurusan. Namun, dalam mempermudah perawatan seharusnya masing-masing KPP memiliki SOP. IPAL Peganden Sehat sudah memiliki beberapa SOP kecuali SOP pengoperasian IPAL. SOP pengoperasian yang dibuat oleh KPP seharusnya memuat cara menjalankan IPAL dan unit-unit pendukungnya. Setelah SOP pengoperasian selesai dibuat, KPP memiliki tanggung jawab dalam sosialisasi kepada masyarakat. Sosialisasi bertujuan untuk memberikan wawasan kepada masyarakat sehingga masyarakat dapat mengambil peran dalam menjalankan maupun merawat IPAL.

Strategi peningkatan kinerja IPAL Peganden Sehat akan ditabulasikan kedalam rencana aksi. Rencana aksi merupakan tabulasi permasalahan, solusi, dan penanggung jawab dari setiap strategi yang telah dirumuskan. Melalui rencana aksi strategi akan dilaksanakan dan diharapkan mampu meningkatkan kinerja dari IPAL komunal terbangun di Kabupaten Gresik. Masing-masing IPAL memiliki permasalahan dan strategi yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi lingkungannya. Berikut ini Tabel 4.66 sampai dengan Tabel 4.73 merupakan rencana aksi dari masing-masing IPAL terbangun di Kabupaten Gresik

**Tabel 4.66 Strategi atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Peganden Sehat**

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab	
Teknis	Desain	1 Jumlah kompartemen IPAL tidak sesuai dengan kriteria desain	Tidak menjadi masalah karena HRT, OLR, dan Vup pada IPAL Peganden Sehat masih memenuhi kriteria.	Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi penambahan diffuser dan kompresor pada IPAL Peganden Sehat: Jenis diffuser : Disk diffuser dengan merk purescience SIDI 2. Jumlah diffuser : 1 buah. Diameter : 10 inc. Kedalaman : 2,3 m. Daya kompresor minimal 0,097 kWh	Dinas	
		2 parameter COD, BOD, dan amonia pada efluen IPAL tidak memenuhi baku mutu air limbah	Berdasarkan hasil analisis, parameter COD dan BOD yang masih tinggi disebabkan oleh banyaknya biomass (lumpur) dalam IPAL. Sehingga mikroorganisme tidak efektif mendegradasi zat organik karena jumlahnya berlebihan. Sehingga IPAL perlu dilakukan pengurusan secara teratur untuk meminimalisir kelebihan zat organik. Kandungan amonia dalam air limbah tidak dapat dikurangi apabila IPAL memiliki sistem anorganik. Sehingga perlu ditambahkan diffuser dan kompresor untuk menginjeksikan oksigen ke dalam air limbah agar amonia terdegradasi menjadi nitrat.			
		3 Sistem IPAL tidak memiliki manhole	Membuat manhole, karena manhole berfungsi untuk mengontrol aliran dan perawatan IPAL apabila mengalami penyumbatan	Manhole memiliki jarak kurang dari 40 m, kedalaman lebih dari 1 m, dan dapat dibuka		Dinas
		4 Bak kontrol memiliki kedalaman kurang dari kriteria desain	Melakukan pengurusan dan pemantauan secara berkala. Bak kontrol yang memiliki kedalaman kurang dari kriteria desain akan cepat penuh akibat penumpukan kotoran. Bak kontrol yang mengalami pendangkalan apabila tidak dikuras secara berkala dikhawatirkan akan meluap dan mengalami kebuntuan.	Berdasarkan hasil perhitungan, waktu pengurusan IPAL Peganden Sehat adalah 1 tahun sekali. Hal ini karena tingginya zat pengotor dalam sistem IPAL.		KPP dan masyarakat
	Pemeliharaan	1 Masyarakat tidak terlibat secara aktif dalam pemeliharaan IPAL	Masyarakat dapat dilibatkan dalam pemantauan unit pendukung (bak kontrol atau manhole). Keterlibatan masyarakat sangat penting untuk meningkatkan kepeduliannya dalam merawat IPAL			

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Non teknis	Keterlibatan	1 Selama pengoperasiannya, IPAL belum pernah dilakukan pengurasan	Melakukan pengurasan secara berkala agar biomass (lumpur) di dalam IPAL tidak menumpuk dan mengganggu kinerja IPAL		
		2 Tidak terdapat SOP pengoperasian IPAL	Membuat SOP pengoperasian IPAL	SOP IPAL meliputi cara mengatasi kebuntuan, waktu pemantauan, waktu pengurasan, dan waktu pergantian filter	KPP
	Wawasan	1 Pelanggan IPAL dikenakan biaya operasional. Namun, kurang dari 80% masyarakat mengetahui penggunaan iuran	KPP memiliki asas transparansi, sehingga KPP wajib untuk menginformasikan penggunaan iuran IPAL kepada masyarakat. Penginformasian dapat dilakukan di dalam forum musyawarah yang dilakukan bersama dengan masyarakat	Membuat forum musyawarah yang dihadiri oleh KPP dan masyarakat selama 1 bulan sekali. Forum musyawarah dengan masyarakat, KPP, dan dinas terkait juga harus diadakan 2 bulan sekali. Agenda musyawarah : penginformasian penggunaan iuran, diskusi permasalahan IPAL, dan himbauan untuk merawat sistem IPAL	KPP dan dinas terkait
		2 Belum pernah terdapat musyawarah dengan dinas terkait	Melakukan musyawarah yang melibatkan masyarakat, KPP, dan dinas terkait secara teratur. Musyawarah dilakukan untuk mengontrol kondisi IPAL dan mencari solusi apabila terdapat keluhan di masyarakat.		

**Tabel 4.67 Strategi atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Higienis 2**

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Teknis	Desain	1 Jumlah kompartemen pada IPAL Higienis tidak memenuhi kriteria desain	Tidak menjadi masalah karena HRT, OLR, dan Vup pada IPAL Peganden Sehat masih memenuhi kriteria.	Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi penambahan diffuser dan kompresor pada IPAL Higienis 2 sebagai berikut: Jenis diffuser : Disk diffuser dengan merk purescience SIDI 2. Jumlah diffuser : 3 buah. Diameter : 10 inc. Kedalaman : 2,3 m. Daya kompresor minimal 0,097 kWh	Dinas
		2 Parameter COD, BOD, TSS, dan amonia dalam efluen air limbah tidak memenuhi baku mutu	Parameter BOD, COD, dan TSS tidak memenuhi karena IPAL tidak dikuras secara teratur. Hal ini menyebabkan kandungan biomass (lumpur) menumpuk sehingga mikroorganisme tidak dapat mendegradasi zat organik secara efektif. Kandungan amonia dalam air limbah di degradasi dengan cara menambahkan diffuser dan kompresor pada kompartemen IPAL. Hal ini karena amonia tidak dapat didegradasi apabila dalam keadaan anaerob.		
		3 Terdapat bak kontrol dalam sistem IPAL. Namun, kedalaman bak kontrol kurang dari kriteria desain	Bak kontrol harus dikontrol dan dikuras secara teratur. Kedalaman bak kontrol yang kurang dari kriteria menyebabkan bak kontrol cepat penuh karena penumpukan kotoran. Bak kontrol yang dangkal dan tidak dikontrol secara teratur berpotensi mengalami peluapan.		
	Pemeliharaan	1 Pemantauan hanya dilakukan pada bangunan IPAL dan tidak dilakukan pada bak kontrol	Melakukan pemantauan dan perawatan pada bangunan IPAL, manhole, dan bak kontrol	Berdasarkan hasil perhitungan, waktu pengurasan IPAL Higienis 2 adalah 1 tahun sekali.	KPP dan masyarakat
		2 Selama beroperasi, IPAL belum pernah dilakukan pengurasan	Melakukan pengurasan secara teratur sesuai perhitungan produksi lumpur dan kapasitas IPAL		
		3 Sistem IPAL tidak pernah dilakukan penggelontoran	Melakukan penggelontoran secara terjadwal untuk menghindari bau dan penyumbatan pada saluran IPAL		

**Tabel 4.68 Strategi atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Jati**

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Teknis	Desain	1 Jumlah kompartemen IPAL tidak sesuai dengan kriteria desain	Tidak menjadi masalah karena HRT, OLR, dan Vup pada IPAL Peganden Sehat masih memenuhi kriteria.	Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi penambahan diffuser dan kompresor pada IPAL Jati sebagai berikut: Jenis diffuser : Disk diffuser dengan merk purescience SIDI 2. Jumlah diffuser : 1 buah. Diameter : 10 inc. Kedalaman : 2,3 m. Daya kompresor minimal 0,097 kWh	Dinas
		2 Parameter TSS dan amonia dalam efluen IPAL tidak memenuhi baku mutu air limbah	Parameter TSS pada IPAL Jati tidak memenuhi baku mutu karena IPAL tidak pernah dikuras. Lumpur pada IPAL mengalami ekspansi sehingga terbawa oleh efluen air limbah. IPAL harus dilakukan pengurasan secara teratur agar pengendapan pada kompartemen pertama berjalan efektif.		
		3 Terdapat bak kontrol yang tidak dapat dibuka karena tertimbun dalam tanah. Selain itu, terdapat bak kontrol yang memiliki kedalaman kurang dari kriteria desain	Memperbaiki bak kontrol yang tertimbun agar dapat dibuka. Bak kontrol digunakan untuk mengontrol aliran dan mencegah penyumbatan. Apabila bak kontrol tidak dapat dibuka, maka fungsi bak kontrol tidak berjalan. Bak kontrol yang memiliki kedalaman kurang dari kriteria harus dilakukan pengurasan secara berkala. Hal ini dilakukan agar bak kontrol tidak mengalami peluapan akibat pendangkalan.		
	Pemeliharaan	1 KPP dan masyarakat kurang terlibat dalam pemeliharaan IPAL. Pemeliharaan IPAL hanya dilakukan oleh dinas terkait	Melakukan pemeliharaan IPAL secara teratur setiap satu bulan sekali. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi pengecekan kondisi bangunan IPAL, manhole, dan bak kontrol. Pemeliharaan IPAL dilakukan oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait. Pembagian tugas harus dilakukan agar semua pihak terlibat dalam pemeliharaan IPAL. Masyarakat bertanggung jawab untuk memelihara bak kontrol, KPP dan dinas terkait bertanggung jawab untuk memelihara manhole dan bangunan IPAL.		
		2 Pemeliharaan hanya dilakukan pada bangunan IPAL. Bak kontrol dan beberapa manhole tidak pernah dilakukan pemeliharaan			
		3 Selama IPAL beroperasi, IPAL belum pernah dilakukan pengurasan			

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Non teknis	Keterlibatan	1 Biaya operasional IPAL tidak dibebankan langsung kepada masyarakat sehingga tidak ada iuran/pembayaran. Biaya operasional IPAL didapatkan dari uang KAS RT	Biaya operasional IPAL sebaiknya dibebankan langsung kepada masyarakat untuk menimbulkan tanggung jawab dalam merawat IPAL. Besarnya biaya operasional menyesuaikan kemampuan masyarakat penyambung.		KPP
		2 Keterlibatan KPP masih rendah karena IPAL tidak memiliki SOP pengoperasian, perawatan, dan pergantian alat.	Memberikan wawasan kepada KPP terkait pembuatan SOP IPAL. Membuat SOP pengoperasian, perawatan, dan pergantian alat	Membuat forum musyawarah yang dihadiri oleh KPP dan masyarakat selama 1 bulan sekali. Forum musyawarah dengan masyarakat, KPP, dan dinas terkait juga harus diadakan 2 bulan sekali. Agenda musyawarah : sosialisasi tugas pokok dan fungsi IPAL, SOP, penginformasian penggunaan iuran, diskusi permasalahan IPAL, dan himbauan untuk merawat sistem IPAL	KPP dan dinas terkait
	Wawasan	1 Kurang dari 80% masyarakat yang merasakan manfaat IPAL	Memberikan wawasan kepada masyarakat terkait manfaat, SOP, dan penggunaan iuran/pembayaran IPAL. Wawasan dapat diberikan melalui poster atau musyawarah yang dihadiri oleh masyarakat dan KPP		
		2 Kurang dari 80% masyarakat mengetahui penggunaan iuran/pembayaran IPAL			
		3 Kurang dari 80% masyarakat mengetahui SOP IPAL			
		4 KPP sudah memiliki pembagian tugas yang jelas, namun tidak semua anggota KPP mengetahuinya. Hal tersebut mengakibatkan terkadang tugas pokok dan fungsi KPP tidak berjalan	Melakukan sosialisasi terkait tugas pokok dan fungsi KPP agar terjadi pembagian tugas yang jelas.		
		5 Tidak terdapat pembukuan penggunaan iuran/pembayaran IPAL. Sehingga pengeluaran IPAL tidak dapat terukur	KPP memiliki asas transparansi sehingga wajib memiliki pembukuan keuangan IPAL. Pembukuan ini berfungsi untuk mengetahui total pemasukan dan pengeluaran yang dibutuhkan untuk perawatan IPAL.		

