

TA/TL/2022/1489

TUGAS AKHIR
PENILAIAN RISIKO PADA IPAL SEWON,
KABUPATEN BANTUL, D.I. YOGYAKARTA

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



MUHAMMAD ZIDNI PUTRA
18513017

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022

TUGAS AKHIR
PENILAIAN RISIKO PADA IPAL SEWON,
KABUPATEN BANTUL, D.I. YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



MUHAMMAD ZIDNI PUTRA
18513017

Disetujui,
Dosen Pembimbing:



Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.

NIK. 025100407
Tanggal: 26/09/2022


Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

NIK. 155131313
Tanggal: 26-09-2022

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
NIK. 095130403

Tanggal: 27 September 2022

HALAMAN PENGESAHAN
PENILAIAN RISIKO PADA IPAL SEWON,
KABUPATEN BANTUL, D.I. YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Rabu
Tanggal : 10 Agustus 2022

Disusun Oleh:

MUHAMMAD ZIDNI PUTRA
18513017

Tim Penguji :

Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Dr. Joni Aldila Fajri, S.T., M.Eng.



Handwritten signatures and dates of the assessment team members. The signatures are in blue ink. The dates are 26/8/22, 26/8/22, and 24/8/22.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Mei 2022

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Zidni Putra

NIM: 18513017

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “**PENILAIAN RISIKO PADA IPAL SEWON, KABUPATEN BANTUL, D.I. YOGYAKARTA**” dapat diselesaikan. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi Mahasiswa Program S1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penulis mendapatkan banyak dukungan, saran, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan kesehatan, kemauan, dan kemampuan dalam menyelesaikan laporan ini
2. Kedua orang tua yang saya cintai dan sayangi, Bapak Rifqi Bachtiar dan Ibu Atik Ernawati yang telah membantu, mendoakan, memberikan semangat, dan berbagai kebaikan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
3. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Bapak Eko Siswoyo, ST., M.Sc.ES., Ph.D.
4. Bapak Andik Yulianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah sabar membimbing, memberikan saran dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bantuan, saran, arahan dan masukan selama tugas akhir ini berlangsung.
6. Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji pada tugas akhir ini
7. Ibu Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bantuan, saran, dan masukan selama penulis menjadi mahasiswa di Teknik Lingkungan FTSP UII.
8. Mas Heriyanto, A.Md yang sudah membantu administrasi selama masa perkuliahan
9. Teman-teman Bubuhan Samarinda dan teman-teman Asrama KBS yang telah memberikan semangat, menjadi teman bercerita, dan berbagi keluh kesah selama proses penyelesaian tugas akhir.
10. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan 2018 yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak memiliki kekurangan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi menyempurnakan laporan ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya dan dapat ditindaklanjuti dengan pengimplementasian saran.

Yogyakarta, 15 Juni 2022



Muhammad Zidni Putra





ABSTRAK

MUHAMMAD ZIDNI PUTRA. **Penilaian Risiko pada IPAL Sewon, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta.** Dibimbing oleh ANDIK YULIANTO, S.T., M.T. dan Dr. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.Eng.

Aktivitas rumah tangga umumnya menghasilkan air limbah yang kemudian diolah oleh Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). IPAL merupakan infrastruktur penting baik bagi manusia maupun lingkungan karena dapat menurunkan kadar pencemaran yang terkandung di dalam air limbah. IPAL sendiri tidak terlepas dari risiko yang dapat merugikan dan menghambat kinerja operasional IPAL. Untuk mengetahui risiko apa saja yang dapat terjadi maka dapat dilakukan dengan menggunakan penilaian risiko. Penilaian risiko pada IPAL yang telah dilakukan kebanyakan hanya dilakukan terhadap IPAL yang berada di suatu industri, sedangkan penilaian risiko untuk IPAL terpusat yang mengolah limbah rumah tangga terutama di Indonesia masih sedikit ditemui. Oleh sebab itu dilakukan penelitian penilaian risiko pada IPAL terpusat di Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta untuk mengetahui risiko yang dapat terjadi pada IPAL tersebut. penelitian dilakukan dengan pendekatan penilaian risiko yang terdiri dari identifikasi risiko yang terjadi, estimasi nilai dari risiko yang diketahui dan menentukan tingkatan penerimaan dari risiko tersebut. Hasil dari penilaian risiko adalah peta risiko dengan hierarki yang telah ditentukan. Setelah dilakukan penelitian didapatkan data mengenai risiko yang terjadi sebanyak 11 risiko pada unit IPAL yang telah diteliti. Unit yang memiliki risiko dengan dampak terbesar dan kejadian risiko yang tinggi berada pada unit pengolahan *lift pump*, *facultative aerated lagoon*, *maturation pond*. Kemudian terdapat upaya dengan melakukan manajemen risiko terhadap risiko tersebut. Salah satunya adalah dengan melakukan pembersihan secara langsung terhadap sampah yang tersangkut pada baling-baling ketika putaran dari aerator dirasa tidak maksimal.

Kata kunci: Air Limbah, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), Penilaian Risiko, Risiko, Sewon.

ABSTRACT

Muhammad Zidni Putra. *Risk assessment in Sewon D.I Yogyakarta wastewater treatment plant. Supervised by ANDIK YULIANTO, S.T., M.T. and Dr. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.Eng.*

Household activities generally produce wastewater which is then treated by wastewater treatment plant (WWTP). WWTP is an important infrastructure for both humans and the environment because it can reduce the level of pollution contained in wastewater. WWTP itself is inseparable from risk that can harm and hinder the operational performance of WWTPs. To find out what risk can occur, it can be done by using a risk assessment. Most of the risk assessments on WWTPs that have been carried out are only for WWTPs located in an industry. While the risk assessment for centralized WWTPs that treat household waste, especially in Indonesia, is still lacking. Therefore, research on application of risk assessment on centralized WWTPs was carried out in Sewon District, Bantul Regency, D.I. Yogyakarta to find out the risk that can occur in the WWTP. The research was conducted with a risk assessment approach which consisted of identifying the risk that occurred, estimating the value of the known risks, and determining the level of acceptance of these risks. The result from risk assessment is risk map with predetermined hierarchy. After the research was conducted, data regarding the risks that occurred were 11 risks in all WWTP units that have been studied. Units that have the risk with the greatest impact and high-risk events are in the lift pump processing unit, facultative aerated lagoon, maturation pond. Then there are efforts to carry out risk management on these risks. One of them is to directly clean the garbage stuck in the propeller when the rotation of the aerator is not optimal.

Keywords: *risk, risk assessment, sewon, wastewater, wastewater treatment plant (WWTP)*



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Asumsi Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Limbah	5
2.2 Dampak Air Limbah pada Lingkungan	6
2.3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T)	6
2.4 IPAL Sewon	7
2.5 Analisa Risiko	9
2.6 Penilaian Risiko	9
2.7 Mitigasi Risiko	12
2.8 Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	17
3.2 Metode Penelitian	17
3.3 Prosedur Analisis Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Kondisi Eksisting IPAL Sewon	26
4.2 Operasional dan Pemeliharaan	49
4.3 Identifikasi Risiko	61
4.4 Estimasi Risiko & Penerimaan Risiko	71

4.5	Mitigasi Risiko	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		88
5.1	Kesimpulan	88
5.2	Saran	89
DAFTAR PUSTAKA		91
LAMPIRAN		94
RIWAYAT HIDUP		100





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tingkat Kejadian (I).....	20
Tabel 3.2 Jumlah Kerugian (L)	21
Tabel 3.3 Contoh Kejadian dengan Tingkat Kejadian (I) dan Jumlah Kerugian (L) pada IPAL	23
Tabel 4.1 Debit <i>Lift Pump</i> pada tahun 2020	50
Tabel 4.2 Nilai BOD Air Limbah IPAL Sewon tahun 2020.....	52
Tabel 4.3 Nilai COD Air Limbah IPAL Sewon tahun 2020.....	54
Tabel 4.4 Nilai TSS Air Limbah IPAL Sewon tahun 2020	56
Tabel 4.5 Risiko dan Frekuensi pada Unit IPAL	63
Tabel 4.6 Estimasi Risiko	72
Tabel 4.7 Dampak dari Risiko Kejadian.....	73
Tabel 4.8 Manajemen Risiko	85





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pengolahan IPAL Sewon	8
Gambar 2.2 Peta Risiko	11
Gambar 2.3 Hierarki Risiko	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.2 Contoh Peta Risiko dengan Mempertimbangkan Hierarkinya.....	24
Gambar 4.1 Saringan Kasar	27
Gambar 4.2 <i>Lift Pump</i> tampak dari luar gedung (a) dan tampak di dalam gedung (b)	28
Gambar 4.3 Alat <i>Temperature Controller</i> pada Unit <i>Lift Pump</i>	29
Gambar 4.4 Panel Operasional (a) dan Panel <i>Timer</i> (b)	30
Gambar 4.5 Tempat Penampung <i>Grease</i> (a), Indikator <i>Grease</i> (b), dan <i>Check Valve</i> (c)	31
Gambar 4.6 <i>Grit Chamber</i>	32
Gambar 4.7 Alat Pembersih	33
Gambar 4.8 <i>Cyclone Separator</i>	34
Gambar 4.9 Saringan Halus	35
Gambar 4.10 <i>Distribution Chamber</i>	36
Gambar 4.11 Aerator <i>Facultative Aerated Lagoon</i>	37
Gambar 4.12 Sampah dan Limbah yang Mengambang di Permukaan Kolam.....	38
Gambar 4.13 Kapal Penyedot Lumpur (a) dan Panel Operasional (b)	39
Gambar 4.14 <i>Sequencing Batch Reactor</i>	40
Gambar 4.15 Ruang Operasional	41
Gambar 4.16 <i>Software SCADA</i>	42
Gambar 4.17 Skema Pengolahan di SCADA.....	42
Gambar 4.18 Nilai Kualitas Air Limbah pada IPAL	43
Gambar 4.19 <i>Vacuum Pump</i>	44
Gambar 4.20 <i>Maturation Pond</i>	45
Gambar 4.21 Desinfeksi.....	46
Gambar 4.22 <i>Sludge Drying Bed</i>	47
Gambar 4.23 Bak <i>Sludge Drying Bed</i>	48
Gambar 4.24 Grafik Debit <i>Lift Pump</i> tahun 2020.....	51
Gambar 4.25 Grafik Total Debit Lift Pump tahun 2020.....	51
Gambar 4.26 Grafik Nilai BOD Influen IPAL Sewon tahun 2020.....	53
Gambar 4.27 Grafik Nilai BOD Efluen IPAL Sewon tahun 2020.....	53
Gambar 4.28 Grafik Nilai COD Influen IPAL Sewon tahun 2020.....	55
Gambar 4.29 Grafik Nilai COD Efluen IPAL Sewon tahun 2020.....	55
Gambar 4.30 Grafik Nilai TSS Influen IPAL Sewon tahun 2020	57
Gambar 4.31 Grafik Grafik Nilai TSS Efluen IPAL Sewon tahun 2020.....	57
Gambar 4.32 Pemetaan Risiko.....	83



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Petunjuk Operasi (SOP) IPAL..... 94



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk setiap harinya terus bertambah. Hal tersebut menyebabkan kegiatan manusia juga ikut meningkat. Pada umumnya kegiatan manusia pastinya akan menimbulkan limbah, salah satunya adalah limbah domestik. Bertambahnya penduduk akan berdampak pada semakin banyaknya limbah dari kegiatan yang dihasilkan. Air limbah dapat menyebabkan penurunan kualitas air baku jika langsung dibuang ke badan air. Sanitasi yang buruk menjadi salah satu penyebab dari masuknya air limbah tersebut ke badan air. Sanitasi yang buruk merupakan permasalahan yang diakibatkan dari pembangunan yang tidak merata. Dikutip dari *website* NAWASIS, terdapat data mengenai Capaian Akses Air Limbah Provinsi D.I. Yogyakarta. Dari 212.388 KK yang terdata, 789 KK (0,37%) tidak mendapat akses, 31.760 KK (14,95%) mendapatkan akses Dasar, dan 179.840 KK (84,68%) mendapatkan akses Layak.

Sesuai dengan Pasal 1, ayat (2) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik yang selanjutnya disingkat SPALD adalah serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik. IPAL yang telah dibangun harus berfungsi dengan baik, namun setiap fasilitas tidak terlepas dari risiko yang dapat terjadi. Operasional dari IPAL dapat tertunda atau bahkan terhenti akibat dari adanya risiko. Risiko dapat terjadi akibat dari kondisi eksternal seperti terorisme, banjir, badai, gempa bumi, lapisan es, terbobolnya keamanan siber, pandemi (mengakibatkan berkurangnya personil) dan pemadaman listrik (Tušer & Oulehlová, 2021).

Risiko yang timbul akibat dari kejadian tersebut dapat diatasi dengan melakukan analisis risiko. Untuk menilai dan menganalisis risiko tersebut maka dilakukan metode analisa risiko. penelitian menggunakan metode analisa risiko telah banyak dilakukan, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ghaleh (2019) yang berkaitan dengan transportasi. Analisa risiko dilakukan untuk mengetahui dan menganalisa risiko yang terjadi pada armada transportasi pembawa bahan berbahaya. Analisa risiko juga dapat digunakan untuk menilai risiko pada IPAL Komunal. Menurut Yulyati & Nani (2009) salah satu cara untuk mencegah terjadinya risiko adalah dengan pendekatan Manajemen Risiko Lingkungan. Untuk mengidentifikasi risiko, Yulyati & Nani (2009) menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan RCA (*Root Cause Analysis*). Penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode analisa risiko umumnya berfokus pada dampak dari risiko yang ditimbulkan terhadap pekerja dari IPAL tersebut (Tušer & Oulehlová, 2021) atau hanya terdapat penelitian pada IPAL suatu industri (Simamora & Kurniati, 2009) sedangkan penelitian yang menitikberatkan pada risiko dan dampak yang ditimbulkan pada unit IPAL Terpusat masih jarang ditemui.

IPAL merupakan infrastruktur penting baik untuk manusia maupun lingkungan. Analisis risiko merupakan proses untuk mengidentifikasi bahaya lingkungan yang kredibel, menganalisis kemungkinan terjadinya dan tingkat keparahan dari konsekuensi yang ditimbulkan, dan mengelola risiko yang dihasilkan (Stoklosa, 1997). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat kelemahan atau evaluasi yang harus diperbaiki pada IPAL Terpusat sehingga menghindari risiko yang kemungkinan dapat terjadi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang diangkat adalah risiko apa saja yang terdapat pada unit IPAL

Sewon dan bagaimana pengaruh dari risiko terhadap unit IPAL Sewon di Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis risiko pada IPAL Sewon menggunakan metode Analisa Risiko
2. Menentukan manajemen risiko untuk mengurangi risiko baik kemungkinan terjadinya atau konsekuensinya, atau keduanya untuk mengoptimalkan kinerja IPAL Sewon.

1.4 Manfaat Penelitian

- Bagi IPAL, untuk memberikan pengetahuan dan evaluasi mengenai keamanan dan kenyamanan operasional IPAL
- Bagi penulis, untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang analisa risiko di IPAL

1.5 Asumsi Penelitian

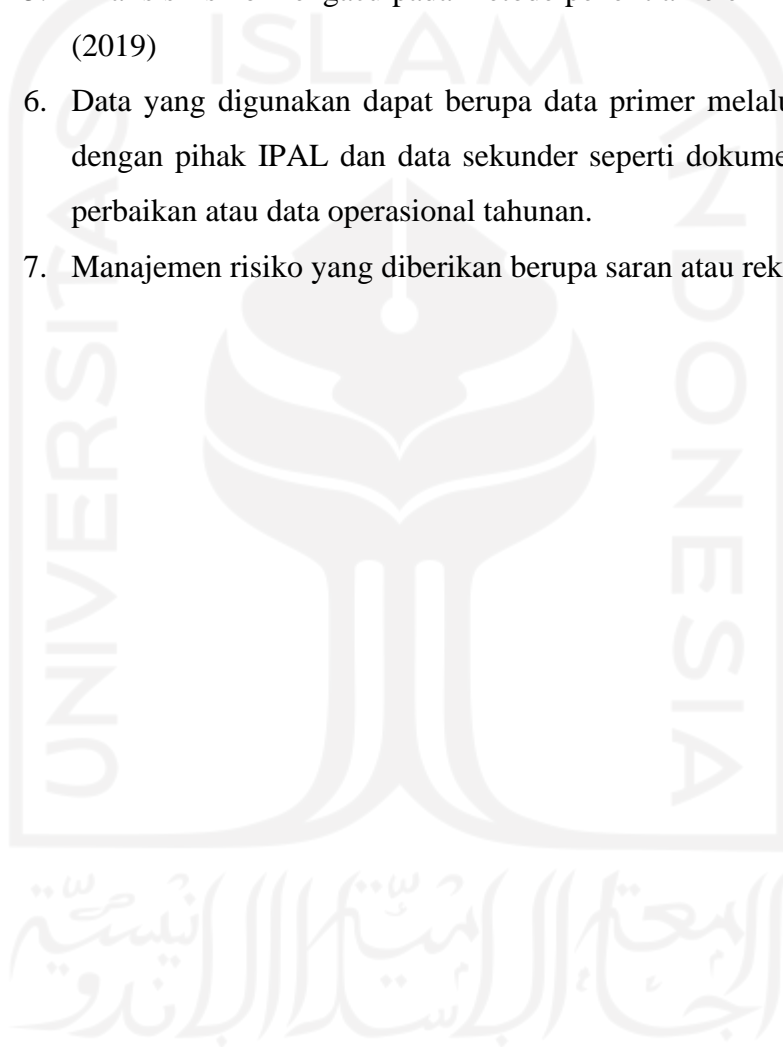
Asumsi pada penelitian yang dilakukan adalah adanya risiko yang dapat mempengaruhi dalam berbagai aspek pada unit IPAL sehingga perlu dilakukan analisa risiko untuk mengidentifikasi risiko yang ada pada unit IPAL.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan di IPAL Sewon, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta.

2. Penelitian dilakukan hanya pada komponen Sub-sistem Pengolahan Terpusat.
3. Penelitian dilaksanakan Januari 2022 – April 2022
4. Penelitian berfokus pada unit IPAL yang masih menggunakan teknologi pengolahan *Facultativated Aerated Lagoon*
5. Analisis risiko mengacu pada metode penelitian oleh Łój-Pilch et al. (2019)
6. Data yang digunakan dapat berupa data primer melalui wawancara dengan pihak IPAL dan data sekunder seperti dokumentasi kontrak perbaikan atau data operasional tahunan.
7. Manajemen risiko yang diberikan berupa saran atau rekomendasi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik menyebutkan bahwa air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan. Semakin tinggi tingkat populasi maka semakin tinggi pula kegiatan yang dilakukan, hal tersebut mengakibatkan air limbah yang dihasilkan juga ikut meningkat jumlahnya. Air limbah terdiri dari dua jenis, yaitu air limbah domestik dan non domestik.

Dikutip dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik pada pasal 1 ayat 2 yang menyebutkan bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Karakteristik fisik dapat dilihat dari padatan, bau, warna, dan kekeruhan. Karakteristik biologi dapat ditentukan dari adanya mikroorganisme seperti bakteri, jamur, protozoa dan algae (Mubin et al., 2016).

Air limbah non domestik merupakan air limbah yang berasal dari kegiatan industri, rumah sakit, pusat kesehatan, sekolah dan tempat komersil. Karakteristik dari air limbah non domestik lebih sulit untuk diketahui karakteristiknya karena setiap sistem produksi yang berbeda-beda. Kandungan toksisitas yang terkandung pada air limbah non domestik lebih tinggi dari air limbah domestik (Baurès et al., 2007).

2.2 Dampak Air Limbah pada Lingkungan

Air limbah yang tidak diolah terlebih dahulu dan langsung dikembalikan akan menimbulkan dampak buruk pada lingkungan. Kandungan BOD yang tinggi dari air limbah yang berasal dari kegiatan domestik akan menyebabkan penurunan kualitas air karena semakin tinggi kandungan BOD maka kandungan oksigen pada air tersebut berkurang (Tarigan et al., 2013). Terdapat berbagai kandungan seperti organik, anorganik, dan zat kimia pada air limbah yang tentu memiliki dampak berbeda-beda. Limbah dengan tingkat organik yang tinggi akan menyebabkan meningkatnya jumlah mikroorganisme terutama mikroba patogen yang berpotensi untuk menyebarkan penyakit. Limbah dengan kandungan kimia yang tinggi dapat mengganggu dan membunuh biota yang ada di lingkungan dan juga manusia (Kadek et al., 2007).

