



**Kajian Pengolahan Limbah IPAL PT. SIER-PIER dan Perkiraan
Dampaknya Terhadap Pertanian Di Aliran Sungai Raci, Desa
Pandean, Kecamatan Rembang, Pasuruan.**

SKRIPSI

Oleh

**Tiara Eka Putri
NIM 161710201009**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**Kajian Pengolahan Limbah IPAL PT. SIER-PIER dan Perkiraan
Dampaknya Terhadap Pertanian Di Aliran Sungai Raci, Desa
Pandean, Kecamatan Rembang, Pasuruan.**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Pertanian (S1) dan
mencapai gelar Sarjana Teknik

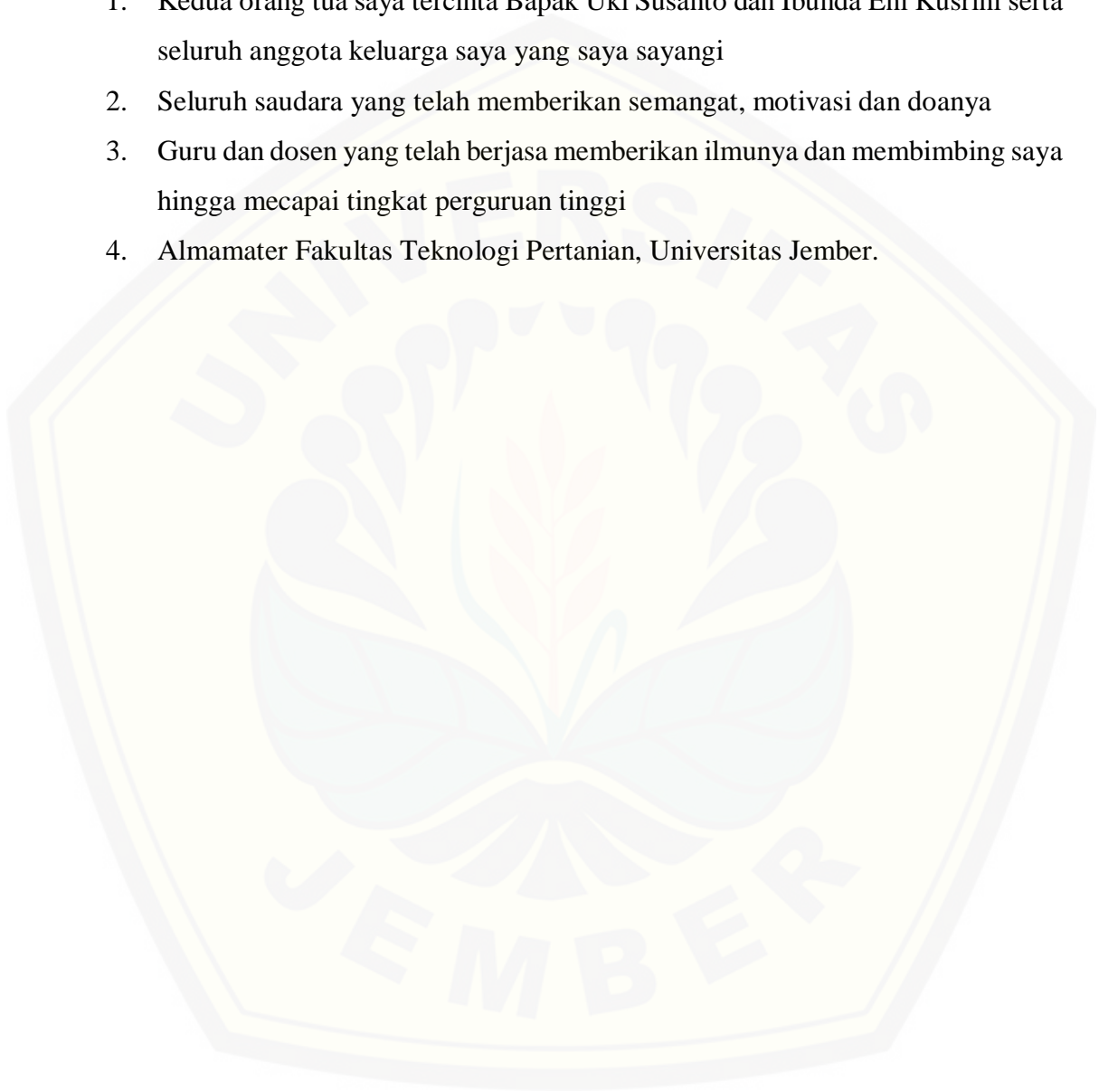
Oleh
Tiara Eka Putri
NIM 161710201009

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk ungkapan rasa terimakasih saya yang tidak terhingga:

1. Kedua orang tua saya tercinta Bapak Uki Susanto dan Ibunda Eni Kusriani serta seluruh anggota keluarga saya yang saya sayangi
2. Seluruh saudara yang telah memberikan semangat, motivasi dan doanya
3. Guru dan dosen yang telah berjasa memberikan ilmunya dan membimbing saya hingga mencapai tingkat perguruan tinggi
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.