**Tabel 4.69 Strategi atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Kauman Sehat**

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Teknis	Desain	1 Parameter COD, BOD, TSS, dan amonia efluen IPAL tidak memenuhi baku mutu air limbah	Parameter BOD, COD, dan TSS tidak memenuhi karena IPAL tidak dikuras secara teratur. Hal ini menyebabkan kandungan biomass (lumpur) menumpuk sehingga mikroorganisme tidak dapat mendegradasi zat organik secara efektif. Kandungan amonia dalam air limbah di degradasi dengan cara menambahkan diffuser dan kompresor pada kompartemen IPAL. Hal ini karena amonia tidak dapat didegradasi apabila dalam keadaan anaerob.	Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi penambahan diffuser dan kompresor pada IPAL kauman sehat sebagai berikut: Jenis diffuser : Disk diffuser dengan merk purescience SIDI 2. Jumlah diffuser : 5 buah. Diameter : 10 inc. Kedalaman : 2 m. Daya kompresor minimal 0,097 kWh	Dinas
		2 Sistem IPAL tidak memiliki bak kontrol	Membuat bak kontrol pada sistem IPAL untuk mengurangi konsentrasi TSS yang masuk ke IPAL. Selain itu, keberadaan bak kontrol penting karena berfungsi untuk memantau aliran dan mencegah kebuntuan.	Bak kontrol direncanakan ukuran 50x50 cm. Kedalaman bak kontrol 50 cm. Bak kontrol ditutup plat beton dan dapat dibuka	Dinas
	Pemeliharaan	1 IPAL dilakukan pemeliharaan, namun waktu pemeliharaan tidak teratur	Melakukan pemeliharaan IPAL secara teratur setiap satu bulan sekali. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi pengecekan kondisi bangunan IPAL, manhole, dan bak kontrol. Pemeliharaan IPAL dilakukan oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait.	Pemeliharaan IPAL dan unit pendukung dilakukan satu bulan sekali. Berdasarkan perhitungan, pengurusan IPAL dilakukan 1 tahun.	KPP, masyarakat, dan dinas terkait
		2 Masyarakat kurang terlibat dalam pemeliharaan IPAL. Pemeliharaan IPAL hanya dilakukan oleh KPP dan dinas terkait			
		3 Pemeliharaan juga dilakukan pada manhole, namun waktu pemeliharaan yang dilakukan tidak teratur			
		4 Selama IPAL beroperasi, tidak pernah dilakukan pengurusan			

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Non teknis	Keterlibatan	1 Keterlibatan KPP dalam pemeliharaan IPAL masih kurang. Hal ini dibuktikan dengan tidak terdapatnya SOP pergantian alat	Membuat SOP yang digunakan untuk perawatan IPAL. SOP dibuat agar setiap orang bisa mengoperasikan IPAL sesuai dengan prosedur	SOP yang dibuat meliputi SOP operasional, perawatan, dan pergantian alat	KPP
	Wawasan	1 Biaya pengoperasian IPAL dibebankan pada masyarakat. Namun, kurang dari 80% masyarakat mengetahui penggunaan iuran/pembayaran	Melakukan musyawarah dengan masyarakat, KPP, dan dinas terkait secara teratur. Musyawarah yang dilakukan meliputi wawasan menjalankan IPAL, SOP, dan transparansi keuangan IPAL.	Membuat forum musyawarah yang dihadiri oleh KPP dan masyarakat selama 1 bulan sekali. Forum musyawarah dengan masyarakat, KPP, dan dinas terkait juga harus diadakan 2 bulan sekali.	KPP, masyarakat, dan dinas terkait
		2 Kurang dari 80% masyarakat yang mengetahui SOP IPAL			
3 Belum pernah terdapat musyawarah dengan dinas terkait					

**Tabel 4.70 Strategi atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Kramat Rahayu**

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Teknis	Desain	1 Parameter COD dan amonia dalam efluen IPAL tidak memenuhi baku mutu	Parameter COD tidak memenuhi baku mutu menunjukkan bahwa kandungan zat organik di dalam IPAL tinggi. IPAL ditambahkan diffuser dan kompresor untuk mendegradasi COD dan amonia dalam air limbah.	Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi penambahan diffuser dan kompresor pada IPAL kramat rahayu sebagai berikut: Jenis diffuser : Disk diffuser dengan merk purescience SIDI 2. Jumlah diffuser : 1 buah. Diameter : 10 inc. Kedalaman : 2 m. Daya kompresor minimal 0,097 kWh	Dinas
		2 Tidak terdapat unit pendukung (manhole dan bak kontrol) dalam sistem IPAL	Memberikan manhole dan bak kontrol pada sistem IPAL. Manhole dan bak kontrol dalam sistem IPAL berfungsi untuk mencegah penyumbatan dan kontrol aliran IPAL.	Berdasarkan PerMen PUPR Nomer 4 Tahun 2017, jarak antar manhole kurang dari 40 m. Kedalaman manhole lebih dari 1 meter. Manhole harus tertutup namun dapat dibuka ketika dilakukan perawatan. Bak kontrol berukuran 50x50 cm. Kedalaman bak kontrol 50 cm. Bak kontrol tertutup plat beton namun harus dapat dibuka.	Dinas
	Pemeliharaan	1 Terdapat pemantauan IPAL, namun pemantauan dilakukan tidak teratur	Melakukan pemantauan IPAL secara teratur. Pemantauan dilakukan oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait. Pemantauan yang dilakukan meliputi bangunan IPAL, manhole, dan bak kontrol	Pemantauan dilakukan selama satu bulan sekali oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait. Masyarakat memiliki kewajiban memantau bak kontrol. KPP dan dinas memiliki kewajiban mengontrol manhole dan bangunan IPAL	KPP, masyarakat, dan dinas terkait
		2 Masyarakat dan KPP tidak terlibat dalam pemeliharaan IPAL			
		3 Pemantauan dan pemeliharaan hanya dilakukan pada bangunan IPAL			
		4 IPAL belum pernah dilakukan pengurasan	Melakukan pengurasan IPAL secara teratur	Berdasarkan perhitungan, IPAL kramat rahayu dilakukan pengurasan selama 1 tahun sekali.	KPP dan masyarakat

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Non teknis	Keterlibatan	1 Peran KPP masih kurang, dibuktikan dengan tidak terdapatnya SOP operasional dan pergantian alat pada unit IPAL	Peran KPP ditingkatkan kembali dengan cara memberikan wawasan pentingnya keberadaan KPP bagi sistem IPAL. Wawasan yang diberikan kepada KPP termasuk pentingnya pembuatan SOP dalam sistem IPAL	Memberikan wawasan kepada KPP dan masyarakat. Wawasan diberikan melalui sosialisasi maupun poster.	KPP dan dinas terkait
		2 Anggota KPP masih kurang karena hanya berjumlah dua orang			
	Wawasan	1 kurang dari 80% masyarakat merasakan manfaat IPAL	Memberikan wawasan kepada masyarakat tentang manfaat IPAL, SOP, dan peran mereka dalam perawatan IPAL.		
		2 kurang dari 80% masyarakat mengetahui SOP IPAL			
		3 Belum terdapat pembagian tugas yang jelas dalam KPP akibat kurangnya wawasan terkait tugas pokok dan fungsi KPP dalam sistem IPAL			
4	Tidak memiliki pembukuan anggaran IPAL	KPP memiliki asas transparansi sehingga wajib memiliki pembukuan keuangan IPAL. Pembukuan ini berfungsi untuk mengetahui total pemasukan dan pengeluaran yang dibutuhkan untuk perawatan IPAL.	Melakukan forum yang melibatkan KPP, masyarakat, dan dinas terkait. Forum musyawarah antara KPP dan masyarakat dilakukan satu bulan sekali. Forum musyawarah antara KPP, masyarakat, dan dinas dilakukan dua bulan sekali.	KPP, masyarakat, dan dinas terkait	
	5 koordinasi antara masyarakat, KPP, dan dinas masih rendah dibuktikan dengan tidak pernah adanya musyawarah yang mempertemukan masing-masing pihak	Melakukan musyawarah dengan masyarakat, KPP, dan dinas terkait secara teratur			

**Tabel 4.71 Strategi atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Telaga Abadi**

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Teknis	Desain	1 Parameter COD, BOD, TSS, dan amonia efluen air limbah tidak memenuhi baku mutu air limbah	Parameter BOD, COD, dan TSS tidak memenuhi karena IPAL tidak dikuras secara teratur. Hal ini menyebabkan kandungan biomass (lumpur) menumpuk sehingga mikroorganisme tidak dapat mendegradasi zat organik secara efektif. Kandungan amonia dalam air limbah di degradasi dengan cara menambahkan diffuser dan kompresor pada kompartemen IPAL. Hal ini karena amonia tidak dapat didegradasi apabila dalam keadaan anaerob.	Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi penambahan diffuser dan kompresor pada IPAL telaga abadi sebagai berikut: Jenis diffuser : Disk diffuser dengan merk purescience SIDI 2. Jumlah diffuser : 5 buah. Diameter : 10 inc. Kedalaman : 1,2 m. Daya kompresor minimal 0,097 kWh	Dinas
		2 Sistem IPAL tidak memiliki bak kontrol	Membuat bak kontrol pada sistem IPAL. Bak kontrol penting bagi sistem IPAL karena berfungsi untuk mengontrol aliran dan mencegah terjadinya kebuntuan.	Berdasarkan PerMen PUPR Nomer 4 Tahun 2017, bak kontrol berukuran 50x50 cm. Kedalaman bak kontrol 50 cm. Bak kontrol tertutup plat beton namun harus dapat dibuka.	Dinas
	Pemeliharaan	1 IPAL sudah dilakukan pemeliharaan, namun waktu dalam melakukan pemeliharaan tidak teratur	Melakukan pemeliharaan IPAL secara teratur. Pemeliharaan dilakukan oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait.	Pemantauan dilakukan selama satu bulan sekali oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait. Masyarakat memiliki kewajiban memantau bak kontrol. KPP dan dinas memiliki kewajiban mengontrol manhole dan bangunan IPAL	KPP, masyarakat, dan dinas terkait
		2 Masyarakat kurang terlibat dalam pemeliharaan IPAL. Pemeliharaan hanya dilakukan oleh KPP dan dinas terkait			
		3 Pemeliharaan hanya dilakukan pada bangunan IPAL, tidak pernah dilakukan pemeliharaan pada manhole			
		4 Selama IPAL beroperasi, IPAL belum pernah dilakukan pengurasan dan pengelontoran	Melakukan pengurasan IPAL secara teratur	Berdasarkan perhitungan, IPAL telaga abadi dilakukan pengurasan selama 1 tahun sekali.	KPP dan masyarakat

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Non teknis	Keterlibatan	1 Keterlibatan KPP dalam pemeliharaan IPAL masing kurang, karena tidak terdapat SOP pergantian alat	Memberikan wawasan kepada KPP terkait pentingnya SOP dan cara pembuatannya. Selain itu KPP diberikan wawasan terkait kewajibannya dalam mengkoordinasikan perawatan IPAL agar berjalan dengan baik.	Wawasan diberikan melalui sosialisasi maupun poster	KPP dan dinas terkait
		2 KPP sudah memiliki pembagian tugas yang jelas, namun tidak semua anggota KPP mengetahuinya. Hal tersebut mengakibatkan terkadang tugas pokok dan fungsi KPP tidak berjalan			
		3 Belum pernah terdapat musyawarah antara masyarakat dan dinas terkait	Melakukan musyawarah yang melibatkan masyarakat, KPP, dan dinas terkait. Masyarakat diberikan wawasan terkait SOP dan penggunaan iuran/pembayaran IPAL.		
	1 Biaya pengoperasian IPAL dibebankan pada masyarakat. Namun, kurang dari 80% masyarakat mengetahui penggunaan iuran/pembayaran				
	2 Kurang dari 80% masyarakat mengetahui SOP IPAL				
	Wawasan				