Limbah dari kegiatan non domestik juga berpotensi untuk mencemari lingkungan. Limbah industri berpotensi untuk menimbulkan gas yang berbau busuk seperti H₂S dan amonia akibat dari penguraian bahan organik. Limbah industri juga dapat berupa gas, debu, dan butiran-butiran halus. Gas beracun yang mengandung CO, SO₂, NO₂, H₂S dapat menimbulkan gangguan pernafasan, fungsi otak, dan iritasi mata. Kabut/asap yang dihasilkan dapat mengganggu penglihatan serta pernapasan. Debu dapat mengganggu pernapasan dan bila beracun dapat menyebabkan gangguan fungsi saraf, saluran pernafasan, dan anemia (Supraptini, 2002).

2.3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T)

Menurut Pasal 1, ayat (5) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, SPALD Terpusat yang selanjutnya disebut SPALD-T adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengalirkan air limbah domestik dari sumber secara kolektif ke Sub-sistem Pengolahan Terpusat untuk diolah sebelum dibuang ke badan air permukaan.

Cakupan pelayanan SPALD-T untuk skala perkotaan yaitu minimal sebesar 20.000 jiwa, skala permukiman yaitu sebesar 50 sampai 20.000 jiwa, dan skala kawasan tertentu yaitu untuk kawasan komersial dan rumah susun. Bangunan yang baru dibangun dan terletak di dalam cakupan pelayanan harus menyambungkan saluran pembuangan dengan SPALD-T. Sedangkan untuk bangunan yang tidak dalam cakupan pelayanan diharuskan untuk membuat SPALD.

Sesuai dengan Pasal 16 Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, Komponen SPALD-T terdiri atas:

- a. Sub-sistem Pelayanan:
- b. Sub-sistem Pengumpulan:
- c. Sub-sistem Pengolahan Terpusat.

Sub-sistem Pelayanan merupakan sarana dan prasarana yang memanfaatkan perpipaan untuk mengalirkan air limbah dari sumber ke Sub-sistem Pengumpulan. Sarana dan prasarana dari Sub-sistem Pelayanan terdiri dari: pipa non tinja, pipa tinja, pipa persil, bak penangkap dan minyak dari dapur, lubang inspeksi, dan bak kontrol. Sub-sistem Pengumpulan merupakan sarana dan prasarana yang memanfaatkan perpipaan untuk mengalirkan air limbah dari Sub-sistem Pelayanan ke Sub-sistem Pengolahan Terpusat. Sub-sistem Pengumpulan terdiri dari: pipa induk, pipa retikulasi, dan sarana dan prasarana pelengkap. Air limbah yang telah dialirkan pada akhirnya akan diolah pada Sub-sistem Pengolahan Terpusat. Sarana dan prasarana yang dimaksud adalah IPALD yang terdiri dari: IPALD kota dan/atau IPALD permukiman.

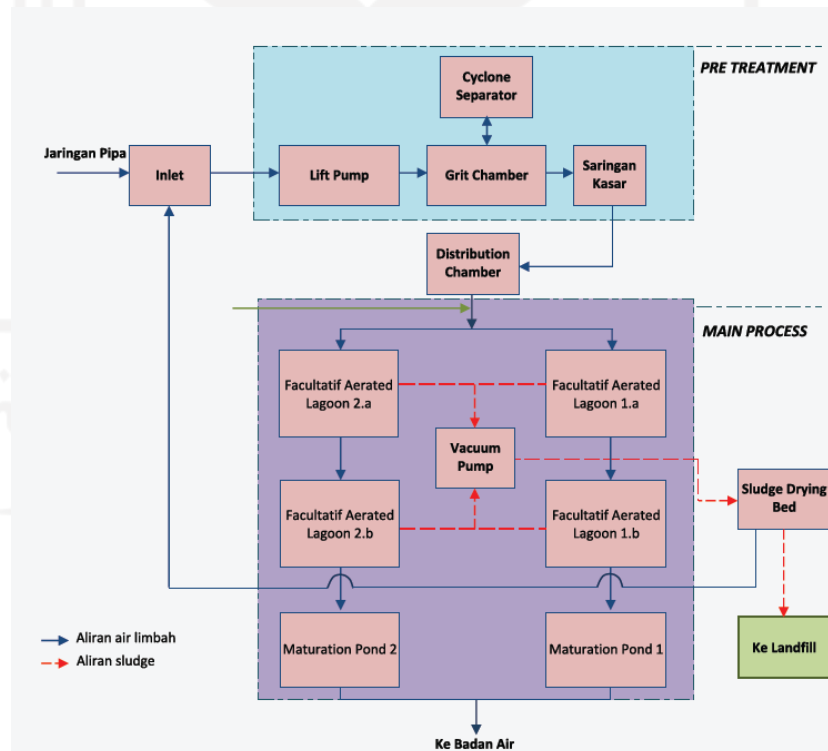
2.4 IPAL Sewon

IPAL Sewon dibangun untuk mengolah air limbah rumah tangga (domestik) di Daerah Istimewa Yogyakarta. IPAL Sewon terletak di dusun Cepit, Kelurahan Pendowoharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul.

IPAL Sewon dibangun pada tahun 1995 dengan luas lahan sebesar 6,7 Ha dan melayani sebagian besar wilayah Kota Yogyakarta (13 Kecamatan), sebagian wilayah Kabupaten Bantul (3 Kecamatan), dan sebagian wilayah Kabupaten Sleman (4 Kecamatan). Air limbah dialirkan memanfaatkan gaya gravitasi dari kontur tanah tinggi di bagian utara yaitu Kabupaten Sleman ke daerah kontur rendah yaitu Kabupaten Bantul. IPAL Sewon menggunakan pengolahan secara fisika dan biologi untuk mengolah air limbah dan kemudian setelah dilakukan pengolahan air dikembalikan ke sungai Bedog melalui kanal saluran terbuka dan pipa beton.

Jaringan pipa yang sudah dibangun untuk menyalurkan air limbah dari rumah warga ke IPAL Sewon mencapai 234 km. Total Sambungan Rumah (SR) yang terpasang yaitu berjumlah 34.481 SR dengan rincian Kabupaten Sleman 3.200 SR, Kabupaten Bantul 2.940 SR dan Kota Yogyakarta 17.341 SR.

Berikut adalah bagan alir skema pengolahan IPAL Sewon:



Gambar 2.1 Skema Pengolahan IPAL Sewon

Sumber: Ditjen Cipta Karya D.I. Yogyakarta

2.5 Analisa Risiko

Risiko adalah peluang terjadinya sesuatu yang akan memberikan dampak pada suatu tujuan yang diukur dalam hal konsekuensi dan kemungkinan (AS/NZS 4360:1999). Analisa risiko adalah sebuah proses sistematis untuk memahami sifat risiko dan mengemukakan risiko, dengan pengetahuan yang ada. Analisa risiko didefinisikan untuk mencakup penilaian risiko, karakterisasi risiko, komunikasi risiko, manajemen risiko, dan kebijakan yang berkaitan dengan risiko, dalam konteks risiko yang menjadi perhatian individu, organisasi sektor publik dan swasta, dan masyarakat di tingkat lokal, regional, tingkat nasional, atau global. (Aven et al., 2018).

2.6 Penilaian Risiko

Penilaian risiko merupakan upaya untuk mengumpulkan dan menganalisis potensi bahaya apa saja yang dapat ditimbulkan oleh suatu situasi dan seberapa besar kemungkinan kerugian yang ditimbulkan (Charnley et al., 1997). Penilaian risiko dapat diaplikasikan pada IPAL Komunal seperti penelitian yang dilakukan oleh Łój-Pilch et al. (2019) untuk memperkirakan risiko yang ada dan dampaknya pada unit pengolahan IPAL Komunal. Penilaian risiko pada penelitian tersebut menghasilkan hierarki risiko yang dapat dipresentasikan secara grafis, maka terbuatlah peta risiko. Gambaran dari hierarki risiko ditentukan berdasarkan estimasi nilai risiko dan penentuan akseptabilitas. Berikut merupakan tahapan dalam melakukan penilaian risiko:

a. Identifikasi Risiko

Tujuan dilakukan identifikasi risiko adalah untuk mengenal fungsi dari fasilitas yang diteliti untuk menentukan faktor risiko dan jenis risiko yang menyebabkannya.

Pengenalan risiko tersebut dapat dilakukan dengan:

- Mengetahui karakteristik fasilitas yang diuji
- Percakapan dengan manajer dan karyawan fasilitas
- Analisis data historis mengenai peristiwa yang terjadi di *site*
- Verifikasi hasil yang diperoleh

b. Estimasi Risiko

Estimasi risiko terdiri dari penerapan langkah-langkah dengan dasar penentuan tergantung pada ketersediaan data input, jumlah, dan keandalannya. Pilihan tersebut dipilih untuk memperkirakan parameter risiko dan nilai luaran yang diharapkan. Berikut merupakan contoh matriks risiko dari apa yang disebut peta risiko yang dihasilkan dari estimasi yang dilakukan:

Frekuensi Kejadian	Sering	Risiko yang sering terjadi dan menimbulkan kerugian yang rendah	Risiko yang sering terjadi dan menimbulkan kerugian yang tinggi
	Jarang	Risiko yang jarang terjadi dan menimbulkan kerugian yang rendah	Risiko yang jarang terjadi dan menimbulkan kerugian yang tinggi
		Jumlah Kerugian	

Gambar 2.2 Peta Risiko

Sumber: Łój-Pilch, M., Zakrzewska, A., & Zielewicz, E. (2019). *Risk assessment in municipal wastewater treatment plant. E3S Web Conferences, 100.*

c. **Penerimaan Risiko**

Penerimaan risiko ditentukan berdasarkan regulasi dan hukum yang berlaku. Level toleransi dapat dilihat sebagai berikut:

- *Low risk (acceptable)*

Dianggap tidak relevan dengan fungsi keseluruhan fasilitas, tidak memerlukan tindakan pengamanan khusus.

- *Medium (tolerated)*

Risiko yang dapat diterima secara kondisional, bila biaya untuk mengurangi risiko tidak proporsional dengan kerugian yang didapat.

- *High risk (unacceptable)*

Berhubungan langsung dengan terjadinya ancaman terhadap lingkungan, kesehatan dan kehidupan manusia, membutuhkan tindakan segera dan pengurangan risiko terlepas dari biaya yang dibutuhkan.

Hasil dari penerimaan risiko diterapkan pada peta risiko yang telah dibuat sebelumnya sehingga diperoleh interpretasi grafis dari hierarki risiko yang didapat. Berikut merupakan gambar dari hierarki risiko:

Frekuensi Kejadian	Sering	Risiko yang sering terjadi dan menimbulkan kerugian yang rendah	Risiko yang sering terjadi dan menimbulkan kerugian yang tinggi
	Jarang	Risiko yang jarang terjadi dan menimbulkan kerugian yang rendah	Risiko yang jarang terjadi dan menimbulkan kerugian yang tinggi
		Jumlah Kerugian	

Gambar 2.3 Hierarki Risiko

Sumber: Łój-Pilch, M., Zakrzewska, A., & Zielewicz, E. (2019). Risk assessment in municipal wastewater treatment plant. E3S Web Conferences, 100.

2.7 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah kegiatan untuk menangani risiko seperti pencegahan, mitigasi, adaptasi atau berbagi (Aven et al., 2018). Manajemen risiko dilakukan untuk mengurangi atau memperkecil terjadinya risiko serta dampak yang ditimbulkan (Suparmadja, 2015). Berikut merupakan upaya untuk melakukan manajemen risiko:

a. Pencegahan (Preventif)

Pencegahan risiko merupakan tindakan untuk menghindari sumber risiko atau untuk menghalangi jalur sumber risiko terhadap realisasi kerusakan yang dapat ditimbulkan (Aven et al., 2018). Pencegahan dilakukan untuk mencegah terjadinya risiko sehingga tidak menimbulkan dampak terutama dampak yang dapat menimbulkan kerugian. Menurut ISO 31000 *Risk Management* Pencegahan risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

- i. Menghindari risiko dengan memutuskan untuk tidak memulai atau melanjutkan aktivitas yang dapat menyebabkan peningkatan pada risiko.
- ii. Mengambil atau meningkatkan risiko untuk mengejar peluang.
- iii. Menghilangkan sumber risiko.
- iv. Mengubah kemungkinan (*likelihood*).
- v. Mengubah konsekuensi.
- vi. Membagikan risiko dengan kepada pihak lain.
- vii. Mempertahankan risiko dengan keputusan yang tepat.

b. Mitigasi

Mitigasi risiko merupakan upaya untuk mengurangi risiko yang dapat terjadi (Aven et al., 2018). Mitigasi dilakukan terhadap risiko kejadian yang sudah terjadi. Menurut *Standards Australia's Risk Management: AS/NZS 4360:2004*, Strategi pengurangan risiko atau mitigasi risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

- i. Menghindari risiko dengan memutuskan untuk tidak memulai atau melanjutkan aktivitas yang menimbulkan risiko (jika hal ini dapat dilakukan).
- ii. Mengubah kemungkinan risiko, untuk mengurangi kemungkinan hasil negatif
- iii. Mengubah konsekuensi, untuk mengurangi tingkat kerugian.

- iv. Membagikan risiko, risiko dibagikan kepada pihak lain seperti asuransi atau penyedia jasa
- v. Mempertahankan risiko, setelah risiko diubah atau dibagi, akan ada risiko residual yang dipertahankan.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian dengan menggunakan metode penilaian risiko telah dilakukan seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Lój-Pilch et al., (2019). Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penilaian risiko untuk mengurangi terjadinya peristiwa serta efek yang ditimbulkan karena dapat mengakibatkan dampak buruk pada pengoperasian instalasi pengolahan. Hasil dari penelitian tersebut adalah peta risiko dengan level yang ditentukan. Peta tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat risiko yang dipicu oleh suatu peristiwa.

Metode analisa risiko juga diterapkan pada penelitian yang dilakukan oleh Tušer & Oulehlová, (2021). Kombinasi dari metode, audit keselamatan, daftar periksa, dan wawancara digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang dilakukan sebanyak tiga iterasi. Kemudian dilakukan analisis risiko dan estimasi risiko. Hasil dari penelitian tersebut adalah evaluasi risiko yang mengidentifikasi risiko yang tidak diinginkan dan tidak dapat diterima lalu kemudian mengusulkan metode manajemen risiko untuk risiko yang ada.

Yulyati & Nani (2009) melakukan penelitian dengan memanfaatkan analisa risiko pada IPAL PT. Ajinomoto. Tujuan dari dilakukannya penelitian tersebut adalah identifikasi dan analisis risiko dengan konsep manajemen risiko lingkungan. Penelitian dilakukan dengan empat tahapan yaitu perumusan masalah, identifikasi risiko, analisis risiko, dan terakhir manajemen risiko. Setelah dilakukan identifikasi risiko, terdapat empat kejadian yang dapat menyebabkan risiko. Kejadian tersebut adalah penurunan kualitas efluen, limbah cair yang tumpah, pencemaran lingkungan, dan bakteri WWTP mati. Setelah diidentifikasi, berikutnya adalah melakukan

analisa risiko untuk mengukur tingkat risiko. Didapatkan penurunan kualitas efluen, limbah cair tumpah, dan pencemaran lingkungan masuk ke dalam kategori *low risk*. Terdapat satu risiko yang masuk ke dalam kategori *high risk* yaitu risiko bakteri WWTP mati. Pada tahapan terakhir yaitu mitigasi risiko. Salah satu mitigasi risiko yang dilakukan yaitu mitigasi terhadap risiko bakteri WWTP mati. Mitigasi yang dilakukan adalah melakukan monitoring terhadap proses pengolahan biologis pada tangki aerasi dan *Biological Treatment*, inspeksi yang dilakukan pada *blower* dan *diffuser*, dan melakukan pembiakan bakteri sesuai dengan kebutuhan.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

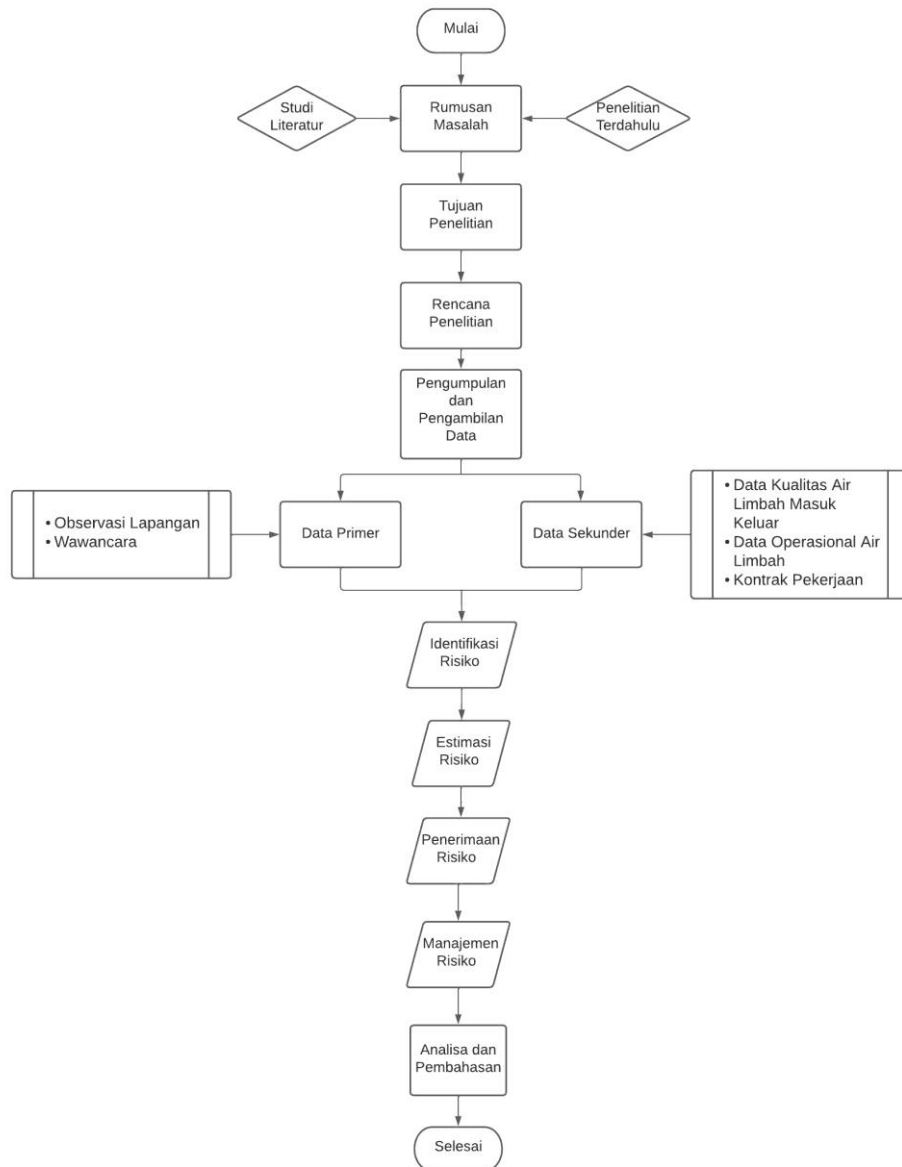
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Januari 2022 hingga bulan April 2022. Lokasi penelitian dan pengambilan data dilakukan pada IPAL Terpusat yang berada di Balai PIALAM, Kelurahan Pendowoharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian dapat digambarkan dengan menggunakan diagram alir. Berikut merupakan diagram alir untuk memberikan gambaran mengenai tahapan-tahapan penelitian:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan yang dilakukan terbagi menjadi 2 metode yaitu:

A. Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh dengan melakukan wawancara secara langsung dengan Petugas Operasional, Mekanikal, dan Elektrikal IPAL Sewon. Dari wawancara yang dilakukan didapat data mengenai kondisi eksisting, data historis, dan data risiko yang pernah terjadi beserta frekuensinya dalam kurun waktu 1 tahun terakhir dari tiap unit pengolahan IPAL. Data yang telah didapat kemudian akan dianalisis.

B. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dengan meminta data historis terkait dengan operasional IPAL. Data yang didapat adalah data Kualitas Air Limbah Masuk Keluar dan data Operasional Harian Air Limbah Masuk dari tahun 2017 – 2021. Data tersebut berasal dari data yang didokumentasikan oleh Laboratorium IPAL. Data sekunder berikutnya adalah data mengenai kontrak yang tercantum dalam Surat Perintah Kerja (SPK) yang berisikan tentang pihak IPAL yang melakukan kerja sama dengan pihak yang menyediakan bidang / jasa yang dibutuhkan. SPK yang didapat adalah pekerjaan Servis dan Pemeliharaan Lift Pump, Aerator, Vacuum Pump, Hydrant, Genzet. Data yang telah didapat kemudian akan dianalisis.