MOTTO

“Dunia ini ibarat bayangan. Kalau kau berusaha menangkapnya, ia akan lari. Tapi kalau kau membelakanginya. Ia tak punya pilihan selain mengikutimu”
(Ibnu Qayyim Al Jauziyyah)

”Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”.
(terjemahan Surat Al Insyirah ayat 5-6)



^{*} Depertemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Darus Sunnah

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tiara Eka Putri

NIM : 161710201009

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “*Kajian Pengolahan Limbah IPAL PT.SIER-PIER dan Perkiraan Dampaknya Terhadap Pertanian Di Aliran Sungai Raci, Desa Pandean, Kecamatan Rembang, Pasuruan*” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun, serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Juni 2020

Yang menyatakan,

Tiara Eka Putri

NIM 161710201009

SKRIPSI

**Kajian Pengolahan Limbah IPAL PT. SIER-PIER dan Perkiraan
Dampaknya Terhadap Pertanian Di Aliran Sungai Raci, Desa
Pandean, Kecamatan Rembang, Pasuruan.**

Oleh
Tiara Eka Putri
NIM. 161710201009

Dosen Pembimbing Utama:
Dr. Elida Novita, S.TP., MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Kajian Pengolahan Limbah IPAL PT.SIER-PIER dan Perkiraan Dampaknya Terhadap Pertanian Di Aliran Sungai Raci, Desa Pandean, Kecamatan Rembang, Pasuruan*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari :
Tanggal :
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dr. Elida Novita, S.TP., MT.
NIP. 197311301999032001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T
NIP. 197211301999032001

Dr. Idah Andriyani, S.T.P., M.T
NIP. 197603212002122001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Kajian Pengolahan Limbah IPAL PT. SIER-PIER dan Perkiraan Dampaknya Terhadap Pertanian Di Aliran Sungai Raci, Desa Pandean, Kecamatan Rembang, Pasuruan; Tiara Eka Putri, 161710201009; 2020; 97 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Limbah merupakan zat sisa yang dihasilkan karenan pembuangan sampah atau zat kimia dari pabrik-pabrik. Limbah juga merupakan suatu bahan yang tidak berguna, tetapi mengakibatkan pencemaran lingkungan. Keberadaan kawasan industri memiliki dampak negatif, salah satu dampak negatifnya yaitu adanya limbah cair dari hasil aktivitas industri tersebut. dimana limbah tersebut harus dilakukan *treatment* atau pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang, supaya tidak menimbulkan dampak yang berbahaya bagi lingkungan sekitar.

Peran PT Surabaya Industrial Estate Rungkut dalam pembangunan kawasan Industri sangat mendukung industrialisasi di kawasan Surabaya. Kawasan industri merupakan kawasan yang dirancang untuk mempercepat industrialisasi yang dilengkapi dengan prasarana yang dibutuhkan. PT SIER-PIER memiliki IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang menggunakan pengolahan air limbah dengan metode fisik (*primary treatment*) dan metode biologi (*secondary treatment*) tanpa menggunakan dan menambahkan bahan-bahan kimia.

Upaya pengendalian kualitas air limbah buangan terus dilakukan agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap sumberdaya alam dan lingkungan. Akan tetapi hal tersebut membuat limbah yang telah diolah tidak sesuai dengan baku mutu air atau standar air yang sesuai dengan air yang ada di sungai atau lingkungan dan mengakibatkan terjadinya pencemaran air di sungai, serta akan berdampak pada lahan pertanian yang ada disekitarnya. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian tentang dampak yang mungkin akan ditimbulkan oleh limbah hasil pengolahan pada IPAL terhadap lahan pertanian di sekitarnya.