**Tabel 4.72 Strategi atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Siwalan Wonokitri**

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Teknis	Desain	1 Parameter COD, TSS, dan amonia dalam efluen air limbah tidak memenuhi baku mutu	Menambahkan bak kontrol untuk mengurangi konsentrasi kekeruhan air limbah yang masuk ke dalam IPAL sehingga TSS dapat memenuhi baku mutu. Selain itu TSS yang tidak memenuhi baku mutu juga disebabkan oleh biomass (lumpur) IPAL yang terekspansi dan terbawa efluen IPAL. Penambahan diffuser dan kompresor dilakukan untuk meremoval kandungan COD dan amonia dalam air limbah	Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi penambahan diffuser dan kompresor pada IPAL telaga abadi sebagai berikut: Jenis diffuser : Disk diffuser dengan merk purescience SIDI 2. Jumlah diffuser : 1 buah. Diameter : 10 inc. Kedalaman : 0,66 m. Daya kompresor minimal 0,097 kWh	Dinas
		2 Sistem IPAL tidak memiliki bak kontrol		Bak kontrol direncanakan ukuran 50x50 cm. Kedalaman bak kontrol 50 cm. Bak kontrol ditutup plat beton dan dapat dibuka	
	Pemeliharaan	1 Pemeliharaan hanya dilakukan pada bangunan IPAL. Manhole tidak pernah dilakukan pemeliharaan	Melakukan pemeliharaan IPAL, manhole, dan bak kontrol secara teratur. Pemeliharaan dilakukan oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait.	Pemantauan dilakukan selama satu bulan sekali oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait. Masyarakat memiliki kewajiban memantau bak kontrol. KPP dan dinas memiliki kewajiban mengontrol manhole dan bangunan IPAL	KPP, masyarakat, dan dinas terkait
		2 Selama pengoperasian IPAL, tidak pernah dilakukan pengurusan		Berdasarkan perhitungan, IPAL siwalan wonokitri dilakukan pengurusan selama 3 tahun sekali.	
		3 Sistem IPAL tidak pernah dilakukan pengelontoran			
	Non teknis	Keterlibatan	1 Keterlibatan KPP dalam pemeliharaan IPAL masing kurang, karena tidak terdapat SOP pergantian alat	Membuat SOP yang digunakan untuk perawatan IPAL. SOP dibuat agar setiap orang bisa mengoperasikan IPAL sesuai dengan prosedur	SOP yang dibuat meliputi SOP pengoperasian, perawatan, dan pergantian alat
Wawasan		1 Tidak pernah terdapat musyawarah terkait kondisi IPAL yang melibatkan masyarakat	Melakukan musyawarah yang melibatkan masyarakat, KPP, dan dinas terkait.	Forum musyawarah antara KPP dan masyarakat dilakukan satu bulan sekali. Forum musyawarah antara KPP, masyarakat, dan dinas dilakukan dua bulan sekali.	KPP, masyarakat, dan dinas terkait

**Tabel 4.73 Strategi atau Rencana Aksi Peningkatan Kinerja IPAL Sri Rejeki XI**

Aspek		Permasalahan	Solusi	Spesifikasi modifikasi	Penanggung jawab
Teknis	Desain	1 Parameter COD, BOD, TSS, dan amonia efluen IPAL tidak memenuhi baku mutu air limbah	Parameter BOD, COD, dan TSS tidak memenuhi karena IPAL tidak dikuras secara teratur. Hal ini menyebabkan kandungan biomass (lumpur) menumpuk sehingga mikroorganismenya tidak dapat mendegradasi zat organik secara efektif. Kandungan amonia dalam air limbah di degradasi dengan cara menambahkan diffuser dan kompresor pada kompartemen IPAL. Hal ini karena amonia tidak dapat didegradasi apabila dalam keadaan anaerob.	Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi penambahan diffuser dan kompresor pada IPAL sri rejeki XI sebagai berikut: Jenis diffuser : Disk diffuser dengan merk purescience SIDI 2. Jumlah diffuser : 4 buah. Diameter : 10 inc. Kedalaman : 1 m. Daya kompresor minimal 0,097 kWh	Dinas
		2 Diameter pipa SPAL kurang dari 100 mm, sehingga tidak memenuhi kriteria desain.	Mengganti pipa SPAL yang memiliki ukuran kurang dari 100 mm. Apabila diameter pipa SPAL lebih kecil dari 100 mm maka dikhawatirkan terjadi penyumbatan.	Berdasarkan PerMen PUPR No.4 Tahun 2017, diameter pipa SPAL minimal 100 mm karena membawa padatan.	Dinas
		3 Sistem IPAL tidak memiliki bak kontrol	Membuat bak kontrol pada sistem IPAL. Bak kontrol penting bagi sistem IPAL karena berfungsi untuk mengontrol aliran dan mencegah terjadinya kebuntuan.	Bak kontrol direncanakan ukuran 50x50 cm. Kedalaman bak kontrol 50 cm. Bak kontrol ditutup plat beton dan dapat dibuka	Dinas
	Pemeliharaan	1 Pemeliharaan hanya dilakukan pada bangunan IPAL. Manhole tidak pernah dilakukan pemeliharaan	Melakukan pemeliharaan IPAL, manhole, dan bak kontrol secara teratur. Pemeliharaan dilakukan oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait.	Pemantauan dilakukan selama satu bulan sekali oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait. Masyarakat memiliki kewajiban memantau bak kontrol. KPP dan dinas memiliki kewajiban mengontrol manhole dan bangunan IPAL	KPP, masyarakat, dan dinas terkait
		2 IPAL belum pernah dilakukan pengurasan dan pengelontoran	Melakukan pengurasan IPAL secara teratur	Berdasarkan perhitungan, IPAL siwalan wonokitri dilakukan pengurasan selama 2 tahun sekali.	KPP dan masyarakat
	Non teknis	Keterlibatan	1 Keterlibatan KPP dalam pemeliharaan IPAL masing kurang, karena tidak terdapat SOP operasional	Membuat SOP yang digunakan untuk perawatan IPAL. SOP dibuat agar setiap orang bisa mengoperasikan IPAL sesuai dengan prosedur	SOP yang dibuat meliputi SOP pengoperasian, perawatan, dan pergantian alat
Wawasan		1 Tidak pernah terdapat musyawarah terkait kondisi IPAL yang melibatkan masyarakat dan dinas terkait	Melakukan musyawarah yang melibatkan masyarakat, KPP, dan dinas terkait.	Forum musyawarah antara KPP dan masyarakat dilakukan satu bulan sekali. Forum musyawarah antara KPP, masyarakat, dan dinas dilakukan dua bulan sekali.	KPP, masyarakat, dan dinas terkait

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan evaluasi kinerja IPAL komunal di Kabupaten Gresik, maka didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Evaluasi aspek teknis dan non-teknis yang dilakukan pada delapan lokasi IPAL menunjukkan nilai evaluasi tertinggi adalah IPAL Peganden Sehat sebesar 3,4. IPAL Higienis 2, IPAL Siwalan Wonokitri, dan IPAL Sri Rejeki XI memiliki nilai 3,3. IPAL Jati memiliki nilai 2,9. IPAL Kauman Sehat memiliki nilai 2,8. IPAL Telaga Abadi memiliki nilai 2,7. Nilai evaluasi terendah adalah IPAL Kramat Rahayu. IPAL Kramat Rahayu memiliki nilai 2,1 dari skala 4. Berdasarkan hasil penilaian, IPAL Kramat Rahayu menjadi prioritas dalam peningkatan kinerja karena memiliki nilai terendah dibandingkan dengan IPAL yang lainnya.
2. Berdasarkan hasil evaluasi, strategi revitalisasi delapan IPAL komunal di Kabupaten Gresik antara lain:
  - a. IPAL Peganden Sehat ditambahkan 1 unit diffuser, kompressor, manhole, dan dilakukan pengurusan 1 tahun sekali. Sistem IPAL harus dilengkapi SOP dan melakukan forum musyawarah secara teratur.
  - b. IPAL Higienis 2 ditambah 3 unit diffuser, kompressor, dan dilakukan pengurusan 1 tahun sekali. IPAL juga harus dilakukan pemantauan satu bulan sekali oleh masyarakat, KPP, dan dinas terkait.
  - c. IPAL Jati ditambahkan 1 unit diffuser, kompressor, dan dilakukan pengurusan 3 tahun sekali. Forum musyawarah yang dihadiri KPP, masyarakat, dan dinas terkait juga harus dilakukan secara teratur.
  - d. IPAL Kauman Sehat ditambahkan 5 unit diffuser, kompressor, bak kontrol, dan dilakukan pemantauan satu bulan sekali. IPAL juga harus dikuras selama 1

- tahun sekali. Sistem IPAL harus dilengkapi dengan SOP dan diadakan forum musyawarah secara teratur.
- e. IPAL Kramat Rahayu ditambahkan 1 unit diffuser, kompressor, manhole, bak kontrol, dan dilakukan pengurusan selama satu tahun sekali. IPAL harus dilakukan pemantauan satu bulan sekali. Forum musyawarah juga harus dilakukan secara teratur untuk memberikan wawasan kepada masyarakat maupun KPP.
  - f. IPAL Telaga Abadi ditambahkan 5 unit diffuser, kompressor, bak kontrol, dan dilakukan pengurusan satu tahun sekali. Forum musyawarah harus dilakukan secara teratur untuk memberikan wawasan kepada masyarakat maupun KPP.
  - g. IPAL Siwalan Wonokitri ditambahkan 1 unit diffuser, kompressor, bak kontrol, dan dilakukan pengurusan 3 tahun sekali. IPAL juga harus memiliki SOP dan dilakukan pemantauan secara teratur. Forum musyawarah antara KPP, masyarakat, dan dinas terkait juga harus dilakukan secara teratur.
  - h. IPAL Sri Rejeki XI ditambahkan 4 buah diffuser, kompressor, bak kontrol, pergantian pipa SPAL, dan dilakukan pengurusan selama 2 tahun sekali. IPAL harus dilengkapi dengan SOP dan dilakukan pemantauan satu bulan sekali. Forum musyawarah juga harus dilakukan secara teratur.