3.3 Prosedur Analisis Data

Penilaian risiko yang dilakukan pada IPAL komunal menghasilkan hierarki risiko yang dapat dipresentasikan secara grafis, kemudian dengan menggunakan data yang telah dikumpulkan dibuatlah peta risiko. Gambaran dari hierarki risiko ditentukan berdasarkan estimasi nilai risiko dan penentuan akseptabilitasnya. Setelah dilakukan penilaian risiko kemudian membuat mitigasi risiko. Berikut merupakan tahapan dalam melakukan penilaian risiko yang kemudian dilanjutkan dengan membuat mitigasi risiko:

a. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko dengan melakukan analisa terhadap dokumen terdahulu seperti dokumen operasional tahunan dan kuesioner yang sudah pernah diisi oleh pihak IPAL pada penelitian terdahulu. Data historis mengenai peristiwa/kejadian yang terjadi pada unit IPAL juga dapat menjadi acuan untuk menentukan identifikasi risiko. Risiko yang didapatkan memiliki frekuensi yang berbeda-beda. Risiko yang telah diidentifikasi kemudian dilakukan estimasi risiko.

b. Estimasi Risiko

Estimasi risiko dilakukan dengan memperkirakan risiko pada instalasi pengolahan limbah terpusat yang terdiri dari menentukan tingkat kejadian (I) dari peristiwa yang merugikan dan menentukan jumlah kerugian (L) yang dihasilkan dari konsekuensinya. Tingkat kejadian (I) dapat ditentukan dengan melihat frekuensi terjadinya suatu peristiwa/kejadian dalam kurun waktu 1 tahun operasional IPAL komunal tersebut. Berikut merupakan tabel kriteria dari tingkat kejadian:

Tabel 3.1 Tingkat Kejadian (I)

Peristiwa yang Terjadi	Tingkat Kejadian	
	[1/tahun]	(I)
Jarang	< 2	1
Umum	2 - 4	2
Sangat umum	> 4	3

Sumber: Łój-Pilch, M., Zakrzewska, A., & Zielewicz, E. (2019). Risk assessment in municipal wastewater treatment plant. *E3S Web Conferences*, 100.

Jumlah kerugian (L) ditentukan berdasarkan jenis risiko yang ditetapkan untuk setiap peristiwa dan bobot numerik juga diberikan (tabel 3.2). Berdasarkan nilai I dan L yang telah ditentukan, peta risiko disiapkan dengan mempertimbangkan hierarkinya (gambar 3.2).

Tabel 3.2 Jumlah Kerugian (L)

Jenis Risiko	Jumlah Kerugian (L)
kualitatif	1
kualitatif, operasional	2
kualitatif, operasional, finansial	3
kualitatif, operasional, finansial, ekologis	4

Sumber: Łój-Pilch, M., Zakrzewska, A., & Zielewicz, E. (2019). Risk assessment in municipal wastewater treatment plant. E3S Web Conferences, 100.

- **Kualitatif**

Risiko dapat dikategorikan menjadi jenis kualitatif ketika dengan adanya risiko tersebut dapat mempengaruhi air limbah maupun keseluruhan unit pengolahan. Dampak yang ditimbulkan dapat ditentukan secara kualitatif.

- **Operasional**

Suatu risiko ditentukan sebagai jenis operasional karena dampak dari risiko tersebut dapat menghambat, menghentikan, dan mempengaruhi operasional dari pekerjaan/pengolahan yang dilakukan.

- **Finansial**

Risiko yang masuk ke dalam jenis risiko finansial yaitu

ketika risiko tersebut mempunyai dampak yang menyebabkan kerugian pada bagian keuangan. Kerugian yang terjadi bisa terjadi baik dalam nominal yang dihitung kecil ataupun besar.

- Ekologis

Risiko yang dapat menyebabkan perubahan terhadap fungsi, kualitas, dan keadaan suatu lingkungan dari kondisi awal yang tidak terpengaruh oleh risiko tersebut.

c. Penerimaan Risiko

Penerimaan risiko ditentukan berdasarkan regulasi dan hukum yang berlaku. Level toleransi dapat dilihat sebagai berikut:

- *Low risk (acceptable)*

Dianggap tidak relevan dengan fungsi keseluruhan fasilitas, tidak memerlukan tindakan pengamanan khusus.

- *Medium (tolerated)*

Risiko yang dapat diterima secara kondisional, bila biaya untuk mengurangi risiko tidak proporsional dengan kerugian yang didapat.

- *High risk (unacceptable)*

Berhubungan langsung dengan terjadinya ancaman terhadap lingkungan, kesehatan dan kehidupan manusia, membutuhkan tindakan segera dan pengurangan risiko terlepas dari biaya yang dibutuhkan.

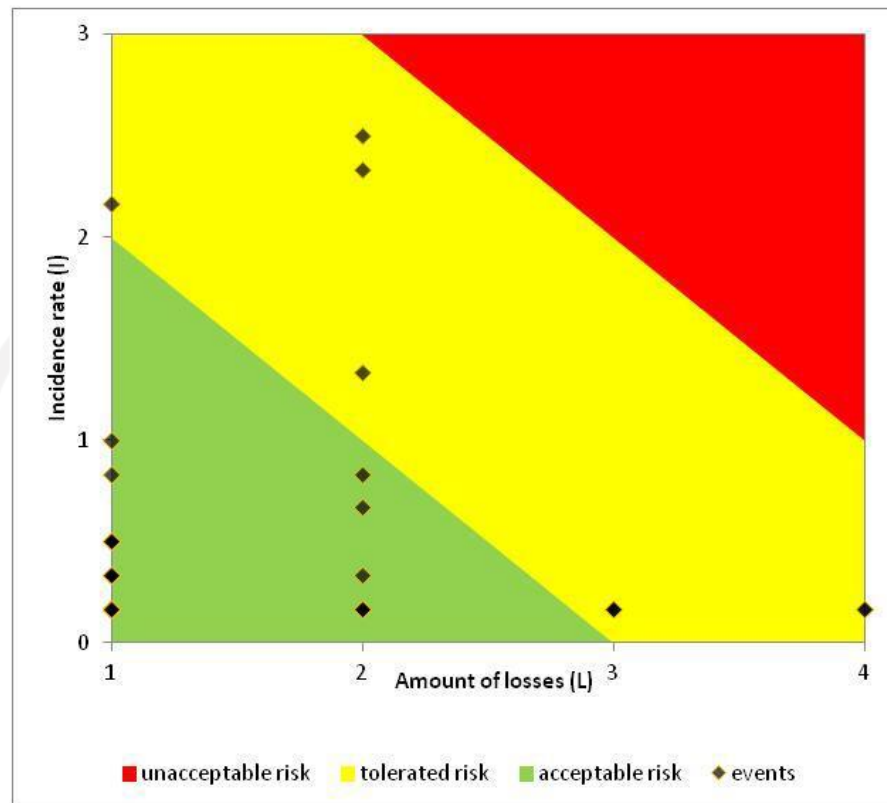
Setelah dilakukan tahapan penerimaan risiko. Untuk menggambarkan dengan lebih baik risiko yang terjadi dalam operasi normal IPAL, Peta risiko

disiapkan dengan mempertimbangkan kejadian yang terjadi pada masing-masing perangkat pengolahan air limbah dalam IPAL.

Tabel 3.3 Contoh Kejadian dengan Tingkat Kejadian (I) dan Jumlah Kerugian (L) pada IPAL

Unit Pengolahan	Kejadian	Tingkat Kejadian		Jenis Risiko	Jumlah Kerugian (L)
		[1/tahun]	(I)		
Bar screen	Penyumbatan pada bar	4.33	3	kualitatif	1
Grit chamber	Pembuangan kotoran berminyak dalam jumlah besar	2.67	2	kualitatif	1
Activated sludge chamber	Munculnya bakteri berfilamen	0.33	1	kualitatif, operasional	2

Sumber: Łój-Pilch, M., Zakrzewska, A., & Zielewicz, E. (2019). Risk assessment in municipal wastewater treatment plant. E3S Web Conferences, 100.



Gambar 3.2 Contoh Peta Risiko dengan Mempertimbangkan Hierarkinya

Sumber: Łój-Pilch, M., Zakrzewska, A., & Zielewicz, E. (2019). Risk assessment in municipal wastewater treatment plant. E3S Web Conferences, 100.

d. Manajemen Risiko

Manajemen risiko dilakukan setelah dilakukannya penilaian risiko. Dari penilaian risiko maka didapatkan risiko, frekuensi risiko, dan dampak yang ditimbulkan. Upaya manajemen risiko dilakukan dengan kegiatan pencegahan dan mitigasi. Manajemen risiko dilakukan untuk mengurangi frekuensi, dampak negatif, atau keduanya.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting IPAL Sewon

Penelitian ini dilakukan di IPAL Terpusat yang terletak di Jalan Bantul Km. 8, dusun Cepit, Kelurahan Pendowoharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta. Operasional IPAL mampu berjalan secara penuh dan semua unit pengolahan mampu bekerja sebagaimana mestinya. Unit pengolahan pada IPAL terbagi menjadi tiga bagian yaitu unit *pretreatment*, *main process*, dan pengolahan lumpur.

4.1.1 Unit *Pretreatment*

Unit pengolahan *pretreatment* terdiri dari lima unit pengolahan. Pengolahan diawali dengan saringan kasar, *lift pump*, *grit chamber*, *cyclone separator*, dan diakhiri dengan saringan halus.

1. Saringan Kasar



Gambar 4.1 Saringan Kasar

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada unit Saringan Kasar terlihat kalau besi dari saringan tersebut berkarat, melengkung, dan sudah termakan usia namun tetap berfungsi dengan baik. Unit tersebut tidak pernah dilakukan pergantian bahan dari saat pertama kali dipasang hingga terakhir diamati ketika dilakukan penelitian. Pihak IPAL mengatakan kalau bahan dari saringan kasar tersebut awet, tahan lama, dan tidak mudah rusak. Pengecekan dilakukan setiap hari dan untuk pembersihan dilakukan ketika sampah/limbah padat dianggap terlalu banyak.

2. *Lift Pump*



(a)



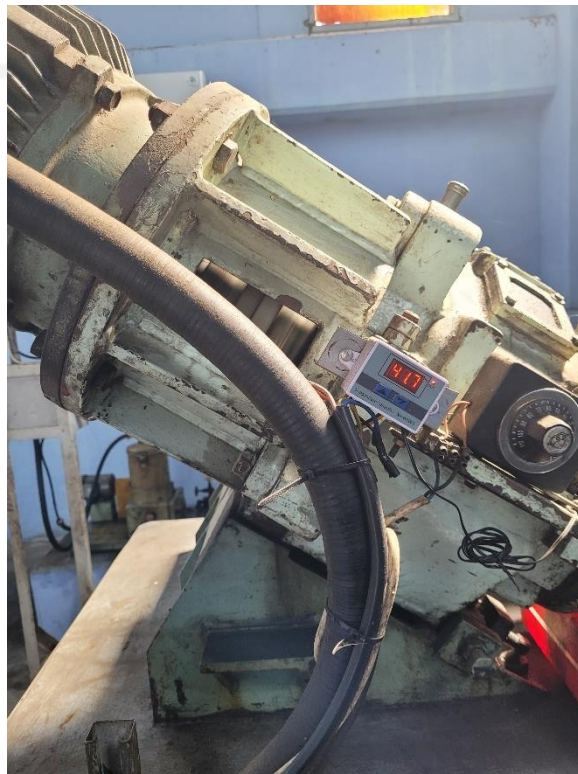
(b)

Gambar 4.2 *Lift Pump* tampak dari luar gedung (a) dan tampak di dalam gedung (b)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Unit *Lift Pump* pada IPAL terdapat tiga mesin. Dua digunakan bergantian dan satu mesin disimpan sebagai unit cadangan menggantikan unit yang mengalami *trouble*/kerusakan. Terlihat pada gambar 4.2 saat pengoperasian unit yang digunakan secara bergantian adalah dua unit di sebelah kanan. Unit *lift pump* telah ada sejak pertama kali dibangun. Operasional unit tersebut berjalan dengan normal walaupun memiliki usia lebih dari 20 tahun dan tampak kotor. Mesin terlihat kotor akibat dari oli yang mengering dan kotoran lainnya. Terdapat satu panel operasional untuk

mengoperasikan unit tersebut. Ruangan tersebut juga dilengkapi dengan dua buah AC (*Air Conditioner*) akan tetapi hanya satu yang berfungsi dengan baik.



Gambar 4.3 Alat *Temperature Controller* pada Unit *Lift Pump*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Unit *Lift Pump* dilengkapi dengan alat *Temperature Controller* untuk memantau suhu dalam satuan Celsius dari mesin tersebut. Suhu maksimal diatur pada suhu 52°C sehingga ketika sudah mencapai suhu maksimum maka mesin akan otomatis mati, kemudian mesin kedua akan hidup untuk menggantikan mesin pertama yang sudah mati. Sebelum menggunakan alat *Temperature Controller*, terdapat alat pengukur suhu yang berbentuk seperti kunci brankas. Alat tersebut akhirnya digantikan dengan *Temperature Controller* karena hasil yang ditampilkan lebih akurat dan secara digital.



(a)

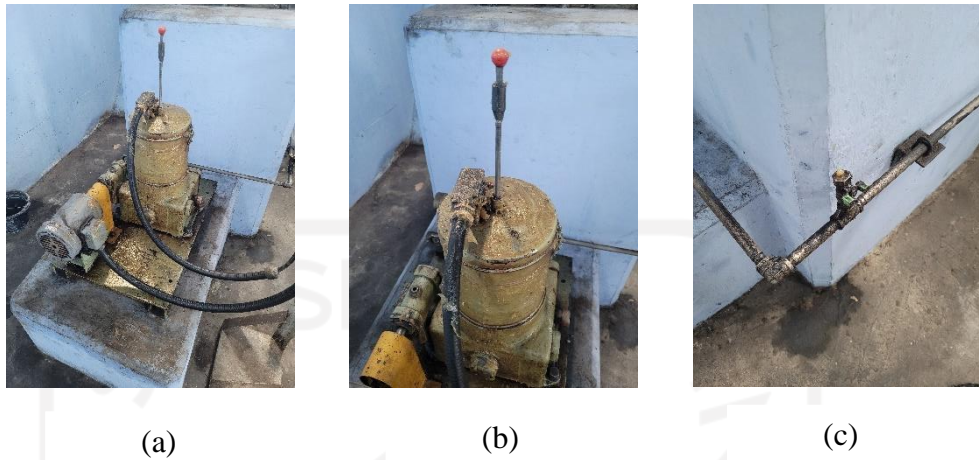


(b)

Gambar 4.4 Panel Operasional (a) dan Panel *Timer* (b)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Terdapat beberapa panel indikator pada Panel Operasional seperti *Timer*, *OFF/ON*, *Trip*, *Water Level*, *Changeover*, dan lain-lain. Terdapat beberapa kekurangan dari panel indikator tersebut seperti Panel indikator tidak sepenuhnya berfungsi, terlihat pada panel indikator *Water Level* tidak menyala, kemudian pada salah satu panel *Timer* visibilitas dari panel tersebut sangat kurang sehingga terdapat kesulitan ketika melihat angka pada panel tersebut. Panel *Timer* diatur dengan nilai maksimal 9900 menit. Ketika mencapai nilai maksimal, mesin akan otomatis mati dan tidak akan menyala secara otomatis. Peran operator dibutuhkan untuk mengatur ulang (*reset*) secara manual karena panel tidak dilengkapi dengan fitur pengaturan ulang otomatis. Jika mesin dibiarkan dan tidak dilakukan pengaturan ulang maka dapat menyebabkan kerusakan pada *Magnetic Contactor* (MC).



Gambar 4.5 Tempat Penampung Grease (a), Indikator Grease (b), dan Check Valve (c)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Untuk menjaga mesin agar tetap bekerja dengan baik maka perlu ditambahkan *grease*. Kapasitas dari *grease* tiap unit yaitu 6 kg untuk jangka pemakaian 1 minggu. Pada musim hujan jumlah *grease* yang dibutuhkan lebih banyak dibandingkan pada jumlah *grease* di luar musim hujan karena mesin bekerja lebih berat pada saat debit lebih tinggi. Terlihat pada foto terdapat *grease* yang menempel di tempat yang tidak semestinya sehingga tampak kotor sehingga untuk memegang perlu menggunakan sarung tangan. Terdapat indikator yang menentukan jumlah *grease* pada tempat penampung. Jika *grease* berkurang maka indikator akan turun kebawah mengikuti jumlah *grease* yang ada di dalam tempat penampung. Ketika indikator sudah mencapai titik *Trip* maka akan menyebabkan mesin berhenti bekerja. Pada pipa penyalur *grease* terdapat *Check Valve* untuk mengetahui apakah *grease* mengalir atau tidak. *Check Valve* berfungsi dengan baik pada saat dokumentasi dilakukan.

3. *Grit Chamber*



Gambar 4.6 *Grit Chamber*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Unit *Grit Chamber* pada saat pengambilan dokumentasi masih berjalan dengan baik dan tidak mengalami kerusakan. Unit tersebut sudah memiliki usia lebih dari 20 tahun. Salah satu unit pelengkap pada *Grit Chamber* yaitu *submersible pump* yang berjumlah 2 buah. Satu unit sedang mengalami kerusakan sehingga mengandalkan unit lainnya untuk melakukan pembersihan. Terdapat alat pembersih yang berbentuk seperti jaring untuk mengangkat padatan yang lolos dan terbawa oleh *lift pump*. Alat tersebut sudah dalam kondisi berkarat akan tetapi masih layak pakai untuk melakukan pembersihan.



Gambar 4.7 Alat Pembersih

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4. *Cyclone Separator*



Gambar 4.8 *Cyclone Separator*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Cyclone Separator merupakan unit untuk memisahkan air dan padatan yang ada di dalam air limbah yang diolah. Terdapat dua unit *Cyclone Separator* yang digunakan secara bersamaan pada saat operasional. Pada saat pengambilan dokumentasi, unit tersebut tidak digunakan karena sedang dilakukan pembersihan tumpukan padatan yang terkumpul di bawah unit tersebut.

5. Saringan Halus



Gambar 4.9 Saringan Halus

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Saringan Halus digunakan untuk menyaring padatan dengan ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan saringan kasar. Kondisi pada saat dilakukan dokumentasi yaitu terdapat beberapa limbah padat yang tersangkut di saringan tersebut. Pada saringan juga ditemukan botol plastik dan beberapa plastik kemasan. Pada foto terlihat beberapa *bar* mengalami kerusakan seperti batang *bar* yang tidak sepenuhnya utuh mengakibatkan adanya celah yang meloloskan limbah padat yang seharusnya tersaring.

6. *Distribution Chamber*



Gambar 4.10 *Distribution Chamber*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Distribution Chamber digunakan untuk membagi air limbah agar masuk ke kedua kolam teknologi pengolahan. Unit tersebut terletak di bawah beton dan dapat diakses dengan mengangkat pintu besi seperti yang terlihat pada gambar. Pemeriksaan dilakukan ketika terdapat sumbatan yang menyebabkan tidak mengalirnya air limbah ke dalam kolam. Pada unit *Distribution Chamber* jarang dilakukan pembersihan.

4.1.2 Main Process & Pengolahan Lumpur

1. *Facultative Aerated Lagoon*



Gambar 4.11 Aerator *Facultative Aerated Lagoon*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Facultative Aerated Lagoon merupakan pengolahan biologis yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mengolah limbah. Aerator masih berfungsi dengan baik walau sudah memiliki usia lebih dari 20 tahun. Awalnya terdapat empat kolam pengolahan yang menggunakan teknologi *Facultative Aerated Lagoon*. Namun, pada awal tahun 2021 telah dipasang teknologi pengolahan baru menggunakan teknologi SBR (*Sequencing Batch Reactor*) pada kolam 2.1 & 2.2, tetapi pada kolam 1.1 & 1.2 tetap menggunakan teknologi *Facultative Aerated Lagoon* seperti yang terlihat pada gambar. Menurut keterangan dari petugas IPAL, kondisi mesin aerator pada gambar ketika dilakukan dokumentasi tidak berputar dengan cepat dibandingkan sebagaimana mestinya. Hal tersebut terjadi akibat dari sampah / padatan limbah yang berhasil lolos ke dalam kolam pengolahan.