Hasil yang diperoleh dari kajian terhadap hasil pengolahan air limbah sudah memenuhi standar dan baku mutu yang telah ditetapkan. Dari perhitungan HRT, OFR, SVI, MLSS, F/M, dan umur lumpur dapat dikatakan bahwa pengolahan air limbah sudah efektif dan efisien serta telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Efisiensi removal total penanganan air limbah dengan parameter BOD, COD, dan TSS berturut-turut adalah 86,8 %, 87,2 %, dan 51,2 %. Hasil pengolahan air limbah tidak berpengaruh terhadap besarnya beban pencemar pada sungai dan tidak menyebabkan dampak yang serius terhadap lingkungan.

SUMMARY

The Study of Waste Management of PT. SIER-PIER and Estimated Impact on Agriculture in the Raci River, Pandean Village, Rembang District, Pasuruan; Tiara Eka Putri, 161710201009; 97 pages; Department of Agricultural Engineering; Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

Waste is a residual substance that is produced due to waste disposal or chemical substances from factories. Waste is also a useless material, but it causes environmental pollution. The existence of industrial estates has a negative impact, one of the negative impacts is the presence of liquid waste from the results of these industrial activities. where the waste must be treated or treated before disposal, so as not to cause a harmful impact on the surrounding environment.

The role of PT Surabaya Industrial Estate Rungkut in the development of Industrial estates strongly supports industrialization in the Surabaya area. Industrial estates are areas designed to accelerate industrialization, equipped with the necessary infrastructure. PT SIER-PIER has an IPAL (Wastewater Treatment Plant) which uses waste water treatment with physical methods (primary treatment) and biological methods (secondary treatment) without using and adding chemicals.

Efforts to control the quality of wastewater are continuously carried out so as not to cause negative impacts on natural resources and the environment. However, this makes the treated waste not in accordance with water quality standards or water standards in accordance with the water in rivers or the environment and causes water pollution in rivers, and will have an impact on agricultural land around it. Therefore, research is needed on the impact that the processing waste at WWTP might cause on the surrounding agricultural land.

The results obtained from the study of the results of wastewater treatment have met the predetermined standards and quality standards. From the calculation of HRT, OFR, SVI, MLSS, F / M, and the age of the sludge, it can be said that wastewater treatment is effective and efficient and has met the quality standards that have been set. The total removal efficiency of waste water handlers with parameters BOD, COD, and TSS were 86.8%, 87.2% and 51.2%, respectively. The results of wastewater treatment have no effect on the amount of pollutant load on the river and do not cause a serious impact on the environment.

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kajian Pengolahan Limbah IPAL PT.SIER-PIER dan Perkiraan Dampaknya Terhadap Pertanian Di Aliran Sungai Raci, Desa Pandean, Kecamatan Rembang, Pasuruan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini banyak mendapat bantuan, bimbingan, dukungan, dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penyusunan laporan kuliah kerja ini dapat terselesaikan
2. Kedua orang tua Bapak Uki Susanto dan Ibu Eni Kusri yang telah banyak memberika doa, semangat, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan dijenjang Perguruan Tinggi;
3. Dr. Elida Novita, S.T.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah memberikan ilmu, waktu, dan membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
4. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian yang telah memberikan ilmu, waktu, dan membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
5. Rufiani Nadzirah, S.T.P., M.Sc., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Terimakasih kepada tim penguji yang telah memberikan waktunya untuk dapat menguji pada sidang skripsi saya;

7. Bapak Herry Purnomo selaku kepala IPAL PT SIER (PIER) yang memberikan izin dan kemudahan untuk melakukan praktek kerja;
8. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian;
9. Seluruh teknisi laboratorium, staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuannya selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi ini;
10. Semua sanak saudara yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis;
11. Teman-teman Teknik Pertanian angkatan 2016 khususnya TEP A yang telah memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis;
12. Teman-teman yang berada dalam organisasi IMATEKTA Periode 2019 yang telah membantu dalam penelitian ini dan memberikan pengalaman berorganisasi kepada penulis;
13. Teman-teman yang berada dalam satu UK-PSM Symphony Choir yang telah memberikan semangat, dukungan serta doa;
14. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan banyak bantuan berupa tenaga maupun pikiran pada penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan kepada mereka semua. Penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dalam teknis penulisan maupun materi, mengingat kemampuan yang penulis miliki. Sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk membangun penelitian yang lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 20 Juni 2020