## **5.2 Saran**

Hal-hal yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut tentang evaluasi kinerja IPAL komunal di Kabupaten Gresik adalah melakukan perhitungan debit eksisting di masing-masing IPAL. Selain itu, penggunaan diffuser dan kompressor perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efisiensinya dalam menghilangkan amonia yang ada pada air limbah. Sehingga air limbah dapat terdegradasi sempurna dan tidak mencemari lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, E T. 2009. Pelayanan Sanitasi Buruk: Akar Dari Kemiskinan. *Jurnal Analisis Sosial*. Vol 14 No 2
- Agustira, R. Lubis, K S. Jamilah. 2013. Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air, dan Debit Sungai Pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. Vol 1 No 3
- Ajakima, S O. Soedjono, E S. 2016. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Di Kelurahan Kedung Cowek Sebagai Upaya Revitalisasi Kawasan Pesisir Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 5 No. 2:2337-3539
- Alecsandri, V. 2011. Current Stage Of Domestic Wastewater Treatment In Small Plants. *Journal Of Engineering Studies and Research*. Vol 17 No 4
- Anonim. 2019. [www.biomicrobe.com](http://www.biomicrobe.com) diakses pada tanggal 17 Juni 2019 pukul 15.49 WIB.
- Anonim. 2016. Petunjuk Pelaksanaan Dana Alokasi Khusus (DAK) Bidang Infrastruktur Dan Sub Bidang Sanitasi. Jakarta: PUPR
- APHA, 1998. *Standart Methods For The Eximation Of Water analysis, Twentieth Edition*. Washington DC: American Public Health Association
- Appling, D. Habteselassie, M Y. Radcliffe, D. Bradshaw, J K. 2013. Preliminary Study on The Effect Of Wastewater Storage in Septic Tank on *E. Coli* Concentration in Summer. *Journal Water*. Vol 5 pp.1141-1151
- Asiwal, R S. Sar, K S. 2016. Wastewater Treatment by Effluent Treatment Plants. *SSRG International Journal of Civil Engineering*. Vol 3 No 12
- Balubaid, M. Alamoudi, R. 2015. Application Of The Analytical Hierarchy Process (AHP) to Multi-Criteria Analysis For Contractor Selection. *American Journal Of Industrial and Business Management*. Vol 5 pp.581-589
- Bartram, J. Cairncross, S. 2010. Hygiene, Sanitation, and Water: Forgotten Foundations of Health. *PLoS Medicine*. Vol 7 No 11

- Bassuney, D M. Ibrahim, W A. Moustafa, M A E. 2013. Performance of an Anaerobic Baffled Reactor (ABR) During Start-up Period. *International Journal of Chemical, Environmental, and Biological Sciences*. Vol 2 No 4
- Bhakti, A H. 2016. *Evaluasi Kinerja IPAL-IPAL Komunal Program Sanitasi Perkotaan Berbasis Masyarakat-Urban Sanitation and Rural Infrastructure (SPBM-USRI) Tahun Pembangunan 2012-2014 di Surabaya*. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Bounds, T R. 2007. Design and Performance of Septic Tanks. *American Society for Testing Materials*. Vol 1 No 8
- BPS. 2016. Kecamatan Gresik Dalam Angka. Gresik: Badan Pusat Statistik
- BPS. 2018. Kabupaten Gresik Dalam Angka. Gresik: Badan Pusat Statistik
- Doraja, P.H. Shovitri, M. Kuswystasari, N D. 2012. Biodegradasi Limbah Domestik Dengan menggunakan Inokulum Alami Dari Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol 1 No 1
- Daud, A. Anwar. 2005. *Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan*. Makassar: Hasanudin University Press (LEPHAS)
- Ellis, R. Edlen, G. 2008. *Onsite Wastewater Treatment Systems: A Technical Review*. Portland: Seattle Public Utilities, Utility System Management Branch
- Fakhrana, D. Johnny. Apriani, I. 2015. *Efisiensi Media Filter (Zeolit dan Ijuk) Dalam mengelola Limbah Tinja (Black Water)*. Pontianak: Universitas Tanjungpura
- Filliazati, M. Apriani, I. Zahara, T A. 2003. Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Pengelolaan Limbah*. Vol 112
- Gafur, A. 2015. Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Terhadap Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit Haji Makassar Tahun 2014. *Higiene*. Vol 1 No 1
- Gunady, M. Shishkina, N. Tan, H. Rodriguez, Clemencia. 2015. A Review of On-Site Wastewater Treatment Systems in Western Australia from 1997 to 2011. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Environmental and Public Health*. Vol 12

- Gunther, I. Fink, G. 2010. *Water, Sanitation, and Children's Health Evidence From 172 DHS Surveys*. Urbana: The World Bank Development Economics Prospects Group
- Handayani, Rahayu. 2012. *Evaluasi Kinerja Dan Optimasi Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPLC) Gedung Perkantoran PT Pacific Paint Dalam Penurunan Amonia*. Depok: Universitas Indonesia
- Hasil wawancara Dinas Pekerjaan Umum Dan Tata Ruang Kabupaten Gresik 2018
- Hastuti, E. Nuraeni, R. Darwati, S. 2017. Pengembangan Proses Pada Sistem Anaerobik Baffled Reactor Untuk Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Jurnal Pemukiman*. Vol 12 No 2 pp.70-79
- Hastuti, Y P. 2011. Nitrifikasi dan Denitrifikasi Di Tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol 10 No 1 pp.89-98
- Hidayati, R. 2014. *Efektifitas Kombinasi Anaerobic Baffled Reactor-Anaerobic Filter (ABR-AF) Terhadap Penurunan Kadar COD Pada Limbah Cair*. Depok: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Hutton, H. Bartram. 2007. Global Cost-Benefit Analysis of Water Supply and Sanitation Intervention. *J Water Health*. Vol 5 pp.481-502
- Indriani, T. Herumurti, W. 2010. *Studi Paket Pengolahan Grey Water Model Kombinasi ABR-Anaerobic Filter*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Iskandar, S. Fransisca, I. Arianto, E. Ruslan, A. 2016. *Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik-Terpusat Skala Pemukiman*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Ismuyanto, B. 2010. Pencemaran Karena Pembangunan Daerah Aliran Sungai. Materi Seminar
- Kartahardja, A. Suhandjaja, A. Leander, V. 1985. *Teknik Sanitasi Tepat Guna*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2016. *Pendidikan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

- Lipson, J. 2010. The Public Health Benefits of Sanitation Interventions. *Evans School of Public Affairs*. Vol 10 No 104
- Liu, R. Tian, Q. Chen, J. 2010. The Developments Of Anaerobic Baffled Reactor For Wastewater Treatment: A Review. *African Journal Of Biotechnology*. Vol 9 No 11 pp.1535-1542
- Mahadi, I M A. Purwatiningsih. 2013. *Analisis Stakeholder mapping: Studi Kasus Pada Professional products division L'Oreal Indonesia Periode Januari-Juni 2013*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Mara, D. Viet, A. Tonderski, G. dan Tonderski, K. 2010. Selection of Sustainable Sanitation Arrangements. *Water Policy*. Vol 9 pp.305-318
- Massoud, M A. Akhram, T. 2010. Effectiveness of Wastewater Management in Rural Areas Of Developing Countries: A Case Of Al-Chouf Caza in Lebanon. *Environ Monit Assess*. 161:61-69
- Metcalf dan Eddy, Inc. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. McGraw-Hill, Inc: USA
- Mikelonis, A A. Herrera, E. Adams. Hodge. 2010. Honduran Imhoff Tank: Potentials and Pitfalls. *Journal Of Water Management Modelling*. Vol 36 No 44 pp.236
- Nilasari, E. Faizal, M. Suheryanto. 2018. Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*): Studi Kasus di Perumahan Griya Mitra 2, Palembang. *Jurnal Penelitian Sains*. Vol 18 No 1
- Nurhidayat, A. Hermana, J. 2009. Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Sanitasi Skala Lingkungan Berbasis Masyarakat di Kota Batu Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen teknologi*.
- Pamungkas, O A. 2016. Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter BOD<sub>5</sub> dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 4 No 2
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 16/PRT/M/2008 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Limbah Pemukiman
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 47/PRT/M.2015 tentang Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 4/PRT/M.2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik
- Purnawijayanti. 2001. *Standart Hygiene dan Sanitasi Dalam Proses Memasak*. Yogyakarta: Andi Offset
- Razif, M. Hamid, A. 2012. Perbandingan Kinerja IPAL Anaerobic Filter Dengan Anaerobic Baffled Reactor Untuk Implementasi Di Pusat Perbelanjaan Kota Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana XIV-ITS*.
- Reynold, T. D. Richards, P. A. 1996. *Unit Operations And Processes In Environmental Engineering*. Boston: PWS Publishing Company
- Safrodin, A. Mangkoediharjo, S. 2016. Desain IPAL Pengolahan Grey Water Dengan Teknologi *Subsurface Flow Constructed Wetland* Di Rusunawa Grudo Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 5 No 2 pp.2337-3539
- Sakinah, D S. 2018. Perencanaan IPAL Pengelolaan Limbah Cair Industri Pangan Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 7 No 1 pp.2337-3539
- Sasse, L., 1998. Decentralised Wastewater Treatment In Developing Countries. *Bremen Overseas Research and Development Association*, 1998.
- Sawyer, C N. McCarty, P L. Parkin, G F. 2003. *Chemistry For Environmental Engineering And Science Fifth Edition*. Mc Graw Hill: Singapore
- Setiarini, A N F. Rahardjo, M. Setiani, O. 2016. Evaluasi Kinerja Pengelolaan Air Limbah Domestik Terhadap Tingkat Kekeuhan da Kadar *Escherichiacoli* Dalam Air Tanah di Perumnas Gunung Kota Cirebon.

- Setyanto, I C. Trihadiningrum, Y. 2017. Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Suswati, A.C.S.P. Wibisono, G. 2013. Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (*Constructed Wetlands*). *Indonesia Green Technology Journal*. Vol 2 No 2
- Tonkawa, D. 2017. Application od Anaerobic Baffled Reactor For Agroindustrial Wastewater Treatment. *International Journal Of Hydrology*. Vol 1 No 1
- Ulya, A. Marsono, B D. 2014. Perencanaan SPAL dan IPAL Komunal Di Kabupaten Ngawi (Studi Kasus Perumahan Karangtengah Prandon, Perumahan Karang Sari dan Kelurahan Karangtengah). *Jurnal Teknik Pomits*. Vol 3(2);2301-9271
- UNICEF. 2012. *Ringkasan Kajian Air Bersih, Sanitasi, dan Kebersihan*. Jakarta: UNICEF Indonesia
- Widoro, Ego. 2015. Perhitungan Kapasitas dan Tekanan Kerja Kompresor Udara Pada Sheet Metal Shop Di SMK Penerbangan Dirgantara. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*. Vol.10 No.1 pp.1-103.
- Wijaya, I M W. Soedjono, E S. 2018. Domestic Wastewater In Indonesia: Challenge In The Future Related To Nitrogen Content. *International Journal Of Geomate*. Vol 15 No 47 pp.32-41
- Wijyaningrat, A T P. 2018. *Evaluasi Kinerja IPAL Komunal Di Kecamatan Banguntapan Dan Bantul, Kabupaten Bantul, D I Yogyakarta Ditinjau Dari Parameter Fisik Kimia*. Universitas Islam Indonesia
- Wisesa, D M. Slamet, A. 2016. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Rumah Susun Tanah Merah Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 5 No 2 pp.2337-3539
- World Bank. 2008. *Making the New Indonesia Work for the Poor*. Jakarta
- Yudo, S., dan Indriatmoko, R.H. 2006. Evaluasi Hasil Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Tipe Komunal Di Wilayah Kotamadya Jakarta Pusat. *Jurnal Teknik Lingkungan*. pp 166-173

- Yuliani, N. Oktiawan, W. Hadiwidodo, M. 2014. *Studi Identifikasi Pengelolaan Air Limbah Domestik Kecamatan Semarang Tengah, Semarang Timur, Gayamsari, dan Genuk Kota Semarang*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Yulianto, A. Nurcholih. 2015. Penerapan Standart Hygienes dan Sanitasi Dalam Meningkatkan Kualitas Makanan di Food & Beverage Departement @Hom Platium Hotel Yogyakarta. *Jurnal Khasanah Ilmu*. Vol 6 No 2
- Zain, H.N. 2016. Analisis Kelayakan Finansial Usaha Perikanan Tangkap Jaring Insang Permukaan (*Surface Gill Net*) Di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Banyutowo Kabupaten Pati. *Journal Of Fisheries Resources Utilization Management And Technology*. Vol 5 No 1 pp.162-169

**“Halaman ini sengaja di kosongkan”**

## LAMPIRAN 1 DATA IPAL DI KABUPATEN GRESIK

Tabel A. Data IPAL Kecamatan Benjeng

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
1	2.203.002	Al Hidayah	Olis	Klampok	RT 07 RW 04	DAK 2012	Konvensional

Tabel B. Data IPAL Kecamatan Gresik

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
1	8.160.013	Drojokan Indah	Bambang Budiyono	Kramat Inggil	RT 10 RW 03	USRI 2012	Sanfab
2	8.343.106	Gapuro Sukolilo	Muksin	Gapuro Sukolilo	RT 02 RW 01	USRI 2012	Sanfab
3	8.147.099	Grand Cep	Samsul Arifin	Trate	RT 03,04,06 RW 02	USRI 2013	JSI
4	8.134.029	Bale Purbo	Ansori	Lumpur	RT 07 RW 03	USRI 2013	Mode
5	8.157.096	Bina Mandiri		Sidorukun	RT 04 RW 06	DAK 2013	Konvensional
6	8.143.049	Cerdas Ceria	Nazilah	Karangpoh	RT 03,07 RW 2	DAK 2012	Sanfab
7	8.137.046	Higienis 1	Yudi	Tlogopojok	RT 03 RW 06	USRI 2013	JSI