Gambar 4.12 Sampah dan Limbah yang Mengambang di Permukaan Kolam

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Terlihat pada gambar terdapat berbagai sampah yang ikut mengambang bersamaan dengan limbah di permukaan kolam. Sampah tersebut bisa berasal dari pekerja ataupun dari saluran alir limbah yang terbawa dari kota. Sampah yang umum dijumpai merupakan sampah plastik seperti kemasan makanan, botol air mineral, dan kantong plastik. Selain sampah plastik terdapat sampah seperti sikat gigi, alat kontrasepsi, dan pembalut wanita. Dahulu pada tahun 1998, banyak warga setempat yang memancing di kolam pengolahan. Sampah yang dibawa bahkan masih umum ditemukan hingga sekarang. Sampah tersebut biasanya adalah senar dan gulungan senar. Pada foto juga nampak terlihat ikan yang sudah mati sehingga mengambang di tepi kolam. Ikan tersebut digunakan sebagai bioindikator oleh pihak IPAL.



(a)



(b)

Gambar 4.13 Kapal Penyedot Lumpur (a) dan Panel Operasional (b)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada kolam terdapat kapal yang dapat digunakan untuk melakukan penyedotan lumpur yang disambungkan dengan *Vacuum Pump*. Kapal tersebut bisa diangkat menggunakan *crane* yang terpasang. Selain untuk menyedot lumpur, kapal tersebut juga digunakan untuk melakukan pembersihan dan pemeriksaan mesin aerator. Kapal tersebut baru saja selesai diperbaiki dan dicat ulang. Panel operasional terletak di luar ruangan sehingga dibangun atap untuk melindungi panel tersebut. Panel tersebut masih bekerja dengan baik.

2. *Sequencing Batch Reactor*



Gambar 4.14 *Sequencing Batch Reactor*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Teknologi pengolahan *Sequencing Batch Reactor* merupakan teknologi pengolahan yang baru ditambahkan di awal tahun 2021. Menempati kolam 2.1 & 2.2 menggantikan teknologi pengolahan yang menggunakan *Facultative Aerated Lagoon*. Operasional dan pengawasan dilakukan di ruang operator yang berada di tengah IPAL. Petugas khusus untuk operasional dan pengawasan berada pada ruangan tersebut dengan sistem shift kerja. Walau masih merupakan teknologi baru namun menurut keterangan petugas sering ditemui masalah seperti beberapa unit SBR mengalami kerusakan dan *overheat*. Konsumsi listrik yang besar ketika menggunakan teknologi SBR menjadikan pengolahan tidak dilakukan selama 24 jam penuh. Untuk memulai pengolahan, listrik dalam jumlah besar dibutuhkan untuk menyalakan tiap mesin pada SBR.

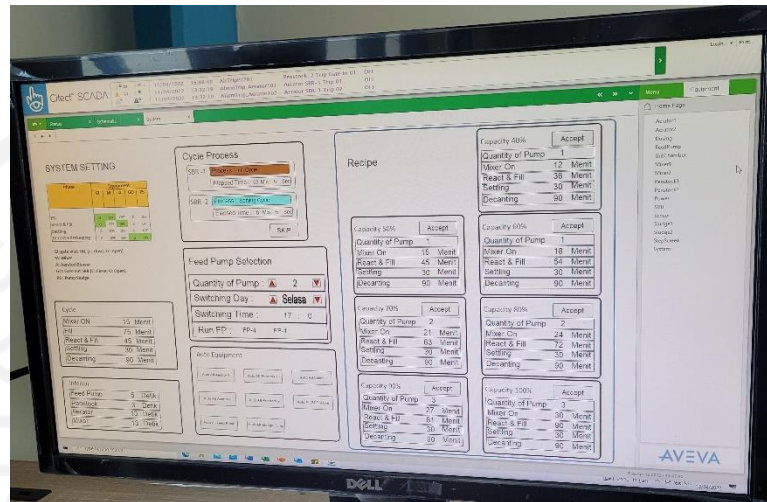


Gambar 4.15 Ruang Operasional

Sumber: Dokumentasi Pribadi

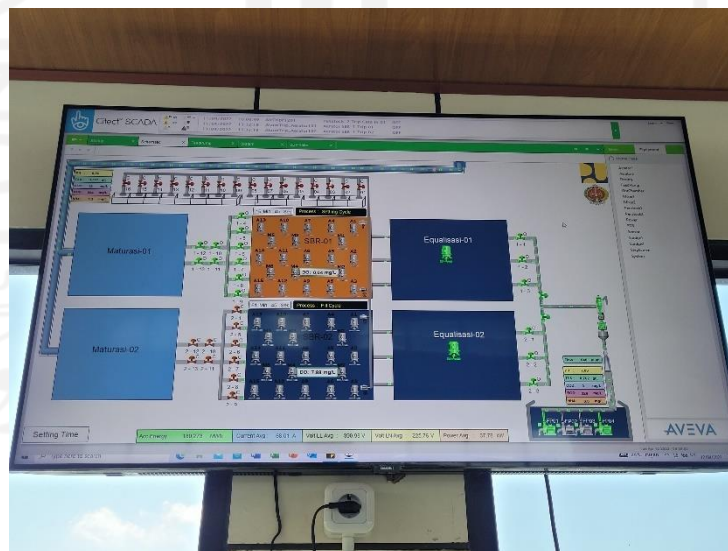
Pada ruang operasional terdapat berbagai mesin yang merupakan bagian dari sistem pengolahan SBR. Pengoperasian dan pengawasan dapat dilakukan melalui *software Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) yang dapat di akses di komputer yang ada di ruangan tersebut. Reaktor dan *mixer* dari tiap unit pada sistem SBR dapat diatur baik secara manual atau otomatis. Selain untuk operasional, melalui SCADA dapat diketahui kualitas *inlet* dan *outlet* seperti nilai debit, pH, TSS, BOD, COD, NH₄, dan kandungan DO pada tiap kolam yang menggunakan teknologi SBR. Pada monitor yang menunjukkan kualitas air limbah, nilai BOD dan COD tidak terbaca sehingga yang ditampilkan di layar hanya OFL mg/l. Suasana ketika dilakukan dokumentasi masih tergolong dingin karena terdapat beberapa *air conditioner* di ruangan tersebut. Menurut petugas di ruang

tersebut, ruangan bisa menjadi lebih panas ketika mesin sudah cukup lama bekerja.



Gambar 4.16 Software SCADA

Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.17 Skema Pengolahan di SCADA

Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.18 Nilai Kualitas Air Limbah pada IPAL

Sumber: Dokumentasi Pribadi

3. *Vacuum Pump*



Gambar 4.19 *Vacuum Pump*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Lumpur yang dihasilkan di kolam pengolahan kemudian disedot oleh unit *vacuum pump* yang kemudian disalurkan ke *SDB (Sludge Drying Bed)*. Operasional dari unit ini yaitu setiap 6 bulan sekali. Mesin dari *vacuum pump* telah diganti menjadi mesin listrik yang sebelumnya menggunakan mesin diesel. Menurut keterangan pihak operator, mesin telah diganti sejak 2 tahun terakhir. Mesin digantikan karena pada saat menggunakan mesin diesel mesin sering mengalami *overheat* sehingga menyebabkan kendala pada saat digunakan. Pipa pada unit *vacuum pump* sering mengalami kebocoran dan juga rawan akan korosi karena sudah mencapai umur 20 tahun. Direncanakan dalam waktu dekat akan dilakukan pergantian untuk pipa tersebut

4. *Maturation Pond*



Gambar 4.20 *Maturation Pond*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Limbah yang telah diolah kemudian dialirkan ke kolam maturasi (*Maturation Pond*). Pada saat dilakukan dokumentasi tidak terlihat adanya padatan limbah / sampah yang mengambang, tidak seperti pada saat di kolam pengolahan fakultatif. Sebelum dialirkan ke pipa outlet, air limbah yang telah diolah melewati proses desinfeksi. Setelah melalui proses desinfeksi maka air limbah dikembalikan lagi ke sungai.



Gambar 4.21 Desinfeksi

Sumber: Dokumentasi Pribadi

5. *Sludge Drying Bed*



Gambar 4.22 *Sludge Drying Bed*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Lumpur yang telah disedot oleh unit *vacuum pump* kemudian dilimpahkan ke SDB (*Sludge Drying Bed*) dimana lumpur dihamparkan kemudian dikeringkan. Pada setiap bak SDB diberikan atap. Terdapat 22 unit tetapi beberapa tahun kebelakang sebanyak 6 bak SDB telah dialih fungsikan sebagai SDB untuk unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). Terdapat sensor yang terhubung dengan ruang operator yang memberikan informasi mengenai kapasitas dari tiap bak SDB yang akan diisi atau yang telah terisi. Terlihat pada gambar 4.18, lumpur yang telah mengering ditumbuhi oleh tanaman liar. Tumbuhan liar tersebut akan dibersihkan setiap 1 bulan sekali oleh pihak IPAL.



Gambar 4.23 Bak Sludge Drying Bed

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4.2 Operasional dan Pemeliharaan

Operasional dan Pemeliharaan pada IPAL Sewon ditujukan agar IPAL dapat beroperasi sesuai dengan tujuan perencanaan. Berikut merupakan penjelasan terkait Operasional dan Pemeliharaan yang ada pada IPAL Sewon.

4.2.1 Operasional

IPAL Sewon memiliki jam operasional kantor yang dimulai pada pukul 08.00 pagi sampai pukul 04.00 sore hari. Unit pengolahan memiliki jam operasional yang berbeda dengan kantor. IPAL direncanakan agar dapat terus beroperasi selama 24 jam oleh karena itu air limbah akan terus masuk dari inlet dan pengolahan akan terus berlangsung. Unit pengolahan *pretreatment* beroperasi sesuai dengan debit limbah yang masuk. Unit *Lift Pump* beroperasi secara otomatis ketika terdapat debit yang masuk namun perlu dilakukan pengawasan agar *counter* pada mesin tidak melebihi nilai maksimal. Unit pengolahan *main process* yaitu kolam fakultatif terutama pada bagian aerator beroperasi hampir 24 jam dalam sehari. Waktu pengoperasian dari mesin aerator tersebut ditentukan melalui analisa yang dilakukan oleh pihak laboratorium, sehingga didapatkan nilai kebutuhan aerasi dan jam operasional aerator tersebut. Namun sayangnya, untuk nilai kebutuhan aerasi dan jam operasional aerator tidak dilakukan pencatatan sehingga tidak terdapat data historis terkait operasional aerator pada kolam fakultatif.

Terdapat SOP yang telah dibuat bersamaan dengan dibangunnya unit. SOP yang diberikan pada tahun 1995 masih digunakan hingga saat dilakukan penelitian oleh pihak IPAL. SOP tersebut digunakan sebagai buku petunjuk operasi dan perawatan pada unit IPAL yang tersedia. SOP tersebut memuat beberapa hal, diantaranya adalah sebagai berikut:

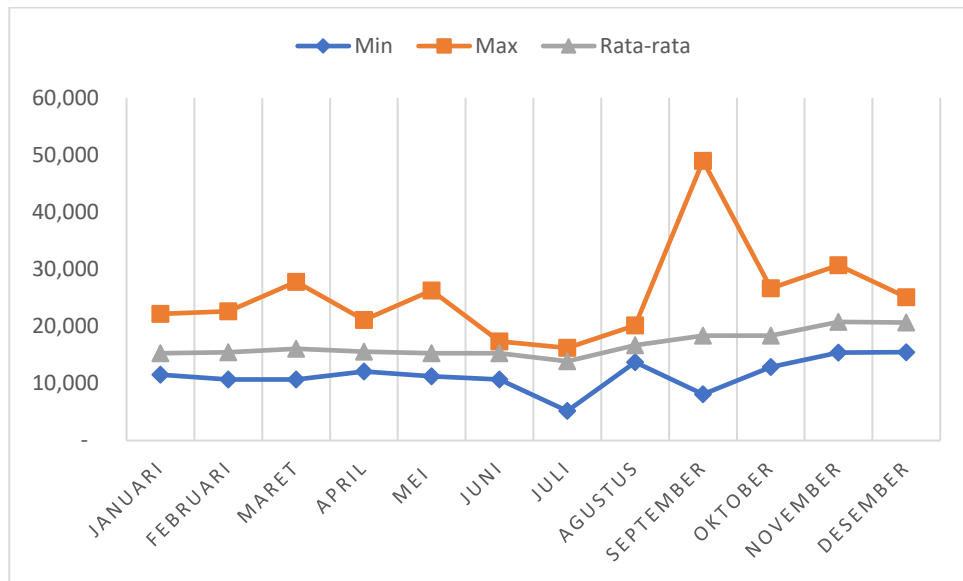
- Pendahuluan;
- Standar Rancangan;
- Spesifikasi Alat;

- Operasi;
- Pencatatan Operasi Harian.

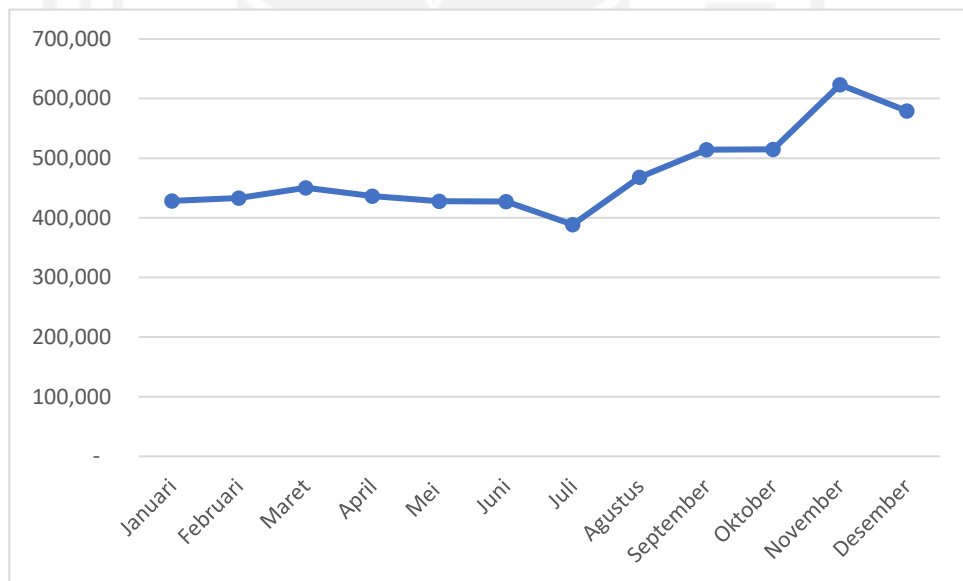
Data terkait jumlah debit yang masuk pada unit *lift pump* di tahun 2020 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Debit *Lift Pump* pada tahun 2020

Bulan	Volume (m ³)			
	Min	Max	Rata-rata	Total
Januari	11,513	22,192	15,302	428,449
Februari	10,689	22,636	15,473	433,234
Maret	10,679	27,772	16,095	450,670
April	12,081	21,111	15,588	436,471
Mei	11,256	26,290	15,278	427,781
Juni	10,698	17,355	15,264	427,393
Juli	5,185	16,218	13,881	388,681
Agustus	13,739	20,137	16,716	468,052
September	8,093	48,974	18,373	514,456
Oktober	12,883	26,654	18,381	514,667
November	15,419	30,698	20,779	623,361
Desember	15,483	25,124	20,684	579,141



Gambar 4.24 Grafik Debit Lift Pump tahun 2020



Gambar 4.25 Grafik Total Debit Lift Pump tahun 2020

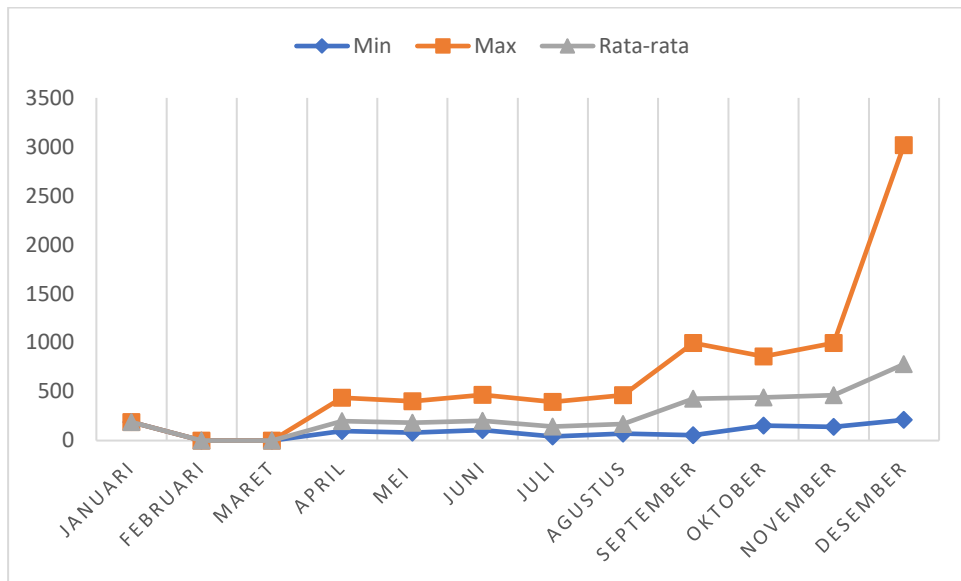
Pada gambar 4.24 terlihat grafik dari min, max, dan rata-rata debit yang dihasilkan dari ketiga mesin *lift pump* yang ada pada IPAL. Nilai max tertinggi terdapat pada bulan September dengan nilai max sebesar 48,974 m³. Nilai min terendah terdapat pada bulan Juli dengan nilai min sebesar 5,185

m³. Gambar 4.25 menunjukkan total debit unit *lift pump* pada tahun 2020. *Trends* yang terlihat menunjukkan bahwa debit total yang masuk ke IPAL memiliki nilai yang beragam dan umumnya mengalami peningkatan jumlah debit. Debit tertinggi terjadi pada bulan November dengan nilai debit sebesar 623,361 m³.

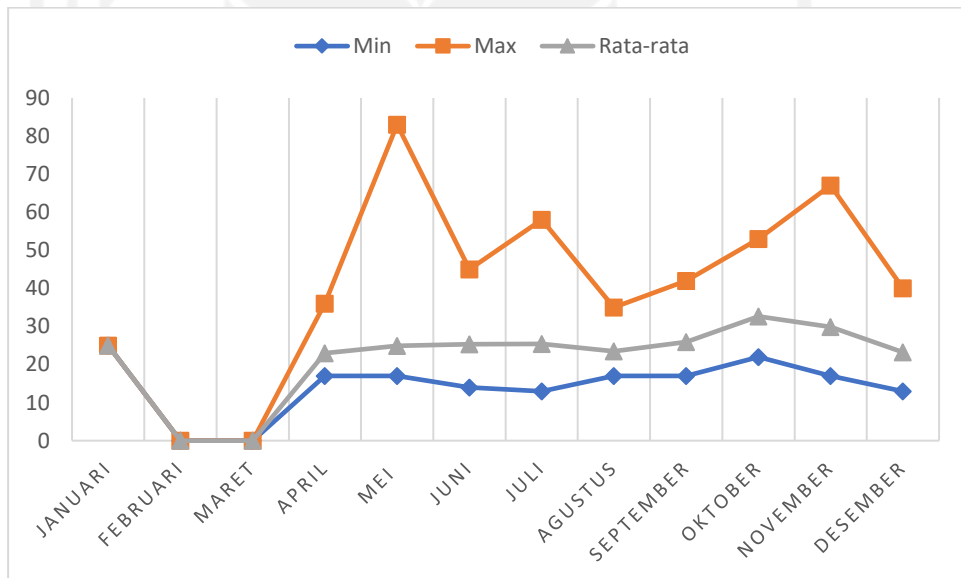
Data berikutnya adalah data mengenai kualitas air limbah yang masuk dan keluar setelah dilakukan pengolahan. Terdapat 3 parameter yang akan ditampilkan. Parameter tersebut adalah COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Dissolved Solid*). Berikut merupakan data kualitas air limbah yang masuk dan keluar pada tahun 2020 di IPAL Sewon:

Tabel 4.2 Nilai BOD Air Limbah IPAL Sewon tahun 2020

Bulan	BOD (mg/L)					
	Influen			Efluen		
	Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata
Januari	188	188	188	25	25	25
Februari	0	0	0	0	0	0
Maret	0	0	0	0	0	0
April	96	437	198	17	36	23
Mei	81	400	182	17	83	25
Juni	108	468	202	14	45	25
Juli	43	396	142	13	58	25
Agustus	70	465	171	17	35	23
September	54	997	429	17	42	26
Oktober	154	858	442	22	53	33
November	141	998	462	17	67	30
Desember	211	3017	780	13	40	23



Gambar 4.26 Grafik Nilai BOD Influen IPAL Sewon tahun 2020



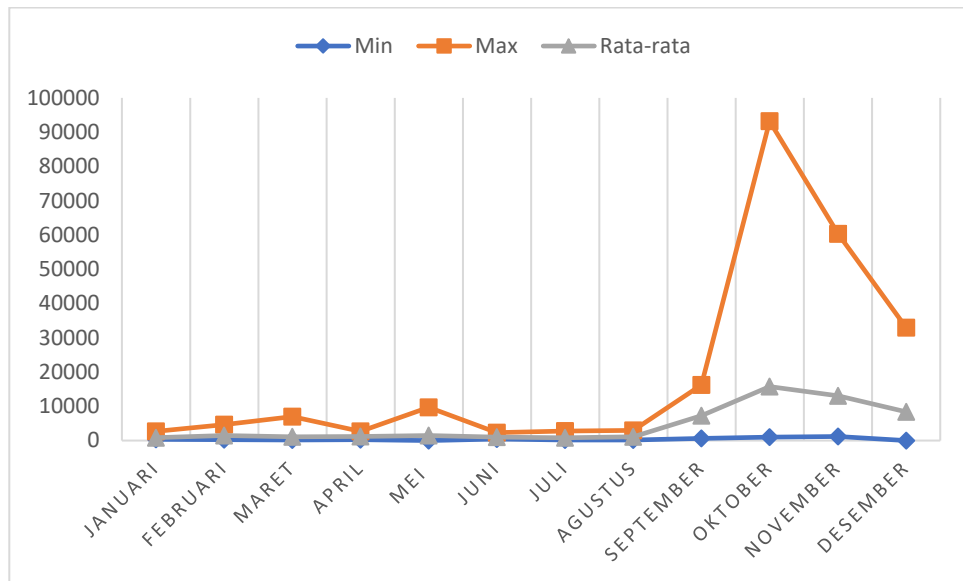
Gambar 4.27 Grafik Nilai BOD Efluen IPAL Sewon tahun 2020

Berdasarkan data tersebut, kadar BOD air limbah baik influen maupun efluen dilakukan pengujian hampir setiap hari di sepanjang tahun 2020. Pada bulan Februari dan Maret tidak dilakukan pengujian karena reagen untuk analisa BOD sedang habis. Untuk nilai min terendah pada aliran influen terjadi pada bulan Juli dengan nilai BOD sebesar 43 mg/L. Sedangkan untuk

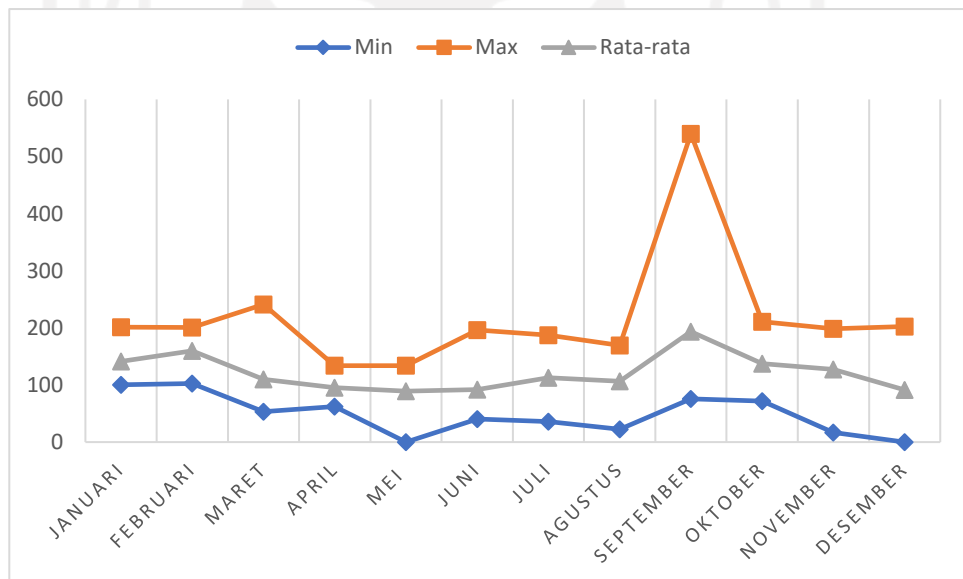
nilai min terendah pada efluen air limbah terjadi di bulan Juli dan Desember dengan nilai BOD sebesar 13 mg/L. Nilai max terbesar pada aliran influen terjadi pada bulan Desember yaitu dengan nilai 3017 mg/L. Pada aliran efluen nilai max terbesar terjadi pada bulan Mei yaitu sebesar 83 mg/L. Nilai max di bulan Mei belum memenuhi baku mutu nilai BOD sesuai dengan Perda DIY No. 7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 75 mg/L.

Tabel 4.3 Nilai COD Air Limbah IPAL Sewon tahun 2020

Bulan	COD (mg/L)					
	Influen			Efluen		
	Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata
Januari	319	2647	849	101	201	141
Februari	241	4638	1480	103	201	160
Maret	205	6958	1122	54	241	110
April	277	2712	1202	62	134	95
Mei	0	9669	1485	0	134	89
Juni	446	2319	995	40	196	92
Juli	196	2801	850	36	187	113
Agustus	134	2997	1099	22	169	106
September	607	16234	7291	76	540	193
Oktober	962	93178	15750	72	211	137
November	1182	60346	13078	17	198	127
Desember	0	32916	8364	0	203	91



Gambar 4.28 Grafik Nilai COD Influen IPAL Sewon tahun 2020



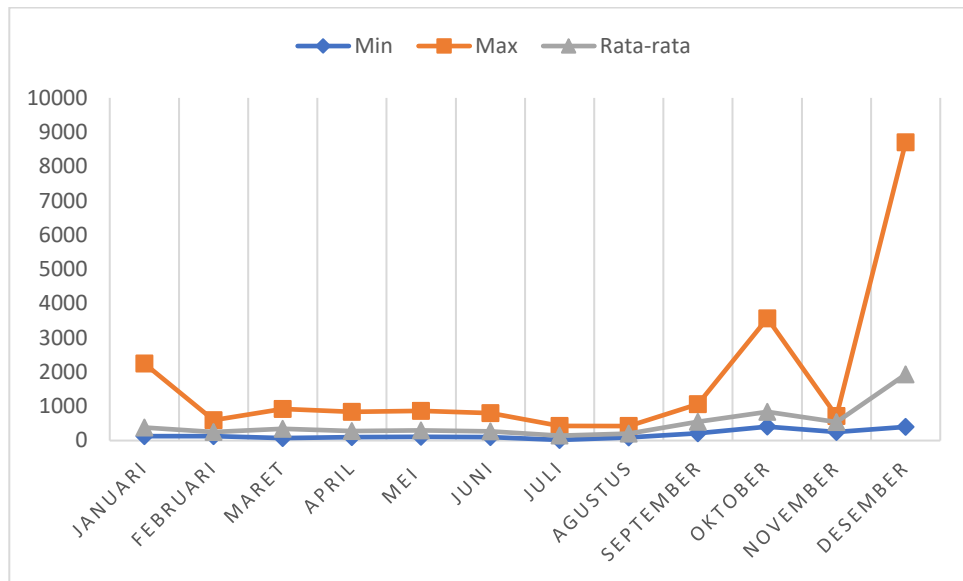
Gambar 4.29 Grafik Nilai COD Efluen IPAL Sewon tahun 2020

Berikutnya adalah data pengujian parameter COD pada aliran influen dan efluen dari IPAL Sewon di tahun 2020. Pada bulan Mei reagen atau indikator ferroin untuk pengujian COD sempat habis dari tanggal 15 Mei sampai 28 Mei. Untuk nilai min terendah pada aliran influen terjadi pada bulan Mei dan Desember dengan nilai 0 mg/L. Sedangkan pada aliran efluen terjadi pada bulan yang sama yaitu bulan Mei dan Desember dengan nilai 0

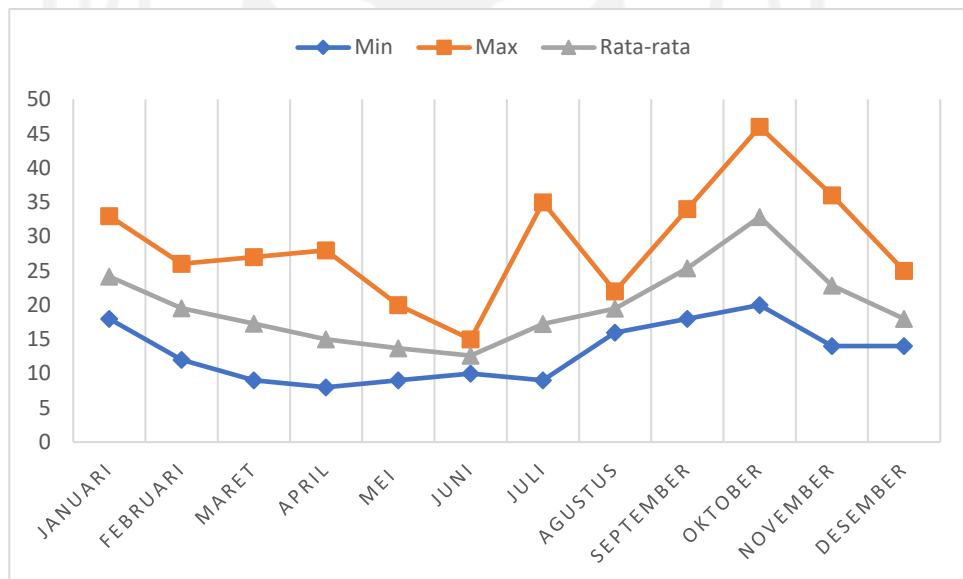
mg/L. Nilai max tertinggi aliran influen terjadi pada bulan Oktober dengan nilai 93178 mg/L. Sedangkan untuk aliran efluen terjadi pada bulan September dengan nilai 540 mg/L. Nilai max di bulan September belum memenuhi baku mutu nilai COD sesuai dengan Perda DIY No. 7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 200 mg/L.

Tabel 4.4 Nilai TSS Air Limbah IPAL Sewon tahun 2020

Bulan	TSS (mg/L)					
	Influen			Efluen		
	Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata
Januari	124	2250	377	18	33	24
Februari	129	597	246	12	26	20
Maret	75	920	348	9	27	17
April	104	836	281	8	28	15
Mei	112	864	295	9	20	14
Juni	102	804	265	10	15	13
Juli	19	428	143	9	35	17
Agustus	87	423	208	16	22	20
September	215	1062	546	18	34	25
Oktober	406	3570	836	20	46	33
November	246	721	543	14	36	23
Desember	403	8700	1931	14	25	18



Gambar 4.30 Grafik Nilai TSS Influen IPAL Sewon tahun 2020



Gambar 4.31 Grafik Grafik Nilai TSS Efluen IPAL Sewon tahun 2020

Terakhir adalah data pengujian TSS pada aliran influen dan efluen pada IPAL Sewon sepanjang tahun 2020. Dari data pada tabel di atas, dapat disimpulkan untuk nilai min terendah untuk aliran influen terjadi pada bulan Juli dengan nilai sebesar 19 mg/L. Untuk aliran efluen terjadi pada bulan April dengan nilai sebesar 8 mg/L. Nilai max tertinggi pada aliran influen terjadi pada bulan Desember dengan nilai 8700 mg/L. Sedangkan untuk nilai

max tertinggi pada aliran efluen terjadi pada bulan Oktober dengan nilai 46 mg/L. Nilai max tertinggi masih di bawah baku mutu yang telah ditentukan di Perda DIY No. 7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 75 mg/L.

4.2.2 Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan untuk menjaga agar sarana dan prasarana pengolahan air limbah dapat berjalan secara kontinu. Pemeliharaan yang dimaksud dapat berupa pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala. IPAL Sewon memiliki pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala yang dilakukan untuk menjaga sarana dan prasarana tersebut agar berfungsi dengan baik. Namun sayangnya pencatatan untuk pemeliharaan rutin tidak dilakukan sehingga tidak terdapat data historis terkait pemeliharaan rutin yang sudah pernah dilakukan. Untuk pemeliharaan berkala juga tidak dilakukan pencatatan. Pencatatan terkait pemeliharaan berkala hanya sebatas kontrak kerja yang tertuang dalam Surat Perintah Kerja.

A. Pemeliharaan Rutin

Perawatan rutin yang dilakukan pada unit pengolahan IPAL Sewon di antaranya adalah melakukan inspeksi setiap hari. Inspeksi dilakukan oleh petugas yang ditempatkan pada tiap unit pengolahan yang ada. Berikutnya adalah perbaikan yang dapat dilakukan oleh petugas tanpa melibatkan pihak ketiga. Alur untuk menentukan apakah perbaikan dapat dilakukan sendiri atau memerlukan pihak ketiga dilakukan sebagai berikut: petugas di unit pengolahan yang mengalami masalah melaporkan terjadi kerusakan/masalah kepada petugas Operasional, Elektrikal, dan Mekanikal di IPAL Sewon. Petugas Operasional, Elektrikal, dan Mekanikal kemudian melakukan *brainstorming* dengan petugas lainnya untuk memecahkan masalah yang ada. Jika dapat dipecahkan maka dilakukan oleh petugas IPAL,

apabila tidak dapat dipecahkan maka petugas Operasional, Elektrikal, dan Mekanikal melakukan koordinasi dengan Kepala Seksi Operasi dan Pemeliharaan. Setelah dilakukan koordinasi berikutnya adalah membuat kontrak kerja yang melibatkan pihak ketiga, pihak ketiga yang dimaksud dapat berupa jasa atau vendor.

Kegiatan pemeliharaan rutin dilakukan hampir pada setiap unit yang ada. Pada unit saringan kasar dilakukan pembersihan sampah padat yang menyangkut. Pembersihan tersebut hampir dilakukan setiap hari. Intensitas padatan yang tersangkut pada saringan kasar bergantung pada musim yang sedang dilalui. Ketika musim hujan padatan yang terbawa oleh air limbah akan lebih banyak dibandingkan pada musim kemarau sehingga perlu dilakukan peningkatan dalam pembersihan kotoran/sampah yang menyangkut. Pada saat musim kemarau tidak dilakukan pembersihan setiap hari tetapi tetap dilakukan inspeksi setiap hari.

Pada unit *lift pump* dilakukan beberapa pemeliharaan rutin, diantaranya adalah pembersihan endapan pasir yang dilakukan setiap 3 bulan sekali. Berikutnya adalah pengisian *grease* yang digunakan untuk seminggu kedepan. Kapasitas dari *grease* adalah sebesar 6 kg per unit. Berikutnya pada unit *grit chamber* dilakukan pembersihan endapan pasir dengan memanfaatkan *submersible pump* yang dilakukan 4-5 hari sekali.

Perawatan rutin pada unit *cyclone separator* adalah inspeksi yang dilakukan setiap hari. Untuk unit pengolahan saringan halus dilakukan inspeksi dan pembersihan setiap hari. Perawatan rutin yang dilakukan pada unit pengolahan *facultative aerated lagoon* adalah pengecekan dan pembersihan. Pengecekan dilakukan 2-3 minggu sekali tergantung dari situasi seperti perputaran mesin yang tidak seperti biasanya dan suara mesin yang terdengar kasar. Berikutnya dilakukan pergantian oli *gear reducer* secara rutin setiap 2 bulan sekali. Pembersihan juga dilakukan pada aerator di kolam fakultatif,

petugas membersihkan sampah yang tersangkut di dalam aerator dengan cara masuk ke dalam kolam, kemudian menyelam untuk membersihkan baling-baling yang terletak di dalam aerator. Petugas menggunakan kapal kecil yang tersedia pada kolam pengolahan. Petugas yang membersihkan tidak menggunakan apd yang memadai. Pada unit *maturation pond* dan *sludge drying bed* pemeliharaan rutin yang dilakukan adalah pembersihan tumbuhan liar yang tumbuh di sekitar unit pengolahan.

B. Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala yang dilakukan pada IPAL Sewon di antaranya adalah penerbitan Surat Perintah Kerja. Surat Perintah Kerja terbit ketika Kepala Seksi Operasi dan Pemeliharaan Jaringan dan Sistem Pengolahan Air Limbah telah meneruskan ke Kepala Balai mengenai kebutuhan untuk dilakukan kerja sama dengan pihak ketiga/ penyedia jasa. Dalam 5 tahun terakhir hanya terdapat Surat Perintah Kerja yang terbit pada tahun 2019 yang berisikan tentang pekerjaan Servis dan pemeliharaan *Lift Pump, Aerator, Vacuum Pump, Hydrant,* dan Genzet. Di dalam Kontrak tersebut juga terdapat uraian pekerjaan yang dilakukan, tanggal mulai kerja, syarat-syarat pekerjaan, waktu penyelesaian, hasil pekerjaan, dan sanksi.

Pemeliharaan berkala juga dapat dilakukan dalam bentuk pergantian suku cadang ketika sedang ada masalah/kerusakan. Umumnya unit pengolahan yang memiliki pompa dan motor penggerak membutuhkan pergantian rutin suku cadang agar mesin dapat bekerja tanpa mengalami masalah.

Anggaran yang dibutuhkan untuk operasional, perawatan, dan pemeliharaan diajukan untuk satu tahun. Perbaikan yang dikerjakan dapat dilakukan jika dana yang diajukan telah turun. Jika terjadi pengeluaran darurat yang cukup besar dan di luar anggaran yang telah diajukan maka perlu

menunggu satu tahun karena anggaran yang dibutuhkan akan turun pada tahun berikutnya. Jika keadaan mendesak maka perlu melakukan pengajuan dana darurat ke Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Perbaikan ringan masuk ke bagian perawatan. Anggaran perawatan yang telah diajukan bersifat fleksibel sehingga tidak dikhususkan untuk satu unit tetapi dapat dialihkan ke unit atau hal lain yang lebih mendesak.

4.3 Identifikasi Risiko

Proses identifikasi risiko dilakukan dengan wawancara dan analisa dari catatan terdokumentasi atau data operasional tahunan. Untuk data sekunder tidak terdapat catatan historis kejadian yang terdokumentasi, hanya ada arsip mengenai kontrak yang dibuat untuk pihak ketiga untuk melakukan perbaikan. Pencatatan kejadian risiko tidak dilakukan oleh pihak IPAL, sehingga data mengenai frekuensi terjadinya risiko hanya bisa didapatkan dengan melakukan wawancara dengan Petugas Operasional, Mekanikal, dan Elektrikal IPAL. Wawancara dilakukan dengan pertimbangan bahwa Beliau mengetahui berbagai permasalahan dan frekuensi terjadinya risiko pada tiap unit IPAL karena setiap terjadi masalah, petugas dari unit yang bermasalah melaporkan kejadian tersebut kepada Beliau terlebih dahulu. Ketika permasalahan tersebut tidak dapat diselesaikan, maka dilanjutkan dengan melakukan koordinasi dengan Kepala Seksi Operasi dan Pemeliharaan Jaringan dan Sistem Pengolahan Air Limbah. Setelah dilakukan koordinasi dan ditentukan perlu bantuan oleh pihak ketiga, maka dibuatlah kontrak untuk pihak ketiga melakukan perbaikan terhadap unit yang mengalami masalah.

Setelah melakukan wawancara didapatkan risiko apa saja yang telah terjadi di IPAL dan frekuensi terjadinya dalam kurun waktu 1 tahun beserta dampak yang disebabkan oleh risiko yang terjadi. Proses identifikasi berfokus pada pengolahan menggunakan teknologi *Facultative Aerated Lagoon* dan tidak melakukan identifikasi pada teknologi *Sequencing Batch Reactor* karena merupakan teknologi baru dan data yang tersedia masih sangat minim.

Berdasarkan hasil wawancara didapatkan risiko yang telah terjadi beserta frekuensi kejadian dalam kurun waktu satu tahun yang ditampilkan dalam tabel berikut:



Tabel 4.5 Risiko dan Frekuensi pada Unit IPAL

Unit Pengolahan	Risiko Kejadian	Tingkat Kejadian
		Dalam 1 tahun (365 hari)
Saringan Kasar	-	-
Lift Pump	Mesin mengalami <i>overworked</i>	2
	SDM tidak kompeten (<i>Human Error</i>)	4
	Bypass	>20
Grit Chamber	Penyumbatan pompa oleh pasir	>20
	Motor pompa terbakar	1
Cyclone Separator	Pompa Terbakar	1
Saringan Halus	-	-
Bak Pelimpah	-	-
Facultative Aerated Lagoon	Penyumbatan oleh sampah	>20
	Van Belt mengalami aus	2
SBR	-	-
Vacuum Pump	Penyumbatan oleh sampah pada nozzle	2
Maturation Pond	Penumbuhan tanaman liar	2
Sludge Drying Bed	Penumbuhan tanaman liar	12

1. Saringan Kasar

Pada saringan kasar tidak teridentifikasi risiko yang dapat membahayakan atau mempengaruhi unit maupun keseluruhan proses pengolahan.