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
8	8.137.048	Higienis 2	Impusiyati	Tlogopojok	RT 03 RW 05	USRI 2014	JSI
9	8.134.031	Ikan Bandeng	Hafid	Lumpur	RT 06 RW 03	USRI 2014	Mode
10	8.134.033	Ikan Dragu	Marhanis	Lumpur	RT 04 RW0 3	USRI 2014	Mode
11	8.134.035	Ikan Kakap	Juadi	Lumpur	RT 04 RW0 2	USRI 2014	Mode
12	8.135.020	Karang Pasung	Ali Santoso	Kroman	RT 06,07 RW 02	USRI 2013	JSI
13	8.144.009	Karangturi Peduli	Khoirudin/ Heni	Karangturi	RT 04 RW 01	USRI 2013	JSI
14	8.149.086	Kauman Sehat	Koeslilik	Pekauman	RT 07 RW 02	USRI 2014	Mode
15	8.150.121	Kenari	Hasyim	Sukorame	RT 01 RW 02	USRI 2013	Mode
16	8.144.058	Kencono Indah		Karangturi	RT 05 RW 01	USRI 2014	JSI
17	8.157.095	Keradenan Guyub	Kasmuri	Sidorukun	RT 02 RW 07	USRI 2012	Sanfab
18	8.135.027	Samudera Jaya	Suseno	Kroman	RT 17 dan 18 RW 02	APBD 2012	Sanfab
19	8.135.028	Samudra Jaya	Nasikin	Kroman	RT 5 RW 2 Kali tutup utara	APBD 2012	Sanfab
20	8.135.029	Samudra Jaya	Nasikin	Kroman	RT 5 RW 2 Kali tutup barat	APBD 2012	Sanfab

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
21	8.151.103	Lancar Jaya	Pamuji	Tlogo Bendung	RT 04 RW 01	DAK 2011	Konvensional
22	8.157.094	Langon Sejahtera	Sudarmaji	Sidorukun	RT 03 RW 03	USRI 2013	JSI
23	8.143.051	Maju Terus	Suherman	Karangpoh	RT 02,05,06 RW 02	USRI 2013	Mode
24	8.147.100	Makmur Jaya	Yudi Utomo	Trate	RT 02 RW 02	USRI 2012	Sanfab
25	8.142.102	Makmur Lestari	Ninik	Ngipik	RT 04 RW 01	USRI 2014	JSI
26	8.143.057	MCK Karangpoh		Karangpoh		DAK 2012	Sanfab
27	8.150.121	MCK Sunan Giri	Sugeng Margoto	Sukorame	RT 01 RW 01	USRI 2013	Mode
28	8.145.105	Melati Kejujuran	Syamsul Arifin	Bedilan	RT 02 RW 04	DAK 2012	Konvensional
29	8.150.087	Merah Putih	Jufri	Sukorame	RT 01 RW 01	USRI 2012	Sanfab
30	8.144.060	Merpati	Agus Rosyidi	Karangturi	RT 06 RW 01	USRI 2013	Mode
31	8.137.042	Pojok Petro sejahtera	Satriyo	Tlogopojok	RT 04 RW 06	USRI 2012	Sanfab
32	8.148.094	Pulopancikan	-	Pulopancikan	RT 2 RW 4	USRI 2013	JSI
33	8.148.095	Pulopancikan	-	Pulopancikan	RT 2 RW 2	DAK 2011	Sanfab
34	8.148.096	Pulopancikan	drh. Devi	Sidokumpul	Rumah Potong Hewan	APBD 2012	Sanfab

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
35	8.134.028	Robiul Awal	-	Lumpur	RT 05 RW 02	USRI 2012	Sanfab
36	8.157.099	Rukun Bersatu	Slamet Mujiono	Sidorukun	RT 02 RW 06	USRI 2014	Mode
37	8.135.016	Segoro sehat	Khusnaini	Kroman	RT 07 19 RW 02	USRI 2013	JSI
38	8.136.039	Sehat	Faishol	Kemuteran	RT 06 RW 01	USRI 2013	Mode
39	8.147.101	Sehat Sentosa	M.Khotib/ Apin	Trate	RT 02 RW 02	USRI 2013	Mode
40	8.134.035	Sejahtera	Zainul Arif	Lumpur	RT 01 RW 02	USRI 2013	Mode
41	8.160.017	Selalu Sukses	M.Main	Kramat Inggil	RT 11 RW 03	USRI 2013	Konvensional
42	8.143.056	Selusin Bersatu	Faridah	Karangpoh	RT 06 RW 02	USRI 2014	Konvensional
43	8.150.088	Sumber Makmur / Pancasila	Mat Soleh	Sukorame	RT 02 RW 01	USRI 2013	Mode
44	8.145.104	Telaga Abadi	Moch.Bakir	Bedilan	RT 01 RW 03	USRI 2012	Sanfab
45	8.137.043	Tlogo Pojok Indah	Hurin	Tlogopojok	RT 03 RW 03	DAK 2011	Konvensional
46	8.157.098	Tulus Ikhlas	Alikun	Sidorukun	RT 05 RW 05	USRI 2014	Mode

Tabel C. Data IPAL Kecamatan Kebomas

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
1	9.152.083	Putat	-	Kebomas	RT 02 RW 04	USRI 2013	JSI
2	9.152.079	Putat Keraton	Fauzi	Kebomas	RT 03 RW 04	USRI 2013	JSI
3	9.356.027	Rejo Makmur	Suparmanto	Daharejo Lor	RT 01 RW 02	AUSAID 2013	JSI
4	9.171.068	Arjun Jaya	Nur Djajadi	Kedanyang	RT 02 RW 01	USRI 2014	Mode
5	9.152.081	Bangun Jaya	Zainal Arifin	Kebomas	RT 02 RW 03	USRI 2014	Mode
6	9.171.069	Barokah	Nur Khomari	Kedanyang	RT 02 RW 02	USRI 2014	Mode
7	9.152.084	Budi Luhur	Raji	Kebomas		USRI 2013	JSI
8	9.356.025	Dahanrejo Indah	Dol Karim	Daharejo Kidul	RT 02 RW 03	DAK 2013	Konvensional
9	9.345.066	Jati	Sulastri/Yatimah	Ngargosari	RT 04 RW 01	USRI 2014	JSI
10	9.138.115	Jati Lestari	Muslih / Towari	Randuagung	RT 03,04 RW 02	USRI 2013	Konvensional
11	9.158.003	Jetak Lancar	Adi Siswo	Klangonan	RT 11,12 RW 04	USRI 2013	JSI
12	9.175.072	Karangjati	M. Yusuf	Karangkering	RT 02 RW 01 dan RT 03,04 RW 02	USRI 2012	Sanfab
13	9.175.073	Karangmas	Huda	Karangkering		AUSAID 2013	JSI

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
14	9.176.065	Karya Lingkungan	Mugiono	Tenggulunan	RT 02 RW 01	USRI 2013	JSI
15	9.165.067	Kebon Dalem	Evi	Sekarkurung	RT 01 RW 01	USRI 2014	Mode
16	9.158.015	Kramat Rahayu	Azis	Klangonan	RT 06 dan 08 RW 02	USRI 2013	Mode
17	9.166.012	Maju Sehat	Samsul Efendi	Sidomukti	RT 04 05 06 RW 02	USRI 2014	JSI
18	9.138.082	Margi Agung	Jainuri	Randuagung	RT 01 02 RW 02	USRI 2013	Konvensional
19	9.170.070	Napes Berseri	Bonali	Prambangan	RT 05 RW 02	USRI 2014	JSI
20	9.170.073	Napes Indah	Suyanto	Prambangan	RT 04 RW 02	USRI 2014	JSI
21	9.159.019	New Green Kawis	A. Rochim	Kawisanyar	RT 02 03 RW 04	USRI 2014	Mode
22	9.158.004	Nyai Ageng Kukusan	M. Syafi'i	Klangonan	RT 09 RW 02	USRI 2014	JSI
23	9.138.085	Sejahtera	Ifan Muliadi	Randuagung	RT 02 08 11 12 RW 03	AUSAID 2013	JSI
24	9.138.001	Sentosa	Suseno	Randuagung		AUSAID 2014	JSI
25	9.163.074	Sido Makmur	Darwanti	Singosari	RT 03,06 RW 01	USRI 2013	Konvensional

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
26	9.346.019	Siwalan Wonokitri	Widodo	Gending	RT 02 RW 03	USRI 2014	Konvensional
27	9.163.076	Sri Rejeki XI	Sugiman	Singosari	RT 02,03 RW 11	USRI 2012	Konvensional
28	9.178.077	Suko Makmur	Sayunah	Sukorejo	RT 05 RW 02	USRI 2012	Sanfab
29	9.163.075	Sumber Rejeki	Alfiah Ningsih	Singosari	RT 02 06 07 RW 01	USRI 2013	Konvensional
30	9.166.011	Telaga jimat Sakti	A. Basith	Sidomukti	RT 02 03 RW 04	USRI 2013	JSI
31	9.158.006	Tlogo Pati	Fauzi	Klangonan	RT 01 03 04 RW 01	USRI 2013	Mode
32	9.158.008	Tumpang Mandiri	Wito	Klangonan	RT 10 11 RW 11	USRI 2014	Mode
33	9.138.084	Tunas Mandiri	Sutrisno	Randuagung	RT 04 05 RW 02	USRI 2014	Konvensional
34	8.143.057	Karya Putera Giri	Marisha Amelia	Giri	RT 07 RW 02	DAK 2013	JSI

Tabel D. Data IPAL Kecamatan Manyar

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
1	11.103.059	Barokah	Musdiyar/ Fadli	Betoyo Guci	RT 12 RW 04	DAK 2014	JSI
2	11.103.061	Betoyoguci 1	-	Betoyo Guci	RT 11	APBD 2012	Sanfab
3	11.103.062	Betoyoguci 2	-	Betoyo Guci	RT 12	APBD 2012	Sanfab
4	11.133.034	Buah Naga	Zainuri/Usman Hadi	Yosowilangun	RT 03 RW 02	USRI 2013	Mode
5	11.122.005	Bulan Barat	Abu Bakar	Roomo	RT 01 RW 01	USRI 2013	JSI
6	11.124.054	Dahlia	Rosihin	Tebalo	RT 02 RW 01	DAK 2014	JSI
7	11.357.050	Hidup Sehat	M. Iqlil	Tanggul Rejo	RT 01 RW 01	DAK 2013	JSI
8	11.133.032	Jambu Klampok	Tamami/ Kholifah	Yosowilangun	RT 03 RW 02	USRI 2012	Sanfab
9	11.103.060	Lancar Jaya	M.Khamim/ fauzul adzim	Betoyo Guci	RT 11 RW 04	DAK 2014	JSI
10	11.94.047	Lingkungan Sehat	Ainul Latif	Manyar Sidorukun	RT 17 RW 04	DAK 2013	Konvensional
11	11.126.062	Lingkungan Tandif	Nasikhin	Suci		DAK 2013	Konvensional
12	11.120.046	Mangga	-	Pongangan	RT 5 RW 7	USRI 2014	Konvensional

No.	Nomor ID IPAL	Nama KPP	KETUA	ALAMAT		Tahun Anggaran	Sistem IPAL
13	11.126.061	MCK Darut Taqwa	Madekan	Suci		DAK 2013	JSI
14	11.114.038	Peganden Bersih	Asmini	Peganden	RT 01 RW 01	USRI 2014	JSI
15	11.114.036	Peganden Sehat	Muhajir	Peganden	RT 01,02,03,04 RW 01	USRI 2014	JSI
16	11.122.010	Rekan	Subkhan	Roomo	RT 04 RW 02	USRI 2014	Mode
17	11.122.007	Sehat Sejahtera Bersama	Dewi Sri	Roomo	RT 04 RW 01	USRI 2012	Sanfab
18	11.112.119	Sekarwangi	Agus	Sukomulyo	RT 18 RW 05	USRI 2012	Sanfab
19	11.120.045	Sumber Jaya	Masrukan	Pongangan	RT 06 RW 01	DAK 2014	JSI
20	11.120.047	Sumber Makmur	Khoirul Huda	Pongangan	RT 2 RW 1	USRI 2014	Konvensional
21	11.120.044	Sumber Rejeki	Masind Toha	Pongangan	RT 01, 02 RW 01	USRI 2014	Konvensional
22	11.124.052	Tebalo Bersih	H. Sulhan	Tebalo	RT 01 RW 01	DAK 2013	Konvensional
23	11.87.014	Telaga	Maulida Hanik	Manyar Rejo	RT 03 RW 01	USRI 2014	Mode
24	11.109.055	Telogo Jero	H.A. Mushofan	Leran		DAK 2013	JSI

**“Halaman ini sengaja di kosongkan”**



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

### LAMPIRAN 3 FORM KUISIONER 1 (AHP)

No. Responden .....  
Tanggal Pengisian ...../...../.....