2. *Lift Pump*

Terdapat tiga risiko kejadian yang terjadi pada unit *Lift Pump*. Risiko kejadian tersebut yaitu mesin yang mengalami *overworked*, SDM yang tidak kompeten dan *bypass*. Berikut merupakan uraian dari risiko yang didapat:

a. Risiko Kejadian Mesin mengalami *Overworked*

- Risiko:
 - ❖ Mesin mengalami *overworked*
- Sebab:
 - ❖ Jam operasional mesin yang melebihi kapasitas mesin
 - ❖ Timer mencapai nilai maksimum.
- Frekuensi:
 - ❖ 2 kali dalam 1 tahun

Terjadinya risiko mesin yang mengalami *overworked* disebabkan oleh jam operasional mesin yang melebihi dari kapasitas mesin tersebut. Pada panel operasional terdapat panel *timer* untuk menunjukkan waktu operasional dari mesin tersebut. Terdapat nilai yang diatur sebagai nilai maksimal, ketika waktu pada *timer* telah mencapai nilai maksimal tersebut maka mesin akan otomatis mati dan perlu dilakukan pengaturan ulang manual pada panel *timer*. Jika mesin dibiarkan dan tidak dilakukan pengaturan ulang maka dapat menyebabkan mesin nyala-mati akibat dari debit yang masuk meminta mesin untuk tetap hidup akan tetapi timer meminta mesin untuk mati karena sudah mencapai nilai maksimal waktu operasional. Hal tersebut menyebabkan konsleting dan

terbakarnya *Magnetic Contactor* (MC). Risiko tersebut umum terjadi setiap 6 bulan sekali, maka dalam 1 tahun risiko tersebut terjadi sebanyak dua kali.

b. Risiko Kejadian SDM yang Tidak Kompeten

- Risiko:
 - ❖ SDM yang tidak kompeten (*human error*)
- Sebab:
 - ❖ Petugas yang bertanggung jawab di unit *lift pump* hanya mengawasi selama jam kerja saja, pengawasan selanjutnya diserahkan ke pihak satpam.
 - ❖ Kurangnya pengetahuan dan kompetensi satpam
- Frekuensi:
 - ❖ 4 kali dalam 1 tahun.

Risiko kejadian kedua yaitu SDM yang tidak kompeten dalam mengoperasikan *Lift Pump*. Petugas yang bertanggung jawab di unit *lift pump* hanya mengawasi selama jam kerja saja, lewat dari jam kerja tersebut tanggung jawab pengawasan diserahkan ke pihak satpam yang menjaga IPAL hingga malam hari. Satpam yang diberikan tanggung jawab tidak memiliki kompetensi dalam mengoperasikan unit tersebut. kurangnya pengetahuan dan kompetensi satpam menyebabkan risiko kejadian seperti risiko kejadian yang sudah disebutkan sebelumnya. Ketika *timer* telah mencapai nilai maksimal dan diperlukan pengaturan ulang manual. Satpam yang bertanggung jawab tidak mengetahui dan tidak mengerti bagaimana cara mengatur ulang pada panel operasional, sehingga mesin yang seharusnya mati akan tetap bekerja karena debit akan tetap masuk. Kerusakan dapat terjadi di *Magnetic Contactor* (MC) di panel operasional.

Dalam setahun risiko kejadian tersebut yang disebabkan oleh *human error* terjadi 4 kali dalam 1 tahun.

c. Risiko Kejadian *Bypass*

- Risiko:
 - ❖ *Bypass*
- Sebab:
 - ❖ Debit mencapai ketinggian 177 cm
- Frekuensi:
 - ❖ >20 kali dalam 1 tahun

Risiko kejadian yang terakhir adalah *bypass*. Ketika debit yang masuk pada *lift pump* telah mencapai ketinggian 177 cm, maka mesin akan otomatis melimpahkan aliran ke saluran *bypass*. Risiko kejadian tersebut sering terjadi pada musim hujan, namun tidak dilakukan pencatatan terkait berapa kali terjadi *bypass* sehingga untuk frekuensi dari risiko kejadian tersebut dapat terjadi >20 kali karena kejadian *bypass* dapat terjadi setiap adanya hujan yang menyebabkan debit inlet menjadi lebih banyak dibandingkan dengan debit ketika musim kemarau.

3. *Grit Chamber*

Unit *Grit Chamber* memiliki dua risiko kejadian yang telah terjadi. Risiko kejadian tersebut adalah penyumbatan pompa oleh pasir dan motor pompa yang terbakar. Berikut merupakan uraian dari risiko kejadian yang didapat:

a. Risiko Kejadian Penyumbatan pada Pompa oleh Pasir

- Risiko:
 - ❖ Penyumbatan pada pompa oleh pasir
- Sebab:
 - ❖ Pasir yang berasal dari endapan yang mengendap pada dasar *grit chamber*
- Frekuensi:

- ❖ >20 kali dalam 1 tahun

Penyumbatan pasir terjadi pada pompa *submersible* yang digunakan pada saat melakukan pembersihan endapan. Ketika dilakukan pembersihan, pompa sering mengalami penyumbatan. Penyebab penyumbatan tersebut ialah pasir yang berasal dari endapan yang mengendap pada dasar *grit chamber*. Pembersihan dilakukan setiap 4-5 hari sekali dan setiap dilakukan pembersihan selalu terjadi penyumbatan. Sehingga dalam kurun waktu 1 tahun terjadi >20 kali risiko kejadian yang disebabkan oleh penyumbatan pasir.

b. Risiko Kejadian Motor Pompa Terbakar

- Risiko:
 - ❖ Motor pompa terbakar
- Sebab:
 - ❖ Kebocoran pada seal pompa
 - ❖ Penyumbatan pada pompa
- Frekuensi:
 - ❖ 1 kali dalam 1 tahun

Risiko kejadian berikutnya adalah motor pompa yang terbakar. Motor pompa dapat terbakar akibat dari terjadinya kebocoran pada *seal* pompa sehingga air masuk dan membasahi motor yang mengakibatkan terbakarnya gulungan yang berada di motor. terbakarnya pompa juga disebabkan oleh penyumbatan yang menyebabkan *power* yang dibutuhkan menjadi lebih tinggi. Risiko kejadian tersebut hanya terjadi satu kali dalam setahun.

4. *Cyclone Separator*

Pada unit *Cyclone Separator* terdapat satu risiko kejadian yaitu terbakarnya pompa.

a. Risiko Kejadian Pompa Terbakar

- Risiko:

- ❖ Pompa terbakar

- Sebab:

- ❖ Tersumbatnya pompa akibat dari limbah padat

- Frekuensi:

- ❖ 1 kali dalam 1 tahun

Terbakarnya pompa disebabkan oleh tersumbatnya kain yang dibawa oleh aliran air limbah. Risiko kejadian tersebut hanya terjadi sekali dalam kurun waktu 1 tahun terakhir.

5. Saringan Halus

Saringan halus tidak teridentifikasi risiko yang dapat membahayakan atau mempengaruhi unit maupun keseluruhan proses pengolahan seperti unit saringan kasar.

6. Bak Pelimpah

Pada bak pelimpah tidak ada risiko kejadian karena berdasarkan data yang didapatkan, hampir tidak pernah terjadi kejadian yang berarti pada bak pelimpah dari awal dibangun hingga ketika dilakukan penelitian.

7. *Facultative Aerated Lagoon*

Unit *Facultative Aerated Lagoon* memiliki dua kejadian risiko yaitu penyumbatan oleh sampah dan *Van Belt* yang mengalami aus.

Berikut merupakan uraian dari risiko kejadian yang didapat:

a. Risiko Kejadian Penyumbatan oleh Sampah

- Risiko

- ❖ Penyumbatan oleh sampah

- Sebab:

- ❖ Sampah yang lolos dari saringan kasar dan halus

- ❖ Sampah yang berasal dari pekerja

- ❖ Sampah yang tertimbun di dasar kolam

- Frekuensi:

- ❖ >20 kali dalam 1 tahun

Penyumbatan sampah dapat terjadi pada baling-baling dari aerator fakultatif. Sampah dapat berasal dari aliran air limbah yang masih lolos walau telah melewati baik saringan kasar maupun halus. Tidak menutup kemungkinan sampah juga berasal dari pekerja yang berada pada lingkungan kolam pengolahan. Sampah yang tertimbun di dasar kolam juga dapat terangkat lalu menyebabkan terjadinya penyumbatan. Akibat dari penyumbatan tersebut, baling-baling tidak dapat berputar dengan maksimal dan menyebabkan suplai oksigen yang masuk tidak sebanyak sebagaimana mestinya. Frekuensi dari kejadian tersebut tergantung dari musim yang sedang dilalui. Ketika musim hujan, dalam 1 minggu biasanya terjadi penyumbatan satu kali yang menyebabkan baling-baling aerator berputar pelan. Sehingga dalam data tertulis dalam kurun waktu 1 tahun risiko kejadian tersebut terjadi >20 kali.

b. Risiko Kejadian *Van Belt* mengalami Aus

- Risiko:
 - ❖ *Van belt* mengalami aus
- Sebab:
 - ❖ Digunakan dalam jangka waktu yang lama
 - ❖ Terpapar panas dan terkena air hujan
- Frekuensi:
 - ❖ 2 kali dalam 1 tahun

Van belt yang terpasang pada mesin aerator dapat mengalami aus setelah cukup lama digunakan. *Van belt* mengalami aus akibat dari terpapar panas dan terkena air hujan secara terus menerus. Akibat dari kejadian tersebut adalah mesin tidak dapat berputar maksimal sehingga suplai oksigen juga tidak terpenuhi dengan maksimal. Dalam kurun waktu 1 tahun, *van belt* umumnya mengalami aus dan harus diganti

setiap 6 bulan sekali sehingga dalam 1 tahun *van belt* diganti sebanyak dua kali.

8. *Sequencing Batch Reactor*

Unit pengolahan menggunakan teknologi *Sequencing Batch Reactor* (SBR) tidak dilakukan identifikasi risiko karena baru digunakan pada awal tahun 2021. Data mengenai risiko kejadian tidak mencukupi karena unit pengolahan yang tergolong masih baru sehingga fokus analisa risiko dilakukan pada unit yang lama yaitu unit pengolahan dengan teknologi *Facultative Aerated Lagoon*

9. *Vacuum Pump*

Pada unit *Vacuum Pump* terdapat risiko kejadian yaitu penyumbatan sampah pada *nozzle*.

a. Risiko Kejadian Penyumbatan Sampah pada *Nozzle*

- Risiko:
 - ❖ Penyumbatan sampah pada *nozzle*
- Sebab:
 - ❖ Sampah yang berasal dari dasar kolam fakultatif
- Frekuensi:
 - ❖ 2 kali dalam 1 tahun

Operasional *Vacuum Pump* dilakukan setiap 6 bulan sekali dan ketika dilakukan selalu terjadi penyumbatan pada *nozzle*. Sampah yang berada di kolam fakultatif dapat ikut tersedot ketika dilakukan penyedotan menggunakan *vacuum pump*. Ketika terjadi penyumbatan, maka dapat menyebabkan mesin tidak dapat menghisap lumpur di kolam pengolahan dengan maksimal. Frekuensi terjadinya risiko kejadian tersebut dalam kurun waktu 1 tahun adalah sebanyak 2 kali.

10. *Maturation Pond* dan *Sludge Drying Bed*

Risiko kejadian yang terjadi pada unit *Maturation Pond* dan *Sludge Drying Bed* (SDB) sama-sama disebabkan oleh penumbuhan tanaman liar.

a. Risiko Kejadian Penumbuhan Tanaman Liar

- Risiko:
 - ❖ Penumbuhan Tanaman Liar
- Sebab:
 - ❖ Penumbuhan tanaman liar yang tidak dikehendaki
- Frekuensi
 - ❖ 2 kali dalam 1 tahun (Kolam Maturasi)
 - ❖ 12 kali dalam 1 tahun (SDB)

Penumbuhan tanaman liar dapat mengganggu estetika dan dapat menghalangi sensor pada bak SDB sehingga mesin tidak terbaca baca sistem SCADA. Tingkat kejadian dari risiko tersebut berbeda untuk unit *Maturation Pond* dan SDB. Pada unit *Maturation Pond* penumbuhan terjadi sebanyak dua kali dalam setahun. Unit SDB terjadi penumbuhan dilakukan pembersihan setiap 1 bulan sekali sehingga frekuensi terjadinya risiko kejadian yaitu 12 kali dalam kurun waktu 1 tahun.

4.4 Estimasi Risiko & Penerimaan Risiko

4.4.1 Estimasi Risiko

Setelah dilakukan identifikasi risiko dan didapatkan frekuensi kejadiannya, berikutnya dari data yang telah didapat ditentukan estimasi risiko dan penerimaan risiko. Estimasi risiko dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.6 Estimasi Risiko

Unit Pengolahan	Risiko Kejadian	Tingkat Kejadian		Jenis Risiko	Jumlah Kerugian (L)
		Dalam 1 tahun	(I)		
Saringan Kasar	-	-	-	-	-
Lift Pump	Mesin mengalami <i>overworked</i>	2	2	Kualitatif, Operasional, Finansial	3
	SDM tidak kompeten (<i>Human Error</i>)	4	2	Kualitatif, Operasional, Finansial	3
	Bypass	>20	3	Ekologis	1
Grit Chamber	Pengendapan pompa oleh pasir	>20	3	Kualitatif, Operasional	2
	Motor pompa terbakar	1	1	Kualitatif, Operasional, Finansial	3
Cyclone Separator	Pompa Terbakar	1	1	Kualitatif, Operasional, Finansial	3
Saringan Halus	-	-	-	-	-
Bak Pelimpah	-	-	-	-	-
Facultative Aerated Lagoon	Penyumbatan oleh sampah	>20	3	Kualitatif, Operasional	2
	Van Belt mengalami aus	2	2	Kualitatif, Operasional, Finansial	3
SBR	-	-	-	-	-
Vacuum Pump	Penyumbatan oleh sampah pada nozzle	2	2	Kualitatif, Operasional	2
Maturation Pond	Penumbuhan tanaman liar	2	2	Kualitatif, Operasional, Ekologis	3
Sludge Drying Bed	Penumbuhan tanaman liar	12	3	Kualitatif, Operasional	2

Tabel 4.7 Dampak dari Risiko Kejadian

Unit Pengolahan	Risiko Kejadian	Tingkat Kejadian		Jenis Risiko	Penjelasan	Referensi	Jumlah Kerugian (L)
		Dalam 1 tahun	(I)				
Saringan Kasar	-	-	-	-	-	-	-
Lift Pump	Mesin mengalami <i>overworked</i>	2	2	Kualitatif, Operasional, Finansial	Kualitatif dan Operasional - Debit yang masuk tidak sebanyak sebagaimana mestinya Operasional - Terganggunya operasional mesin Finansial - Perlu mengganti dan membeli MC	Lukman, A., Nasution, A. J., & Harahap, R. (2022). ANALISIS PROSES PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK PDAM TIRTANADI CABANG CEMARA. Buletin Utama Teknik, 17(2), 143-147.	3
	SDM tidak kompeten (<i>Human Error</i>)	4	2	Kualitatif, Operasional, Finansial	Kualitatif dan Operasional - Debit yang masuk tidak sebanyak sebagaimana mestinya Operasional - Terganggunya operasional mesin Finansial - Perlu mengganti dan membeli MC	Lukman, A., Nasution, A. J., & Harahap, R. (2022). ANALISIS PROSES PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK PDAM TIRTANADI CABANG CEMARA. Buletin Utama Teknik, 17(2), 143-147.	3
	Bypass	>20	3	Ekologis	Ekologis - Penurunan kualitas badan air	Tarigan, A., Lasut, M. T., Tilaar, S. O., Studi, P., Kelautan, I., Perikanan, F., Sam, U., & Manado, R. (2013). KAJIAN KUALITAS LIMBAH CAIR DOMESTIK DI BEBERAPA SUNGAI YANG MELINTASI KOTA MANADO DARI ASPEK BAHAN ORGANIK DAN ANORGANIK (Quality of Study of Domestic Wastewater in Rivers Passing Through Manado City Based on Organic and Inorganic Materials). In Jurnal Pesisir dan Laut Tropis (Vol. 1).	1
Grit Chamber	Penyumbatan pompa oleh pasir	>20	3	Kualitatif, Operasional	Kualitatif dan Operasional - Pasir tidak dapat tersedot Operasional - Operasional terganggu	Anzaku, I. M., Ubangari, Y. A., & Polycarp, B. (2022). Assessment of Effectiveness of Wupa Waste Water Treatment Plant in Abuja Fct.	2
	Motor pompa terbakar	1	1	Kualitatif, Operasional, Finansial	Kualitatif dan Operasional - Pasir tidak dapat tersedot Operasional - Operasional terganggu Finansial - Bagian pompa yang terbakar harus digantikan dengan yang baru	Anzaku, I. M., Ubangari, Y. A., & Polycarp, B. (2022). Assessment of Effectiveness of Wupa Waste Water Treatment Plant in Abuja Fct.	3
Cyclone Separator	Pompa Terbakar	1	1	Kualitatif, Operasional, Finansial	Kualitatif dan Operasional - Kuantitas air limbah yang mampu dipisahkan tidak sebanyak seharusnya Operasional - Beban pengolahan dipindahkan ke mesin lainnya yang menyebabkan mesin tersebut bekerja lebih keras Finansial - Perlu mengganti part yang rusak/terbakar	Kristjanpoller, F., Cárdenas-Pantoja, N., Viveros, P., & Mena, R. (2021). Criticality Analysis Based on Reliability and Failure Propagation Effect for a Complex Wastewater Treatment Plant. Applied Sciences, 11(22), 10836.	3
Saringan Halus	-	-	-	-	-	-	-
Bak Pelimpah	-	-	-	-	-	-	-
Facultative Aerated Lagoon	Penyumbatan oleh sampah	>20	3	Kualitatif, Operasional	Kualitatif dan Operasional - Suplai oksigen berkurang Operasional - Baling-baling tidak berputar sebagaimana mestinya	Von Sperling, M. (2007). Wastewater characteristics, treatment and disposal. IWA publishing.	2
	Van Belt mengalami aus	2	2	Kualitatif, Operasional, Finansial	Kualitatif dan Operasional - Van belt dapat terselip dan menyebabkan putaran tidak maksimal Finansial - Perlu diganti dengan yang baru	Von Sperling, M. (2007). Wastewater characteristics, treatment and disposal. IWA publishing.	3
SBR	-	-	-	-	-	-	-
Vacuum Pump	Penyumbatan oleh sampah pada nozzle	2	2	Kualitatif, Operasional	Kualitatif dan Operasional - Pompa tidak dapat menyedot lumpur dengan maksimal Operasional - Lumpur yang tertinggal lebih banyak karena pompa tidak dapat menyedot dengan baik	Metcalf & Eddy, Abu-Orf, M., Bowden, G., Burton, F. L., Pirang, W., Stensel, H. D., ... & AECOM (Firm). (2014). Wastewater engineering: treatment and resource recovery. McGraw Hill Education.	2
Maturation Pond	Penumbuhan tanaman liar	2	2	Kualitatif, Operasional, Ekologis	Kualitatif - Mengganggu estetika dari kolam Operasional dan Ekologis - Dapat merusak dinding kolam dan/atau tanggul kolam	Permen PUPR. (2017). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 04/PRT/2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.	3
Sludge Drying Bed	Penumbuhan tanaman liar	12	3	Kualitatif, Operasional	Kualitatif - Mengganggu estetika Operasional - Menghalangi sensor sehingga tidak ter baca oleh sistem	Permen PUPR. (2017). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 04/PRT/2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.	2

1. *Lift Pump*

a. Risiko Kejadian Mesin Mengalami *Overworked*

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 2 (umum)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif dan Operasional
 - Debit yang masuk tidak sebanyak sebagaimana mestinya
 - ❖ Operasional
 - Terganggunya operasional mesin
 - ❖ Finansial
 - Terbakarnya *magnetic contactor* (MC)
- Nilai tingkat kerugian (L):
 - ❖ 3

Risiko kejadian yang pertama adalah mesin yang mengalami *overworked*. Risiko kejadian tersebut terjadi sebanyak 2 kali dalam setahun sehingga ditentukan nilai tingkat kejadian (I) yaitu 2 yang berarti umum. Dampak dari risiko kejadian mesin yang mengalami *overworked* yaitu debit yang masuk tidak sebanyak sebagaimana mestinya, operasional terganggu karena jika mesin mengalami nyala mati maka air limbah tidak mampu diangkat dan beban pengolahan dilimpahkan ke mesin yang masih berfungsi sehingga debit yang masuk tidak sebanyak ketika kedua mesin digunakan, finansial juga ikut terdampak karena perlu membeli dan mengganti *Magnetic Contactor* (MC) yang terbakar akibat dari risiko kejadian tersebut. Maka jenis risiko untuk risiko kejadian mesin yang mengalami *overworked* adalah kualitatif, operasional, dan finansial sehingga nilai jumlah kerugian (L) yaitu 3.

b. Risiko Kejadian SDM yang Tidak Kompeten

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 2 (umum)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif dan Operasional
 - Debit yang masuk tidak sebanyak sebagaimana mestinya
 - ❖ Operasional
 - Terganggunya operasional mesin
 - ❖ Finansial
 - Terbakarnya *magnetic contactor* (MC)
- Nilai tingkat kerugian (L):
 - ❖ 3

Risiko kejadian yang kedua adalah SDM yang tidak Kompeten (*Human Error*). Dalam 1 tahun terjadi 4 kali sehingga nilai tingkat kejadian adalah 2 yang berarti umum. Dampak dari risiko kejadian tersebut sama seperti risiko kejadian mesin mengalami *overworked* yaitu debit yang masuk tidak sebanyak mestinya, operasional terganggu, dan MC mengalami kerusakan sehingga harus diganti. Jenis risiko dari risiko kejadian SDM tidak kompeten (*human error*) adalah kualitatif, operasional, dan finansial sehingga nilai jumlah kerugian (L) adalah 3.

c. Risiko Kejadian *Bypass*

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 3 (sangat umum)
- Dampak:
 - ❖ Ekologis
 - Menyebabkan penurunan kualitas badan air
- Nilai tingkat kerugian (L):
 - ❖ 1

Risiko kejadian yang terakhir adalah *bypass*. Dalam 1 tahun terjadi >20 kali sehingga nilai tingkat kejadian adalah 3 yang berarti sangat umum. Dampak dari risiko kejadian tersebut yaitu penurunan kualitas air karena air limbah tidak diolah terlebih dahulu. Jenis risiko kejadian *bypass* adalah ekologis sehingga nilai jumlah kerugian (L) adalah 1.