#### **KUISIONER PENELITIAN**

“Evaluasi Kinerja IPAL Komunal Di Kabupaten Gresik”

**A. Identitas Responden**

Nama Responden : Tanda tangan  
 Jenis Kelamin : P/L  
 Pekerjaan :

**B. Petunjuk Pengisian**

Dalam kuisisioner ini akan terdapat dua pertanyaan yang akan dibandingkan satu sama lain. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui skala prioritas dari masing-masing indikator. Berilah tanda centang (v) pada kolom skala yang sesuai dengan pendapat anda. Semakin penting indikator tersebut maka nilai akan semakin tinggi. Semakin tidak penting faktor tersebut nilai akan semakin rendah. Berikut ini pada Tabel 1 merupakan keterangan dari masing-masing skala penilaian.

Tabel 1. Skala Penilaian

Nilai	Keterangan
1	Kedua kriteria sama penting
3	Kriteria sedikit lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
5	Kriteria lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
7	Kriteria sangat lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
9	Kriteria mutlak lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
2,4,6,8	nilai tengah

Contoh pengisian:

Pada aspek teknis terdapat 2 kriteria yaitu desain/konstruksi dan monitor/pemeliharaan. Dari kedua kriteria antara desain/konstruksi dan monitor/pemeliharaan, manakah yang lebih penting:

Indikator A	Skala									Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Desain dan konstruksi			√															Monitor dan pemeliharaan	

Dengan memberikan tanda centang (v) pada nomer 7 ke arah desain dan konstruksi (Indikator A), berarti desain dan konstruksi (Indikator A) sangat lebih penting jika dibandingkan dengan monitor dan pemeliharaan (Indikator B). Pengisian dapat dilakukan berdasarkan kondisi eksisting menurut responden.

C. Kuisisioner

### **FAKTOR PENTING DALAM KEBERHASILAN IPAL**

Faktor penting dalam keberhasilan IPAL yang akan dibandingkan, antara lain:

- Teknis
- Non teknis

Maka faktor yang lebih penting dalam bangunan IPAL adalah

Faktor A	Skala									Skala									Faktor B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Teknis																		Non teknis	

### **TEKNIS**

Kriteria teknis yang akan dibandingkan, antara lain:

- Desain
- Pemeliharaan

Maka kriteria teknis yang lebih penting dalam bangunan IPAL adalah

Kriteria A	Skala									Skala									Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Desain																		Pemeliharaan	

### 3. **DESAIN**

Indikator desain yang akan dibandingkan, antara lain:

- IPAL
- Unit pendukung

Maka indikator yang lebih penting dalam desain adalah

Indikator A	Skala										Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
IPAL																		Unit pendukung		

### IPAL

Indikator IPAL yang akan dibandingkan, antara lain:

- Kesesuaian desain
- Kualitas efluen
- Efisiensi penyisihan

Maka indikator yang lebih penting dalam desain IPAL adalah

Indikator A	Skala										Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Kesesuaian desain																		Kualitas efluen		
Kesesuaian desain																		Efisiensi penyisihan		
Kualitas efluen																		Efisiensi penyisihan		

### Unit Pendukung

Indikator unit pendukung yang akan dibandingkan, antara lain:

- Kesesuaian desain SPAL
- Kesesuaian desain manhole
- Kesesuaian desain bak kontrol

Maka indikator yang lebih penting dalam desain unit pendukung adalah

Indikator A	Skala										Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Kesesuaian desain SPAL																		Kesesuaian desain manhole		
Kesesuaian desain SPAL																		Kesesuaian desain bak kontrol		
Kesesuaian desain manhole																		Kesesuaian desain bak kontrol		

### 4. PEMELIHARAAN

Indikator pemeliharaan yang akan dibandingkan, antara lain:

- IPAL
- Unit pendukung

Maka indikator yang lebih penting dalam pemeliharaan adalah

Indikator A	Skala									Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
IPAL																		Unit pendukung	

**IPAL**

Indikator pemeliharaan IPAL yang akan dibandingkan, antara lain:

- Kondisi IPAL
- Frekuensi pemantauan
- Pemantau IPAL

Maka indikator yang lebih penting dalam pemeliharaan IPAL adalah

Indikator A	Skala									Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Kondisi IPAL																		Frekuensi pemantauan	
Kondisi IPAL																		Pemantau IPAL	
Frekuensi pemantauan																		Pemantau IPAL	

**Unit Pendukung**

Indikator pemeliharaan unit pendukung yang akan dibandingkan, antara lain:

- Kondisi unit pendukung
- Frekuensi pemantauan
- Pemantau unit pendukung

Maka indikator yang lebih penting dalam pemeliharaan unit pendukung adalah

Indikator A	Skala									Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Kondisi unit pendukung																		Frekuensi pemantauan	
Kondisi unit pendukung																		Pemantau unit pendukung	
Frekuensi pemantauan																		Pemantau unit pendukung	

## NON TEKNIS

Kriteria non teknis yang akan dibandingkan, antara lain:

- Keterlibatan
- Wawasan

Maka kriteria non teknis yang lebih penting dalam bangunan IPAL adalah

Kriteria A	Skala									Skala									Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Keterlibatan																			Wawasan

### 1. KETERLIBATAN

Indikator keterlibatan yang akan dibandingkan, antara lain:

- Masyarakat
- KPP

Maka indikator yang lebih penting dalam keterlibatan adalah

Kriteria A	Skala									Skala									Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Masyarakat																			KPP

#### **Masyarakat**

Indikator keterlibatan masyarakat yang akan dibandingkan, antara lain:

- Perawatan
- Pembayaran
- Penanganan masalah

Maka indikator yang lebih penting dalam keterlibatan masyarakat adalah

Indikator A	Skala									Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Perawatan																			Pembayaran
Perawatan																			Penanganan masalah
Pembayaran																			Penanganan masalah

#### **KPP**

Indikator keterlibatan KPP yang akan dibandingkan, antara lain:

- Perawatan
- Pembuatan peraturan/SOP
- Pengoperasian

Maka indikator yang lebih penting dalam keterlibatan KPP adalah

Indikator A	Skala										Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Perawatan																		Pembuatan peraturan/ SOP		
Perawatan																		Pengoperasian		
Pembuatan peraturan/ SOP																		Pengoperasian		

## 2. WAWASAN

Indikator wawasan yang akan dibandingkan, antara lain:

- Masyarakat
- KPP

Maka indikator yang lebih penting dalam wawasan adalah

Kriteria A	Skala										Skala									Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Masyarakat																		KPP		

### Masyarakat

Indikator wawasan masyarakat yang akan dibandingkan, antara lain:

- Manfaat
- Penggunaan pembayaran
- SOP/Peraturan

Maka indikator yang lebih penting dalam wawasan masyarakat adalah

Indikator A	Skala										Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Manfaat																		Penggunaan pembayaran		
Manfaat																		SOP/Peraturan		
Penggunaan pembayaran																		SOP/Peraturan		

### KPP

Indikator wawasan KPP yang akan dibandingkan, antara lain:

- Tugas pokok dan fungsi
- luran/ pembayaran
- Sistem koordinasi

Maka indikator yang lebih penting dalam wawasan KPP adalah

Indikator A	Skala									Skala									Indikator B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Tugas pokok dan fungsi																		luran/ pembayaran	
Tugas pokok dan fungsi																		Sistem koordinasi	
luran/ pembayaran																		Sistem koordinasi	

- D. Terimakasih  
 Peneliti mengucapkan terimakasih banyak atas bantuannya dalam pengisian kuisioner ini.

(lin Safaati Nurjanah)

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## LAMPIRAN 4 FORM KUISIONER 2 (KPP)

No. Responden .....

Tanggal Pengisian ...../...../.....

### KUISIONER PENELITIAN

“Evaluasi Kinerja IPAL Komunal Di Kabupaten Gresik”

A. Identitas Responden

1. Nama Responden:

Tanda tangan

2. Jenis Kelamin : P/L

3. Pekerjaan :

B. Petunjuk Pengisian

Dalam kuisioner ini terdapat indikator-indikator dalam evaluasi IPAL.

Silang (x) jawaban yang dirasa sesuai dengan kondisi di lapangan.

C. Pertanyaan

1. Bangunan pelengkap di IPAL

Nama	Foto	Keterangan		Kondisi		
		Ada	Tidak	Baik	Rusak	
Grease trap						Terdapat pada a. Masing-masing rumah b. Gabungan (.....) rumah c. Satu, sebelum pipa masuk IPAL
Biofilter						
Bak Pengendap						
Bak Kontrol						Jumlah ..... unit

Nama	Foto	Keterangan		Kondisi		
		Ada	Tidak	Baik	Rusak	
Manhole						Jarak : ..... meter
Manhole Penggelontoran						Jumlah : ..... unit Jarak : ..... meter

2. Masalah yang pernah terjadi di IPAL

Masalah	Keterangan	
	Pernah	Tidak
Kebuntuan IPAL		
IPAL Bocor		
Rembesan air hujan masuk ke saluran IPAL		
Manhole meluap saat hujan		
Terdapat genangan di sekitar IPAL saat hujan		
Lain-lain, .....		

3. Masalah yang pernah terjadi di pelanggan dan/atau sistem perpipaan menuju IPAL

Masalah	Keterangan	
	Pernah	Tidak
Kebuntuan		
Bocor		
Rembesan air hujan masuk ke saluran IPAL		
Air limbah meluap ke rumah		
Terdapat genangan di sekitar pipa menuju IPAL saat hujan		
Lain-lain, .....		

4. Perawatan yang pernah dilakukan

Perawatan	Keterangan		Dilakukan oleh				
	Tidak	Ya	KPP	Masy.	Dinas	Lain-lain	
Penggelontoran							Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)

Perawatan	Keterangan		Dilakukan oleh				
	Tidak	Ya	KPP	Masy.	Dinas	Lain-lain	
Pengurusan IPAL							Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Pengecekan dan pemantauan							Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)

### 5. Pengecekan yang pernah dilakukan

Pengecekan	Keterangan		Dilakukan oleh				
	Tidak	Ya	KPP	Masy.	Dinas	Lain-lain	
Uji laboratorium air hasil pengolahan IPAL							Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Pipa air limbah menuju IPAL							Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Kondisi manhole							Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Kondisi bangunan IPAL							Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Bangunan pelengkap (contoh : manhole, grease trap, dll)							Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)

### 6. Iuran/pembayaran

	Kegiatan	Checklist
Iuran/pembayaran dilakukan	Pada saat diminta	
	Kontinyu namun tidak teratur	
	Kontinyu dan teratur/terjadwal (per-.... hari/minggu/bulan/tahun)	

	Kegiatan	Checklist
Iuran/pembayaran yang harus dibayarkan	<Rp.5.000	
	Rp. 5.000 – Rp.10.000	
	Rp. 11.000 – Rp.20.000	
	Rp. 21.000 – Rp.30.000	
	Rp. 31.000 – Rp.40.000	
	Rp. 41.000 – Rp.50.000	
Iuran/pembayaran dilakukan untuk:	>Rp. 50.000	
	Pembangunan IPAL	
	Penyedotan	
	Pergantian alat yang rusak	
	Perawatan IPAL (pengecatan, dll)	
Hasil iuran/pembayaran	Lain-lain,.....	
	Tidak terukur	
	Tidak cukup untuk biaya perawatan dan membutuhkan bantuan instansi tertentu	
	Cukup untuk biaya penyedotan (operasional)	
	Cukup untuk biaya perawatan apabila ada yang rusak	
Lain-lain, .....		

#### 7. Peraturan/petunjuk yang ada di IPAL

Peraturan/petunjuk	Keterangan	
	Ada	Tidak
Menjalankan IPAL		
Perawatan IPAL		
Pergantian alat IPAL		
Lain-lain,.....		