Jenis *lift pump* yang ada pada IPAL Sewon adalah *screw pump* tipe *Archimedes screw*. Fungsi dari *lift pump* itu sendiri untuk mengangkat dengan cara memompakan air limbah agar dapat dialirkan secara gravitasi ke unit berikutnya (Lukman et al., 2022). Ketika terdapat risiko kejadian maka fungsi dari *lift pump* tidak dapat dijalankan sebagaimana mestinya akibat dari dampak yang disebabkan oleh risiko yang ada.

2. *Grit Chamber*

Terdapat dua risiko kejadian pada unit *Grit Chamber* yaitu pengendapan oleh pasir dan motor pompa yang terbakar.

a. Risiko Kejadian Pengendapan oleh Pasir

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 3 (sangat umum)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif dan Operasional
 - Pasir tidak dapat tersedot
 - ❖ Operasional
 - Terganggunya operasional
- Nilai tingkat kerugian (L):
 - ❖ 2

Risiko kejadian pengendapan oleh pasir terjadi >20 sehingga nilai tingkat kejadian (I) adalah 3 yang berarti sangat

umum. Dampak dari risiko tersebut adalah ketika dilakukan pembersihan dengan memanfaatkan pompa *submersible*, terjadi penyumbatan sehingga pembersihan tidak dapat dilakukan dengan maksimal dan menyebabkan terganggunya operasional sehingga ditentukan jenis risiko untuk risiko kejadian tersebut adalah kualitatif. Nilai jumlah kerugian (L) yang didapat adalah 2.

b. Risiko Kejadian Motor Pompa Terbakar

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 1 (jarang)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif dan Operasional
 - Pasir tidak dapat tersedot
 - ❖ Operasional
 - Terganggunya operasional
 - ❖ Finansial
 - Harus mengganti bagian pompa dengan yang baru
- Nilai tingakat kerugian (L):
 - ❖ 3

Berikutnya adalah risiko kejadian motor pompa terbakar yang terjadi satu kali dalam kurun 1 tahun. Nilai tingkat kejadian (I) yaitu 1 yang berarti jarang. Dampak dari terbakarnya motor pompa adalah pasir di dalam *grit chamber* tidak dapat disedot, operasional dari *grit chamber* akan terpengaruh karena pasir yang menumpuk tidak dibersihkan/disedot, bagian pompa yang terbakar harus digantikan dengan yang baru. Jenis risiko untuk risiko kejadian motor pompa terbakar adalah kualitatif, operasional, dan finansial sehingga nilai jumlah kerugian (L) adalah 3.

Submersible pump yang tersedia digunakan untuk menyedot dan memompa pasir yang mengendap di dasar *grit chamber* (Anzaku et al., 2022). Risiko kejadian yang ada menyebabkan pompa tidak dapat menyedot secara maksimal dan menyebabkan endapan pasir yang seharusnya dapat dipindahkan tetap mengendap.

3. *Cyclone Separator*

a. Risiko Kejadian Motor Pompa Terbakar

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 1 (jarang)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif dan Operasional
 - Kuantitas air limbah yang terpisahkan tidak sebanyak seharusnya
 - ❖ Operasional
 - Mesin bekerja lebih keras daripada biasanya
 - ❖ Finansial
 - Perlu mengganti *part* yang rusak atau terbakar
- Nilai tingkat kerugian (L):

❖ 3

Pada unit *Cyclone Separator* terdapat risiko kejadian pompa yang terbakar. Risiko kejadian tersebut hanya terjadi satu kali dalam 1 tahun maka nilai dari tingkat kejadian (I) adalah 1 yang berarti jarang. Dampak dari risiko kejadian tersebut adalah kuantitas air limbah yang mampu dipisahkan tidak sebanyak seharusnya, Jika salah satu mesin mengalami kerusakan maka beban dipindahkan ke mesin kedua dan mesin kedua akan bekerja lebih berat, dan perlu mengganti *part* yang terbakar/rusak. Jenis risiko dari risiko kejadian pompa

terbakar adalah kualitatif, operasional, dan finansial maka nilai jumlah kerugian (L) adalah 3.

Cyclone separator merupakan unit pengolahan untuk memisahkan pasir berukuran sedang yang memanfaatkan gaya centrifugal dari pasir yang mengalir bersamaan dengan air (Kristjanpoller et al., 2021). Ketika terjadi risiko kejadian maka pengolahan dari *cyclone separator* tidak berjalan dengan baik akibat dari menurunnya performa ideal akibat dari kerusakan yang disebabkan oleh risiko kejadian.

4. *Facultative Aerated Lagoon*

a. Risiko Kejadian Penyumbatan oleh Sampah

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 3 (sangat umum)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif dan Operasional
 - Suplai oksigen berkurang
 - ❖ Operasional
 - Baling-baling tidak berputar sebagaimana mestinya
- Nilai tingkat kerugian (L):
 - ❖ 2

Unit pengolahan *Facultative Aerated Lagoon* memiliki dua risiko kejadian. Risiko kejadian penyumbatan oleh sampah terjadi >20 kali sehingga nilai tingkat kejadian (I) adalah 3 yang berarti sangat umum. Dampak dari kejadian tersebut adalah baling-baling pada mesin aerator tidak dapat berputar sebagaimana mestinya sehingga suplai oksigen yang masuk tidak sebanyak pada saat baling-baling berputar dengan normal. Jenis risiko dari risiko kejadian tersebut adalah kualitatif dan operasional. Nilai jumlah kerugian (L) yang didapat dari menentukan jenis risiko adalah 2.

b. Risiko Kejadian *Van Belt* Aus

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 2 (umum)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif dan Operasional
 - *Van belt* dapat terselip dan menyebabkan putaran tidak maksimal
 - ❖ Finansial
 - Perlu mengganti *van belt* dengan yang baru
- Nilai tingkat kerugian (L):
 - ❖ 3

Berikutnya adalah risiko kejadian *Van Belt* mengalami aus. Risiko kejadian tersebut terjadi sebanyak dua kali dalam kurun waktu 1 tahun. Dampak dari kejadian tersebut adalah *van belt* dapat terselip sehingga putaran tidak maksimal. Akibat dari putaran yang tidak maksimal adalah suplai oksigen yang masuk tidak sebanyak ketika mesin berputar dengan normal dan *Van belt* yang aus harus digantikan dengan yang baru. Jenis risiko yang disebabkan oleh risiko kejadian tersebut adalah kualitatif, operasional, dan finansial. Nilai jumlah kerugian (L) yang didapat adalah 3.

Facultative aerated lagoon memanfaatkan perputaran berkecepatan tinggi dari baling-baling aerator untuk menyebabkan turbulensi pada air. Turbulensi tersebut membantu penetrasi dari oksigen atmosfer masuk ke dalam badan air (von Sperling, 2007). Risiko kejadian menyebabkan baling-baling tidak dapat berputar maksimal sehingga menyebabkan suplai oksigen yang masuk berkurang. Hal tersebut dapat menghambat proses pengolahan yang terjadi.

5. *Vacuum Pump*

a. Risiko Kejadian Penyumbatan Sampah pada *Nozzle*

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 2 (umum)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif dan Operasional
 - Pompa tidak dapat menyedot lumpur dengan maksimal
 - ❖ Operasional
 - Lumpur yang tertinggal lebih banyak
- Nilai tingkat kerugian (L):
 - ❖ 2

Risiko kejadian pada unit *Vacuum Pump* adalah penyumbatan oleh sampah pada *nozzle*. Dalam 1 tahun, risiko kejadian tersebut terjadi dua kali sehingga didapatkan nilai tingkat kejadian (I) sebesar 2 yang berarti umum. Dampak dari risiko kejadian tersebut adalah lumpur yang disedot oleh pompa tidak dapat bekerja dengan normal sehingga lumpur yang tertinggal lebih banyak daripada lumpur yang tersedot oleh pompa. Jenis risiko yang ditimbulkan dari risiko kejadian tersebut adalah kualitatif dan operasional. Dilihat dari jenis risiko yang didapat, maka nilai jumlah risiko (L) adalah 2.

Pompa digunakan untuk memindahkan lumpur hasil dari unit pengolahan ke tempat pengolahan selanjutnya (Metcalf & Eddy, 2014). Unit *vacuum pump* tidak dapat bekerja dengan maksimal akibat dari adanya risiko tersebut yang menyebabkan lumpur yang seharusnya disalurkan ke SDB menjadi tidak dapat tersalurkan.

6. *Maturation Pond*

a. Risiko Kejadian Penumbuhan Tanaman Liar

- Nilai tingkat kejadian (I):

- ❖ 2 (umum)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif
 - Mengganggu estetika kolam
 - ❖ Operasional dan Ekologis
 - Dapat merusak dinding kolam dan/atau tanggul kolam
- Nilai tingakat kerugian (L):
 - ❖ 3

Risiko kejadian pada kolam maturasi adalah penumbuhan tanaman liar. Pada kolam maturasi risiko kejadian tersebut terjadi dua kali dalam kurun waktu 1 tahun sehingga nilai tingkat kejadian (I) adalah 2 yang berarti umum. Dampak dari risiko kejadian di kolam maturasi adalah mengganggu estetika dari kolam tersebut dan menyebabkan kerusakan pada dinding kolam dan/atau tanggul. Jenis risiko pada kolam maturasi adalah kualitatif, operasional, ekologis maka nilai jumlah kerugian (L) adalah 1.

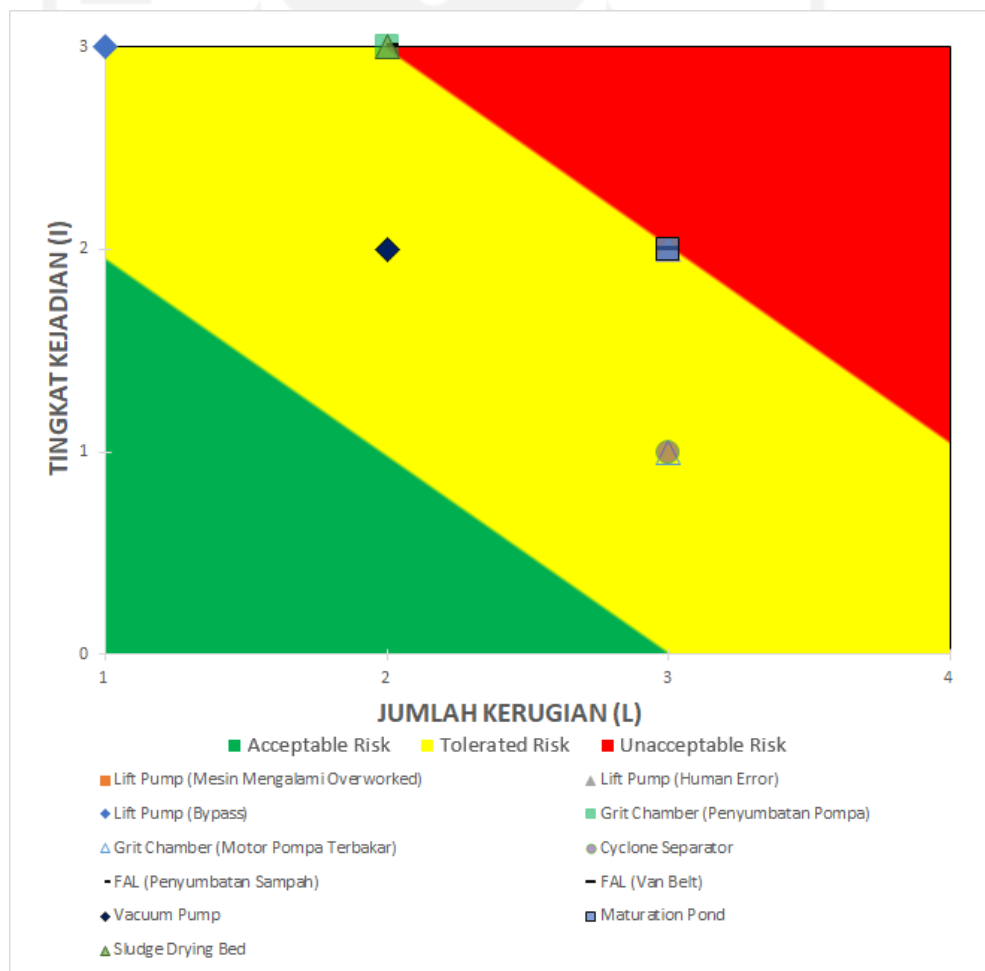
7. *Sludge Drying Bed*

a. Risiko Kejadian Penumbuhan Tanaman Liar

- Nilai tingkat kejadian (I):
 - ❖ 3 (sangat umum)
- Dampak:
 - ❖ Kualitatif
 - Mengganggu estetika kolam
 - ❖ Operasional
 - Menghalangi sensor sehingga tidak terbaca oleh sistem
- Nilai tingakat kerugian (L):
 - ❖ 2

Sludge Drying Bed (SDB) memiliki risiko kejadian penumbuhan tanaman liar. Pada unit SDB, risiko kejadian penumbuhan tanaman liar terjadi 12 kali dalam kurun waktu 1 tahun. Dari frekuensi tersebut ditentukan nilai tingkat kejadian (I) yaitu 3 yang berarti sangat umum. Dampak dari risiko kejadian penumbuhan tanaman liar di bak SDB adalah mengganggu estetika dari bak tersebut dan menyebabkan sensor tidak terbaca oleh sistem SCADA. Jenis risiko dari risiko kejadian tersebut adalah kualitatif dan operasional. Nilai jumlah kerugian dilihat dari jenis risiko yang didapat adalah 2.

4.4.2 Penerimaan Risiko



Gambar 4.32 Pemetaan Risiko

Setelah mendapatkan nilai I dan L, maka dapat dibuat Pemetaan Risiko untuk memudahkan penggambaran risiko yang terjadi pada masa operasional normal pada IPAL. Dari analisa risiko kejadian, risiko kejadian yang terjadi berada pada tingkatan penerimaan risiko *tolerated* dan terdapat 7 (tujuh) risiko yang terletak di antara *tolerated* dan *unacceptable* yang kemudian dianggap menjadi risiko yang terletak pada kategori *unacceptable*. Pada tingkatan *tolerated* terdapat risiko *bypass* di unit *lift pump*, motor pompa terbakar di unit *grit chamber*, pompa terbakar pada unit *cyclone separator*, dan penyumbatan oleh sampah pada *nozzle* di unit *vacuum pump*.

Pada tingkatan *unacceptable* terdapat risiko mesin yang mengalami *overworked* dan SDM tidak kompeten (*human error*) pada unit *lift pump*, penyumbatan pompa pada *grit chamber*, penyumbatan sampah dan *van belt* mengalami aus pada unit *facultative aerated lagoon*, dan penumbuhan tanaman liar pada unit kolam maturasi dan *sludge drying bed*.

Nilai jumlah kerugian terbesar berada pada risiko kejadian mesin mengalami *overworked*, SDM yang tidak kompeten (*human error*), *van belt* aus pada unit *facultative aerated lagoon*, dan penumbuhan tanaman liar di kolam maturasi.

4.5 Manajemen Risiko

Manajemen risiko dilakukan untuk mengurangi atau memperkecil kemungkinan terjadinya risiko dan mencegah terjadinya dampak akibat dari risiko. Berikut merupakan saran terkait manajemen risiko yang dapat diberikan dan ditampilkan dalam bentuk tabel:

Tabel 4.8 Manajemen Risiko

Unit Pengolahan	Risiko Kejadian	Pencegahan Risiko	Mitigasi Risiko
Saringan Kasar	-	-	-
Lift Pump	Mesin mengalami <i>overworked</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat sistem otomatis untuk pengaturan ulang mesin pompa - Penggantian MC (Magnetic Contactor) agar tidak mudah terbakar - Melakukan pencatatan terkait perawatan, perbaikan, dan kerusakan sesuai dengan SOP 	<ul style="list-style-type: none"> - Menyediakan MC cadangan dan segera digantikan ketika terjadi kerusakan - Meningkatkan pengawasan ketika mesin sedang beroperasi
	SDM tidak kompeten (<i>Human Error</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Memberikan pengetahuan dan pelatihan terkait SOP Lift Pump kepada satpam yang berjaga - Menambahkan shift malam untuk operasional Lift Pump 	<ul style="list-style-type: none"> - Segera mematikan mesin pompa dan menghubungi petugas yang bertanggung jawab - Menyediakan MC cadangan dan segera digantikan ketika terjadi kerusakan
	Bypass	<ul style="list-style-type: none"> - Menambahkan jumlah pompa untuk menangani debit yang masuk agar tidak terjadi bypass - Menambahkan volume bak penampung 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pencatatan terkait frekuensi terjadinya bypass
Grit Chamber	Penyumbatan pompa oleh pasir	<ul style="list-style-type: none"> - Mengganti pompa yang digunakan dengan pompa yang memiliki daya hisap lebih besar - Mengganti selang dengan selang yang memiliki diameter lebih besar - Interval waktu pembersihan ditingkatkan menjadi 2-3 hari sekali 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pencatatan sesuai dengan SOP - Membersihkan saluran yang tersumbat
	Motor pompa terbakar	<ul style="list-style-type: none"> - Pengkajian ulang terkait desain unit saringan kasar - Penambahan unit seperti communitor, grinder, atau macerators untuk membantu penyisihan padatan pada saringan kasar 	<ul style="list-style-type: none"> -Menggantikan pompa dengan pompa cadangan yang tersedia
Cyclone Separator	Pompa Terbakar	<ul style="list-style-type: none"> - Pengkajian ulang terkait desain unit saringan kasar - Penambahan unit seperti communitor, grinder, atau macerators untuk membantu penyisihan padatan pada saringan kasar 	<ul style="list-style-type: none"> -Mengalihkan beban pengolahan pompa yang terbakar ke pompa yang masih berfungsi
Saringan Halus	-	-	-

Tabel 4.8 Manajemen Risiko (lanjutan)