#### 8. Penanggung Jawab

	Keterangan		
	Ada	Tidak	
Orang yang bertanggung jawab			Jumlah orang yang bertanggung jawab a. Satu orang, sebagai penanggung jawab b. Dua orang, satu sebagai penanggung jawab dan satu orang membantu c. Lebih dari dua
Pertemuan/musyawarah			Diikuti oleh a. Masyarakat b. KPP c. Dinas d. ....

	Keterangan		
	Ada	Tidak	
			Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)

9. Keterlibatan masyarakat

Keterlibatan masyarakat	Keterangan	
	Ya	Tidak
Perencanaan IPAL		
Pembangunan IPAL		
Menjalankan IPAL		
Lain-lain, .....		

10. Lokasi buang air besar (BAB) saat ini

Lokasi	Checklist
Rumah (WC)	
Sungai	
Sawah	
Lahan terbuka	
Lain-lain, .....	

11. Tipe rumah

- a. Permanen (rata-rata ukuran ..... meter x ..... meter)
- b. Semi-permanen (rata-rata ukuran ..... meter x ..... meter)

12. Manfaat IPAL yang dirasakan

(contoh: lingkungan menjadi bersih, tidak ada yang sakit diare lagi, dll)

- a
- b
- c
- d

13. Keluhan dan/atau saran tentang bangunan IPAL dan proses pengoperasiannya?

(contoh: bau, sering tersumbat, dibuatkan bangunan IPAL lagi, dll)

- a.
- b.
- c.

**TERIMAKASIH**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

**LAMPIRAN 5**  
**FORM KUISIONER 3 (MASYARAKAT)**

No. Responden .....

Tanggal Pengisian ...../...../.....

“Evaluasi Kinerja IPAL Komunal Di Kabupaten Gresik”

**A. Identitas Responden**

1. Nama Responden:

Tanda tangan

2. Jenis Kelamin : P/L

3. Pekerjaan :

4. Status : Penyambung IPAL / Bukan penyambung IPAL

**B. Petunjuk Pengisian**

Dalam kuisisioner ini terdapat indikator-indikator dalam evaluasi IPAL. checklist (v) jawaban yang dirasa sesuai dengan kondisi di lapangan. Bagi masyarakat yang **bukan** penyambung IPAL, pertanyaan yang diisi hanyalah pertanyaan yang berbintang (\*).

**C. Pertanyaan**

1. Bangunan pelengkap yang terdapat di rumah anda

Nama	Foto	Keterangan		Kondisi		
		Ada	Tidak	Baik	Rusak	
Grease trap						Terdapat pada a. Masing-masing rumah b. Gabungan (.....) rumah c. Satu, sebelum pipa masuk IPAL
Bak Kontrol						Jumlah ..... unit

2. Masalah yang pernah dialami

Masalah	Keterangan	
	Pernah	Tidak
Kebuntuan		
Bocor		
Rembesan air hujan masuk ke saluran IPAL		
Air limbah meluap ke rumah		
Terdapat genangan di sekitar pipa menuju IPAL saat hujan		
Lain-lain, .....		

3. Perawatan IPAL yang pernah diikuti/dilakukan (\*)

Perawatan	Check list	
Penggelontoran		Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Pengurusan IPAL		Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Pengecekan dan pemantauan		Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Lain-lain, .....		

4. Pengecekan yang pernah diikuti/dilakukan (\*)

Pengecekan	Check list	Keterangan
Pipa air limbah menuju IPAL		Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Kondisi manhole		Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Kondisi bangunan IPAL		Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Bangunan pelengkap (contoh : manhole, <i>grease trap</i> , dll)		Dilakukan secara a. Tidak teratur b. Teratur (.....hari/minggu/bulan/tahun)
Lain-lain, .....		

5. Iuran/pembayaran

	Kegiatan	Checklist
Iuran/ pembayaran dilakukan	Pada saat diminta	
	Kontinyu namun tidak teratur	
Iuran/ pembayaran yang harus dibayarkan	Kontinyu dan teratur/terjadwal (per-.... hari/minggu/bulan/tahun)	
	<Rp.5.000	
	Rp. 5.000 – Rp.10.000	
	Rp. 11.000 – Rp.20.000	
	Rp. 21.000 – Rp.30.000	
	Rp. 31.000 – Rp.40.000	
	Rp. 41.000 – Rp.50.000	
Iuran/ pembayaran dilakukan untuk:	>Rp. 50.000	
	Pembangunan IPAL	
	Penyedotan	
	Pergantian alat yang rusak	
	Perawatan IPAL (pengecatan, dll)	
	Lain-lain,.....	

6. Peraturan/petunjuk IPAL yang anda ketahui (\*)

Peraturan/petunjuk	Checklist
Menjalankan IPAL	
Perawatan IPAL	
Pergantian alat IPAL	
Lain-lain, .....	

7. Selama terbangunnya IPAL, anda pernah terlibat dalam (\*)

Kegiatan	Check list
Perencanaan IPAL	
Pembangunan IPAL	
Menjalankan IPAL	
Lain-lain, .....	

8. Lokasi buang air besar (BAB) saat ini (\*)

Lokasi	Checklist
Rumah (WC)	
Sungai	
Sawah	
Lahan terbuka	
Lain-lain, .....	

9. Manfaat IPAL yang dirasakan  
(contoh: lingkungan menjadi bersih, tidak ada yang sakit diare lagi, dll)

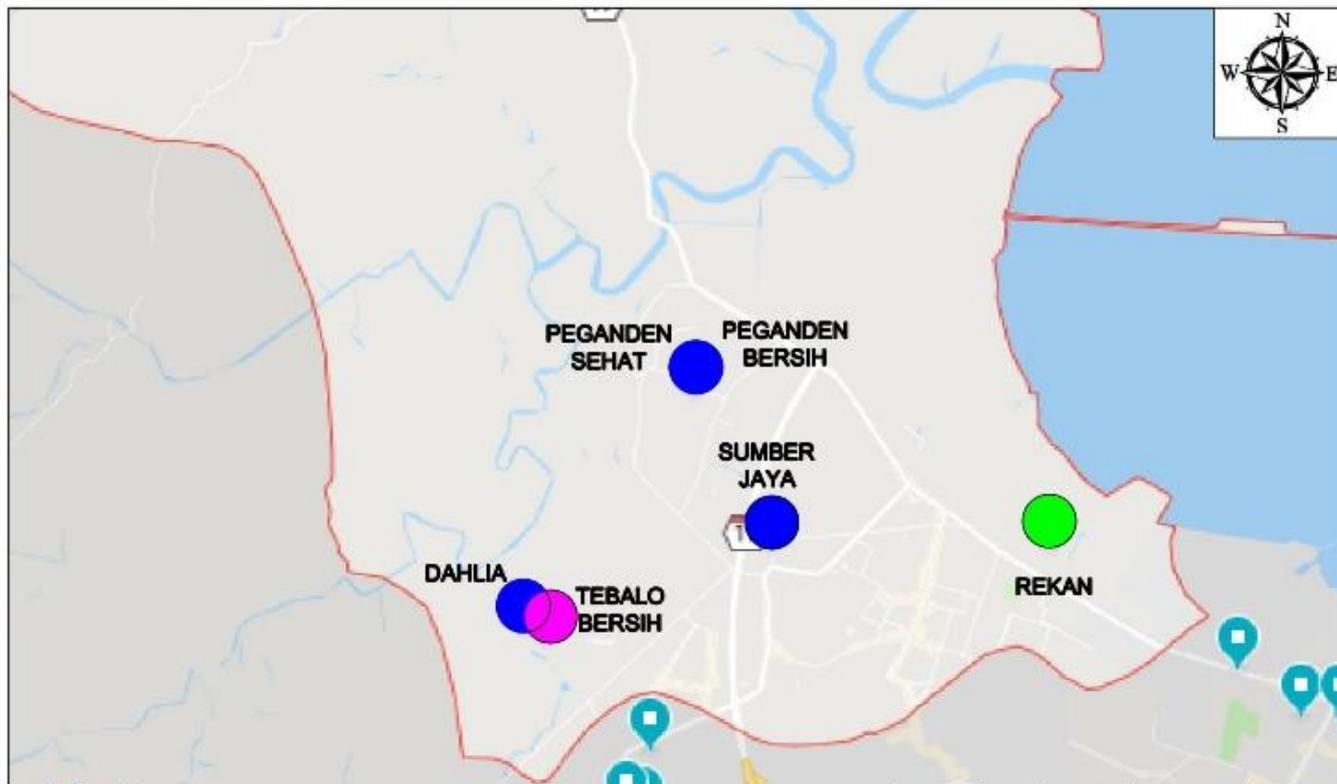
10. Keluhan dan/atau saran tentang bangunan IPAL dan proses pengoperasiannya?  
(contoh: bau, sering tersumbat, dibuatkan bangunan IPAL lagi, dll)

11. Alasan tidak menyambung IPAL (\*)  
(contoh: tidak ada biaya, kurang berminat, dll)

**LAMPIRAN 6**  
**PETA PERSEBARAN IPAL KOMUNAL DI KABUPATEN**  
**GRESIK**

Terdiri dari :

1. Peta Persebaran IPAL Di Kecamatan Manyar
2. Peta Persebaran IPAL Di Kecamatan Gresik
3. Peta Persebaran IPAL Di Kecamatan Kebomas



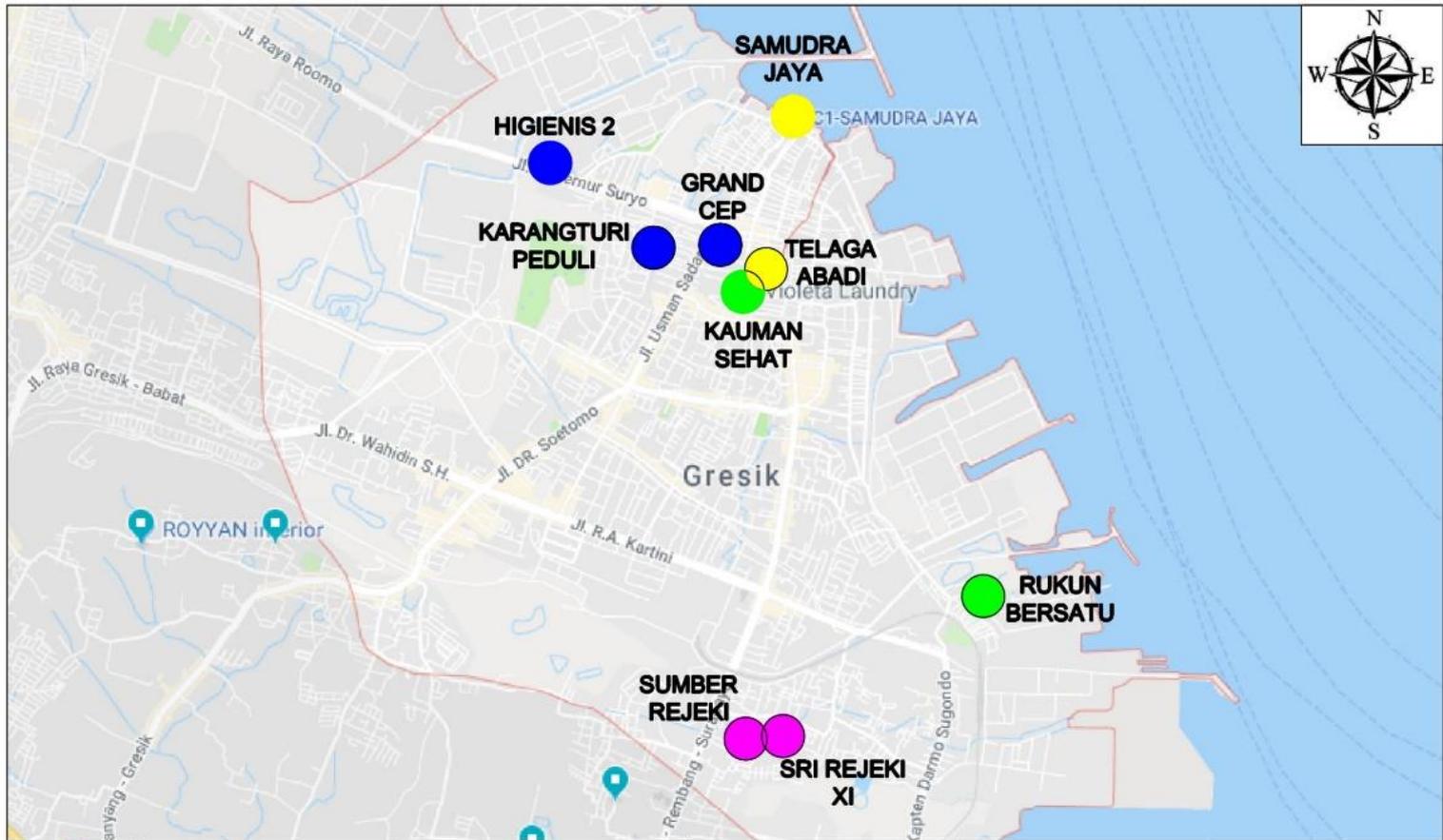
<b>JUDUL GAMBAR</b>
Peta Persebaran IPAL di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik
Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan

<b>Nama Mahasiswa</b>
In Sifaati Nurjanah 0321154000068
<b>Skala</b>
0 km <span style="float: right;">2 km</span>

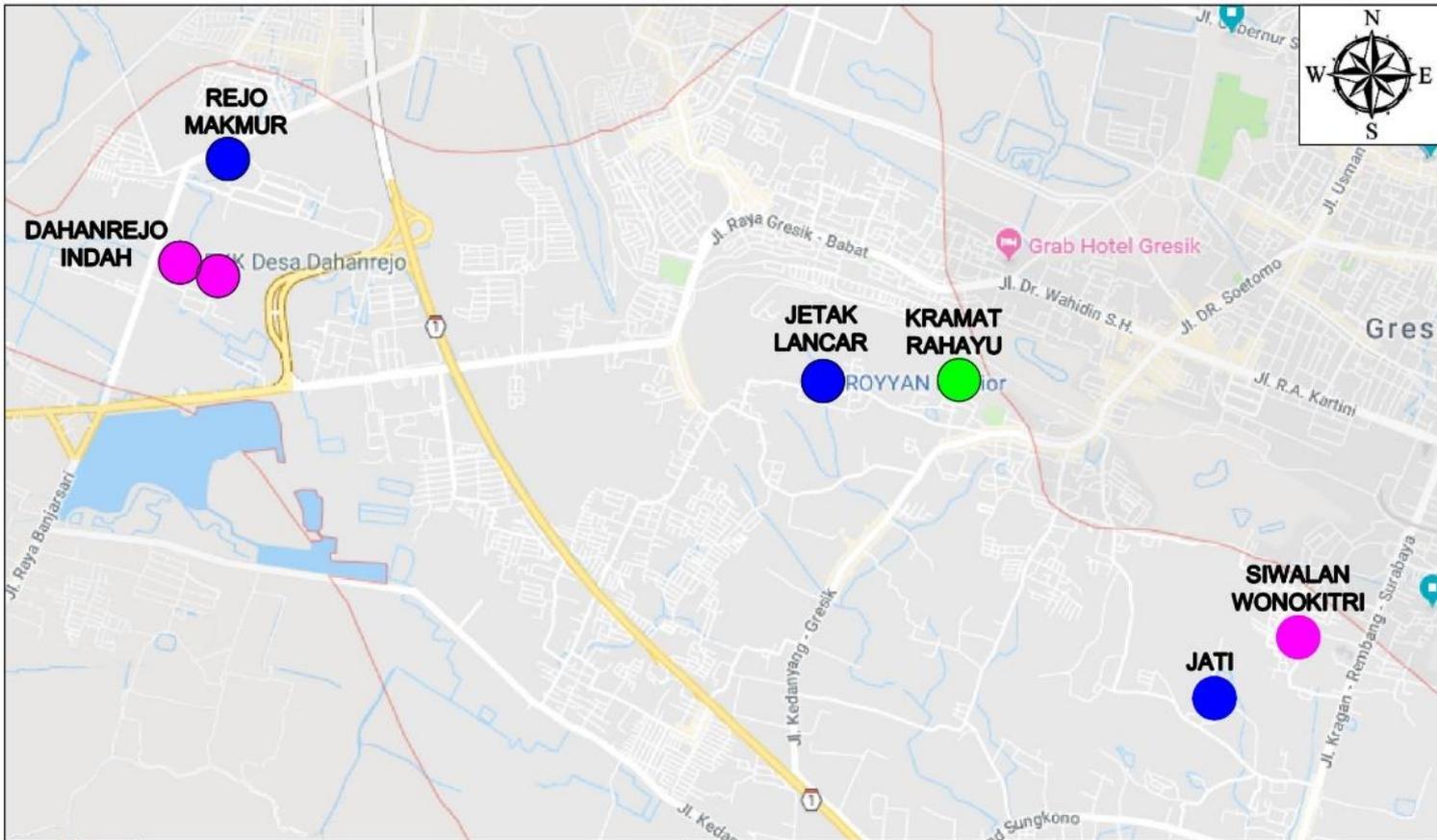
<b>Legenda</b>	
<span style="color: red;">—</span> Batas Kecamatan	<span style="color: yellow;">●</span> Sanfab
<span style="color: blue;">●</span> JSI	<span style="color: green;">●</span> Mode
<span style="color: pink;">●</span> Konvensional	

<b>Ket.</b>
1. JSI (3 IPAL) 2. Mode (1 IPAL) 3. Sanfab (0 IPAL) 4. Konv. (1 IPAL)

<b>Hal.</b>
01



<b>JUDUL GAMBAR</b> Peta Persebaran IPAL di Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik	<b>Nama Mahasiswa</b> Ilin Safaati Nurjanah 0321154000068	<b>Legenda</b> — Batas Kecamatan ● JSI    ● Sanfab ● Mode    ● Konvensional	<b>Ket.</b> 1. JSI (3 IPAL) 2. Mode (2 IPAL) 3. Sanfab (2 IPAL) 4. Konv. (2 IPAL)	<b>Hal.</b> 02
Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan	<b>Skala</b> 0 km                      1 km			



	<p align="center"><b>JUDUL GAMBAR</b></p> <p>Peta Persebaran IPAL di Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik</p> <p align="center">Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan</p>	<p align="center"><b>Nama Mahasiswa</b></p> <p>lin Safaati Nurjanah 0321154000068</p> <p align="center"><b>Skala</b></p> <p align="center">0 km <span style="margin-left: 100px;">1 km</span></p>	<p align="center"><b>Legenda</b></p> <p>— Batas Kecamatan</p> <p>● JSI    ● Sanfab</p> <p>● Mode    ● Konvensional</p>	<p align="center"><b>Ket.</b></p> <p>1. JSI (3 IPAL) 2. Mode (1 IPAL) 3. Sanfab (0 IPAL) 4. Konv. (2 IPAL)</p>	<p align="center"><b>Hal.</b></p> <p align="center">03</p>
---	---	---	--	--	--

**LAMPIRAN 7**

***DETAIL ENGINEERING DESAIN (DED) IPAL SISTEM JSI***

**LAMPIRAN 8**  
**DETAIL ENGINEERING DESAIN (DED) SISTEM MODE**

**LAMPIRAN 9**  
**DETAIL ENGINEERING DESAIN (DED) SISTEM SANFAB**

**LAMPIRAN 10**  
**DETAIL ENGINEERING DESAIN (DED) SISTEM**  
**KONVENSIONAL**

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir pada tanggal 22 September 1997 di Kota Magetan Provinsi Jawa Timur. Penulis mengenyam pendidikan formal di SDN Gulomantung. Selanjutnya, menempuh pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 3 Gresik dan lulus pada tahun 2012. Pada tahun yang sama, penulis diterima menjadi salah satu siswa di SMA Negeri 1 Manyar, Gresik. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas pada tahun 2015 dan melanjutkan pendidikan di S1 Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, ITS Surabaya, terdaftar dengan NRP 03211540000068.

Selama perkuliahan, penulis aktif berorganisasi dengan menjadi staff pengembangan sumber daya mahasiswa (PSDM) Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan dan staff kebijakan publik BEM ITS 2016-2017. Penulis juga pernah menjadi wakil ketua HMTL bidang pengembangan staff periode 2017-2018. Selain berorganisasi, penulis juga aktif menjadi panitia dan peserta kegiatan, pelatihan kemahasiswaan, *workshop* maupun seminar yang diadakan di ITS baik dalam tingkat departemen maupun institut. Penulis juga pernah menjadi salah satu anggota PKM-PE yang didanai oleh DIKTI. Penulis juga mempunyai pengalaman bekerja, yaitu di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik UPT TPA, PT Pertamina RU VII Kasim Papua Barat, dan PT Petrokimia Gresik. Penulis dapat dihubungi via email [iinsaafaatin@gmail.com](mailto:iinsaafaatin@gmail.com).



**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : IIN SAFAATI NURJANAH  
NRP : 03211590000068  
Judul : EVALUASI KINERJA IPAL KOMUNAL DI KABUPATEN GRESIK

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	28 / 02 / 2019	- Hasil survey lapangan - Penentuan titik sampling, metode sampling, dll - Persiapan uji kualitas air limbah	
2.	9 / 03 / 2019	- Teknik sampling - Parameter sampling	
3.	15 / 03 / 2019	- Asistensi Hasil laboratorium : kualitas air limbah 4 IPAL - Asistensi kuisioner	
4.	18 / 03 / 2019	- Asistensi hasil laboratorium dan rekap kuisioner - Penentuan metode evaluasi teknis	
5.	05 / 04 / 2019	- Hasil kuisioner - Hasil observasi lapangan - outline BAB 9	
6.	15 / 04 / 2019	- Perdalam pembahasan hasil kuisioner - tambahkan proses nirpikasi	
7.	23 / 04 / 2019	- pelayan pengolahan aerob tentang penunran ammonia - BAB 9 diperbaiki dan dilengkapi kembali	
8.	12 / 06 / 2019	- BAB 9 - perdalam analisis aspek teknis dan non-teknis	
9.	24 / 06 / 2019	- Perbaiki format laporan - gambar diupdate kembali - asistensi kesimpulan penelitian	

Surabaya, 24-06-2019  
Dosen Pembimbing

C Agus Hamut



UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Selasa, 16 Juli 2019  
Pukul : 13.00-15.00  
Lokasi : TL-102  
Judul : Evaluasi Kinerja IPAL Komunal Di Kabupaten Gresik

Nilai TOEFL 477

Nama : lin Safaati Nurjanah  
NRP. : 0321154000066  
Topik : Penelitian Lapangan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
	<p>95/2019</p> <p>1) ikuti saran dan masalah dari dosen Ibu dosen penguji</p> <p>2) Apakah dug penambahan di pusek tanpa penambahan kompartemen, apakah efisiensi tetap baik?</p> <p>3) Evaluasi, ternyata penggunaan <math>\phi &lt; 100 \mu m</math> tidak ada masalah, mengapa?</p> <p>4) Bahas efek penggunaan pada kualitas Effluent!</p>

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Agus Slamet, Dipl.SE., M.Sc

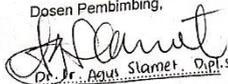


**FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama : LILIN SAFIATI NURJAMAH  
NRP : 032115900020068  
Judul Tugas Akhir : Evaluasi Kinerja IPAL Komunal Di Kabupaten Gresik

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Perbaiki format daftar isi, daftar tabel, dll	sudah diperbaiki (Hal VII - XVI)
2.	Hilangkan legenda pada grafik (gambar 4.13)	sudah diperbaiki (Hal 94)
3.	Tampilkan data hasil rekap nilai teknis dan non-teknis masing-masing IPAL	sudah diperbaiki (Hal 165)
4.	Analisis hubungan antara diameter pipa dengan penanganan atau fungsional	sudah diperbaiki (Hal 165 - 166)
5.	Analisis hubungan SOP / luan, wawasan mesoraktor, dan kualitas effluen IPAL	sudah diperbaiki (Hal 166 - 167)
6.	Tambahkan perlunya pelatihan operator pada Strategi peningkatan kinerja IPAL	sudah diperbaiki
7.	Perhitungan efisiensi IPAL apabila diambatkan proses aerobik di kompartemen	sudah diperbaiki (Hal 197)
8.	Urutkan nomor gambar pada lampiran	sudah diperbaiki

Dosen Pembimbing,

  
Dr. Ir. Agus Slamet, Dipl. Sc., M. Sc.

Mahasiswa Ybs.,

  
LILIN SAFIATI NURJAMAH