Unit Pengolahan	Risiko Kejadian	Pencegahan Risiko	Mitigasi Risiko
Bak Pelimpah	-	-	-
Facultative Aerated Lagoon	Penyumbatan oleh sampah	<ul style="list-style-type: none"> - Pengkajian ulang terkait desain unit saringan kasar - Menambahkan pelindung di sekitar baling-baling agar sampah tidak menyangkut ke baling-baling - Melakukan pengurasan untuk membersihkan sampah yang mengendap di dasar kolam 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pembersihan ketika perputaran dianggap tidak maksimal - Melakukan pencatatan setelah dilakukan pemeriksaan sesuai dengan SOP
	Van Belt mengalami aus	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat pelindung untuk melindungi van belt dari paparan sinar matahari dan air hujan - Mengganti jenis van belt dengan yang lebih baik 	<ul style="list-style-type: none"> - Menggantikan van belt yang sudah aus dengan van belt yang telah disiapkan sebagai cadangan - Melakukan pencatatan setelah dilakukan pemeriksaan sesuai dengan SOP
SBR	-	-	-
Vacuum Pump	Penyumbatan oleh sampah pada nozzle	<ul style="list-style-type: none"> - Pengkajian ulang terkait desain unit saringan kasar - Peningkatan interval waktu operasional vacuum pump menjadi setiap 3 bulan sekali 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pembersihan pada nozzle pipa - Melakukan pencatatan setelah dilakukan pemeriksaan sesuai dengan SOP
Maturation Pond	Penumbuhan tanaman liar	<ul style="list-style-type: none"> - Menutup celah pada dinding kolam agar tanaman tidak dapat tumbuh kembali 	<ul style="list-style-type: none"> - Membersihkan tanaman liar yang tumbuh pada sekitar kolam - Melakukan pencatatan setelah dilakukan pemeriksaan sesuai dengan SOP
Sludge Drying Bed	Penumbuhan tanaman liar	-	<ul style="list-style-type: none"> - Membersihkan tanaman liar yang tumbuh pada bak SDB - Melakukan pencatatan setelah dilakukan pemeriksaan sesuai dengan SOP



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dari analisa risiko yang telah dilakukan, didapatkan risiko dengan nilai jumlah kerugian terbesar dengan tingkat kejadian tertinggi terjadi pada risiko kejadian mesin mengalami *overworked*, SDM tidak kompeten (*human error*), *van belt* mengalami aus, dan penumbuhan tanaman liar (kolam maturasi).
2. Manajemen risiko yang dapat dilakukan terhadap risiko kejadian yang memiliki nilai jumlah kerugian terbesar dengan tingkat kejadian tertinggi antara lain dengan:
 - a. Pencegahan risiko kejadian mesin mengalami *overworked* pada unit *lift pump* dapat dilakukan dengan membuat sistmen otomatis untuk pengaturan ulang mesin pompa. Mitigasi yang dapat dilakukan salah satunya adalah menyediakan MC cadangan dan segera digantikan ketika terjadi kerusakan.
 - b. Pencegahan risiko kejadian SDM tidak kompeten (*human error*) yang dapat dilakukan salah satunya adalah memberikan pengetahuan dan pelatihan terkait SOP *lift pump* kepada satpam yang berjaga. Mitigasi yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan segera mematikan mesin pompa dan menghubungi petugas yang bertanggung jawab
 - c. Pencegahan risiko kejadian *van belt* mengalami aus pada unit *facultative aerated lagoon* dapat dilakukan dengan membuat pelindung untuk melindungi *van belt* dari paparan sinar matahari dan air hujan. Mitigasi yang dapat dilakukan

salah satunya adalah dengan menggantikan *van belt* yang sudah aus dengan *van belt* yang telah disiapkan sebagai cadangan.

- d. Pencegahan risiko kejadian penumbuhan tanaman liar pada unit *Maturation Pond* dapat dilakukan dengan menutup celah pada dinding kolam agar tanaman tidak dapat tumbuh kembali. Mitigasi yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan membersihkan tanaman liar yang tumbuh pada sekitar kolam

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut karena pada penelitian ini yang diamati merupakan teknologi pengolahan yang lama. Untuk teknologi pengolahan yang baru yaitu *Sequencing Batch Reactor* belum dilakukan analisa risiko karena baru dipasang pada awal tahun 2021 sehingga data tentang risiko masih minim adanya.
2. Penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan untuk melakukan penelitian pada komponen sub-sistem Pengolahan Terpusat lainnya.
3. Penelitian dapat menambahkan metode untuk identifikasi risiko yang dapat atau akan terjadi dengan metode seperti FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan RCA (*Root Cause Analysis*).



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Anzaku, I. M., Ubangari, Y. A., & Polycarp, B. (2022). *Assessment of Effectiveness of Wupa Waste Water Treatment Plant in Abuja Fct.*
- Aven, T., Yakov,), Henning, B.-H., Andersen, B., Cox, T., Droguett, E. L., Greenberg, M., Guikema, S., Kröger, W., Renn, O., Thompson, K. M., Zio, E., & Kroeger, W. (2018). *Society for Risk Analysis Glossary. Society for Risk Analysis Glossary.*
- Baurès, E., Hélias, E., Junqua, G., & Thomas, O. (2007). Fast characterization of non domestic load in urban wastewater networks by UV spectrophotometry. *Journal of Environmental Monitoring*, 9(9), 959–965. <https://doi.org/10.1039/b704061j>
- Charnley, G., Newsome, S., Omenn, G. S., Anderson, N. T., Chiu, P. Y., Permanente, K., Doull, J., Goldstein, B., Lederberg, J., Mcguire, S., & Rall, D. (1997). Framework for Environmental Health Risk Management. *The Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management.*
- Kadek, O. :, Harmayani, D., & Konsukartha, I. G. M. (2007). Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik Di Lingkungan Kumuh Studi Kasus Banjar Ubung Sari, Kelurahan Ubung. *Jurnal Perumahan Tanah.*
- Kristjanpoller, F., Cárdenas-Pantoja, N., Viveros, P., & Mena, R. (2021). Criticality analysis based on reliability and failure propagation effect for a complex wastewater treatment plant. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/app112210836>
- Łój-Pilch, M., Zakrzewska, A., & Zielewicz, E. (2019). Risk assessment in municipal wastewater treatment plant. *E3S Web Conferences*, 100. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2019>
- Lukman, A., Nasution, A. J., & Harahap, R. (2022). Analisis Proses Pengolahan Air Limbah Domestik Pdam Tirtanadi CABANG CEMARA. *Buletin Utama Teknik*, 17(2), 1410–4520.
- Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan ISTIQLAL KOTA MANADO. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 211–223.
- Simamora, Y., & Kurniati, N. (2009). Analisis Risiko Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Pt Ajinomoto Berdasarkan Konsep Manajemen Risiko Lingkungan. *Institut Teknologi Sepuluh November.*
- Stoklosa, R. (1997). Risk Assessment For Environmental management Of The Marine Environment. *The APPEA Journal*, 38(1), 715–723.
- Suparmadja, A. (2015). *Analisis Risiko Dan Optimasi Kinerja Ipal Rumah Sakit Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA).* Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Supraptini. (2002). Pengaruh limbah industri terhadap lingkungan di indonesia. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan.*

- Tarigan, A., Lasut, M. T., Tilaar, S. O., Studi, P., Kelautan, I., Perikanan, F., Sam, U., & Manado, R. (2013). Kajian Kualitas Limbah Cair Domestik Di Beberapa Sungai Yang Melintasi Kota Manado Dari Aspek Bahan Organik Dan Anorganik (Quality of Study of Domestic Wastewater in Rivers Passing Through Manado City Based on Organic and Inorganic Materials). In *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* (Vol. 1).
- Tušer, I., & Oulehlová, A. (2021). Risk assessment and sustainability of wastewater treatment plant operation. *Sustainability (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/su13095120>
- von Sperling, M. (2007). *Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal: Vol. IWA publishing*.



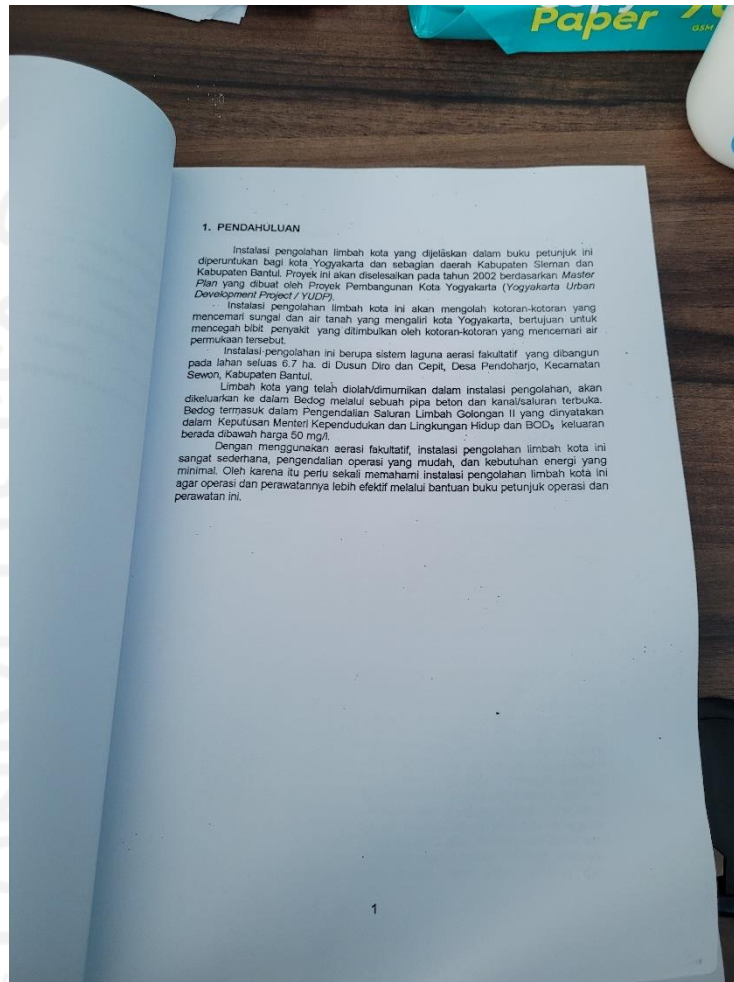


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Petunjuk Operasi (SOP) IPAL

1. Pendahuluan

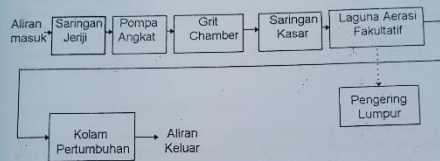


2. Standar Rancangan

2. STANDARD RANCANGAN

- 1) Kuantitas limbah kota/kualitas air
 - (i) kuantitas limbah kota rata-rata : 15.500 m³/hari (179 l/detik)
 - (ii) kuantitas maksimum per jam : 1.282 m³/jam (356 l/detik)
 - (iii) Beban BOD : 5.103 kg/hari (46 g/orang/hari)
 - (iv) BOD Aliran masuk : 332 mg/l
 - (v) BOD Aliran keluar : 30 - 40 mg/l

2) Diagram Alir Proses Pengolahan



Limbah kota (kotoran) dipompakan ke dalam Grit Chamber dengan menggunakan Pompa Angkat. Sebelum pompa angkat tersebut dipasang saringan jerji untuk melindungi pompa dari kerusakan akibat benda-benda besar/sampah. Pompa angkat tersebut adalah jenis Ulir (Screw) pompa tersebut mengisap limbah secara sinambung tanpa tersumbat oleh kotoran-kotoran yang terbawa aliran limbah. Pada instalasi pengolahan ini dipasang 3 buah pompa, dimana 1 buah pompa sebagai cadangan. Pompa jenis Screw dapat dikendalikan secara otomatis berdasarkan kuantitas limbah yang mengalir, 1 atau 2 buah pompa dapat beroperasi bergantung pada kuantitas limbah masuk.

Dengan pompa angkat, limbah kotor, dituangkan ke dalam Grit Chamber, dimana kotoran-kotoran kasar dan berat seperti tanah dan pasir akan mengendap. Keluaran dari Grit Chamber dialirkan ke Saringan Kasar untuk menangkap kotoran-kotoran seperti kantong plastik, ranting-ranting kayu, dan kotoran ringan lainnya. Tanah, pasir, dan kotoran lainnya akan mengendap dan terkumpul di dasar Grit Chamber, kotoran-kotoran tersebut kemudian dikeluarkan dengan menggunakan Pompa Celup (Submersible Pump) dan akan dipisahkan menjadi limbah cair dan padatan dengan menggunakan Siklon Pemisah (Cyclone Separator). Padatan tersebut ditampung dalam Hopper yang berada dibawah siklon dan dibuang secara berkala, sedangkan limbah cair dikembalikan ke dalam Grit Chamber. Limbah kotor yang telah diolah secara fisik tersebut diumpukan melalui tangki distribusi ke laguna aerasi fakultatif. Laguna aerasi fakultatif dibagi dalam 2 jalur, dan tiap jalur terdiri dari 2 kolam yang dirangkai secara seri. Di dalam laguna aerasi fakultatif, kotoran-kotoran organik yang terkandung dalam limbah kotor akan diuraikan dan

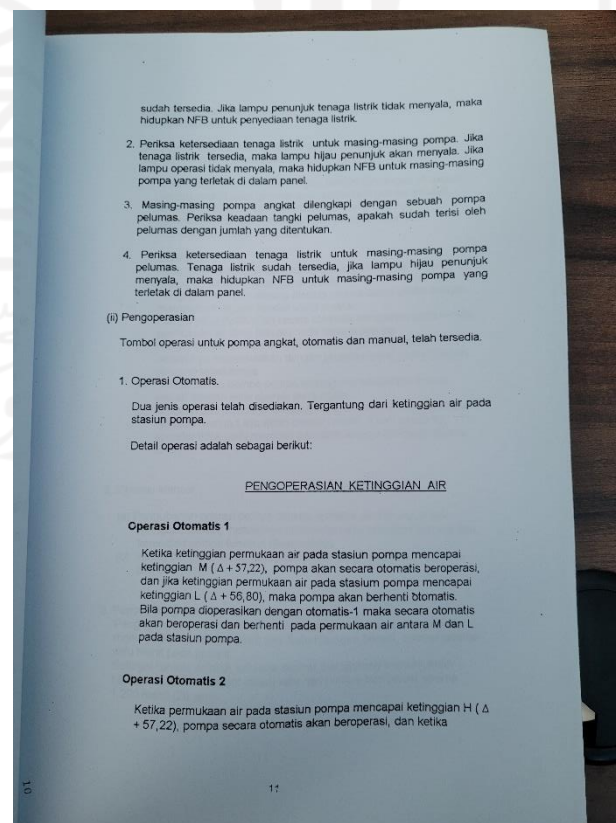
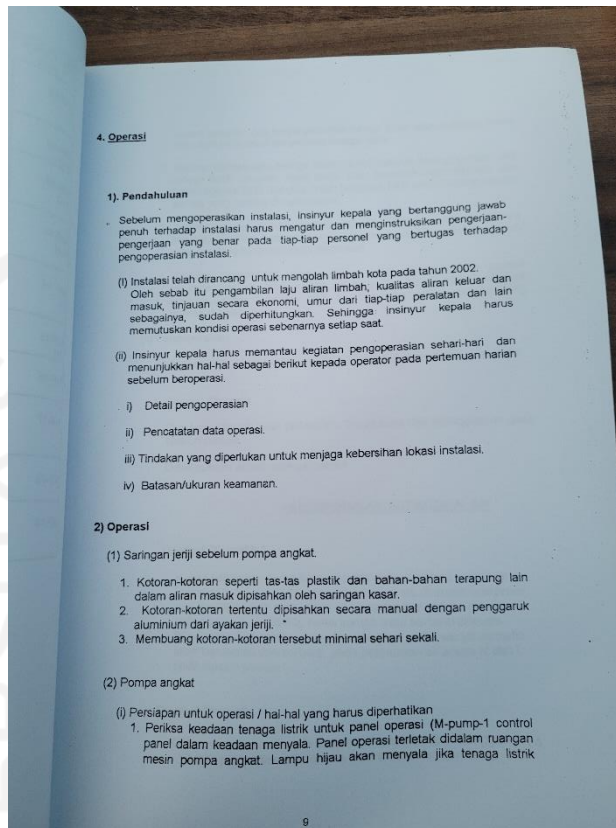
3. Spesifikasi Alat

3. SPESIFIKASI ALAT

No. Pokok Alat	Nama Alat	Spesifikasi Alat	Jumlah	Lokasi Pemasangan Keterangan
MP-1	Gerbang Masuk	Gerbang beroperasi se-cara manual φ 1350 X H 3785	1	Lubang Got No. 2
MP-3 A-C	Pompa Angkat	Pompa Saring φ 1000 X 10,7 m ³ /min X 4,3 m X 15 kW	3	
MP-4	Rantai Kerekan Roda Gigi	Operasi manual 3 ton X H 3500	1	Untuk Pompa Angkat
MP-5 AB	Gerbang Masuk Grit Chamber	Gerbang beroperasi se-cara manual φ 800 X H 2550	2	Grit Chamber
MP-6 AB	Pompa Pasir	Pompa Celup φ 100 X 1 m ³ /min X 15 m X 5,5 kW	2	Grit Chamber
MP-7 AB	Saringan Kasar	W 2000 X 40 mm (Ukuran Mesh)	2	Grit Chamber
MP-8 AB	Gerbang Keluar Grit Chamber	Operasi manual φ 800 X H 2550	2	Grit Chamber
MP-9 AB	Siklon Pemisah	φ 100 X 1 m ³ /min	2	
MP-10 AB	Rantai Kerekan Listrik	0,5 ton X H 7000 X 0,4/0,8 kW	2	Untuk Pompa Pasir
MP-11 AB	Gerbang Distribusi	Gerbang beroperasi se-cara manual φ 800 X H 3650	2	Chamber Distribusi
MP-12 A-F	Gerbang Masuk Laguna No. 1-1/1-2	Gerbang beroperasi se-cara manual φ 800 X H 3650 (Jenis Tekanan Balik)	6	Lubang Got No. 5-10
MP-12 G-L	Gerbang keluar Laguna No. 1-1/1-2	Gerbang beroperasi se-cara manual φ 800 X H 3650	6	Lubang Got No. 11-16
MP-12 M-R	Gerbang Masuk Laguna No. 2-1/2-2	Gerbang beroperasi se-cara manual φ 800 X H 3650	6	Lubang Got No. 11-16
MP-12 S	Gerbang Pintas	Gerbang beroperasi se-cara manual φ 800 X H 3650	6	Lubang Got No. 5

7

4. Operasi



5. Pencatatan Operasi Harian

TABEL OPERASI HARIAN UNTUK MESIN-MESIN MANUAL

Tanggal: _____

No.	Nama Alat	Kegiatan yang dilakukan	
1	SARINGAN MASUK POMPA ANGKAT		
2	AYAKAN KELUAR GRIT CHAMBER		
	CYCLONE PEMISAH		
GERBANG-GERBANG			
(1)	GERBANG MASUKAN-A PADA MH-2	BUKA	TUTUP
(2)	GERBANG MASUKAN-A PADA GRIT CHAMBER-A	BUKA	TUTUP
(3)	GERBANG MASUKAN-B PADA GRIT CHAMBER-B	BUKA	TUTUP
(4)	GERBANG KELUARAN-A PADA GRIT CHAMBER-A	BUKA	TUTUP
(5)	GERBANG KELUARAN-B PADA GRIT CHAMBER-B	BUKA	TUTUP
(6)	GERBANG DISTRIBUSI-A PADA LAGUNA 1	BUKA	TUTUP
(7)	GERBANG DISTRIBUSI-B PADA LAGUNA 2	BUKA	TUTUP
(8)	GERBANG MASUKAN-A PADA LAGUNA 1-1	BUKA	TUTUP
(9)	GERBANG MASUKAN-B PADA LAGUNA 1-1	BUKA	TUTUP
(10)	GERBANG MASUKAN-C LAGUNA 1-1	BUKA	TUTUP
(11)	GERBANG MASUKAN-A LAGUNA 2-1	BUKA	TUTUP

27



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

RIWAYAT HIDUP



Muhammad Zidni Putra atau yang akrab dipanggil Zidni lahir di Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur pada tanggal 3 April 2000. Penulis lahir dari pasangan Bapak Rifqi Bachtiar dan Ibu Atik Ernawati. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Pada tahun 2006 penulis menempuh Pendidikan Dasar di SD Muhammadiyah 1 Samarinda dan lulus pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan Sekolah Tingkat Pertama di SMP Negeri 1 Samarinda dan lulus 3 tahun kemudian yaitu pada tahun 2015. Selanjutnya melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAS Kesatuan Bangsa Yogyakarta dan lulus pada tahun 2018.

Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia melalui jalur Penelusuran Siswa Berprestasi (PSB). Penulis melakukan Kerja Praktik pada tahun 2021 di PT. Dharma Agrotama Nusantara Muara Wahau yang dilaksanakan pada bulan Maret 2021 hingga April 2021 dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata secara *online* karena terhalang Pandemi *COVID-19*.