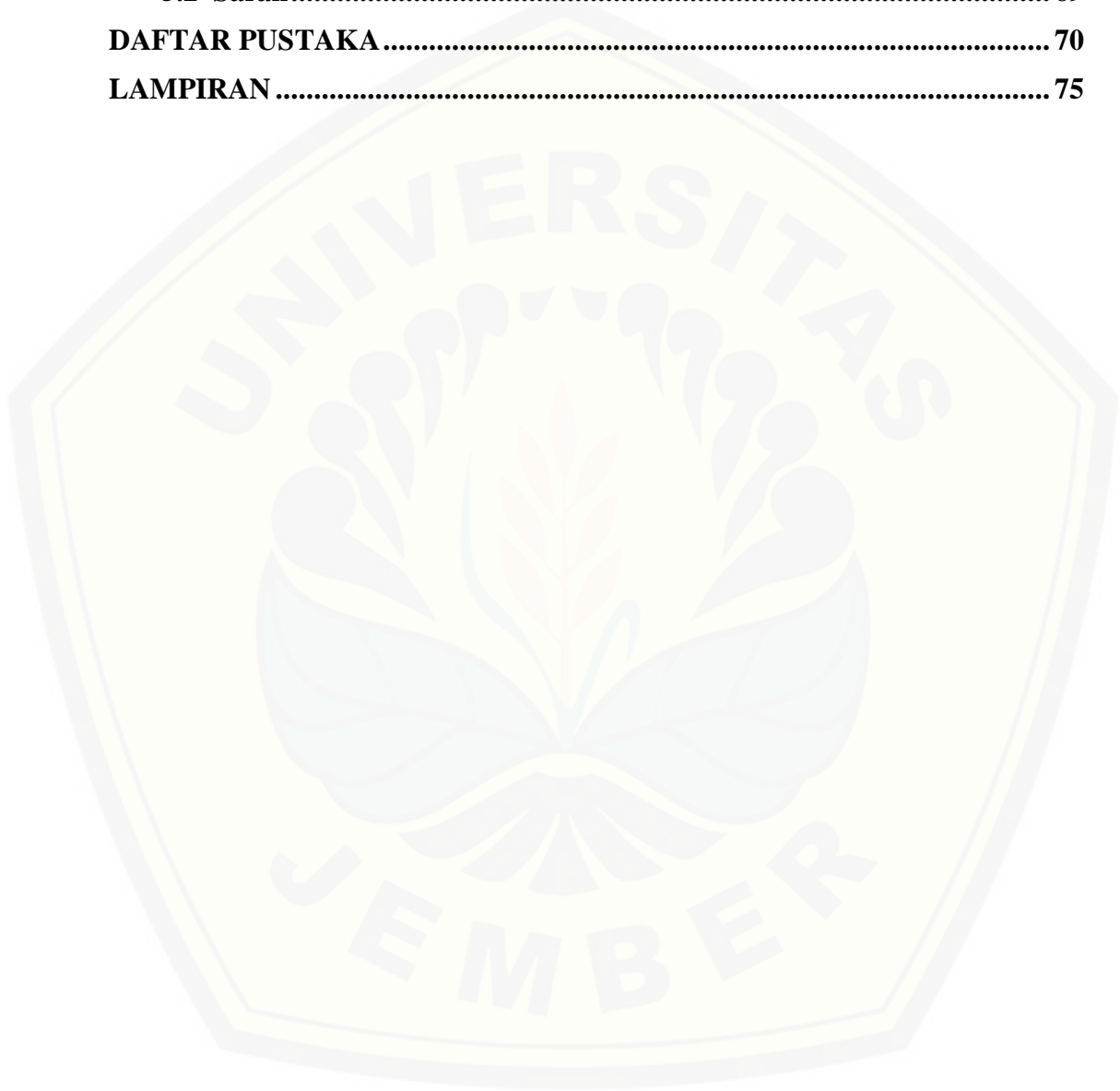
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY.....	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Air Limbah.....	4
2.1.1 Sumber Air Limbah.....	4
2.1.2 Karakteristik Air Limbah.....	5
2.1.2 Parameter Kualitas Air Limbah IPAL PT. SIER (PIER).....	7
2.1.3 Baku Mutu Air Limbah IPAL PT. SIER (PIER).....	11
2.2 Sungai.....	12
2.3 Klasifikasi Baku Mutu Air Sungai.....	13
2.4 Beban Pencemar.....	14
2.5 Penanganan Air Limbah.....	15

2.5.1 Penggolongan Penanganan Air Limbah.....	15
2.5.2 Tahapan Penanganan Air Limbah.....	16
2.6 Sistem Manajemen Lingkungan	18
2.7 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	21
2.8 PT. SIER (PIER)	22
BAB 3. METODOLOGI.....	24
3.1 Umum	24
3.2 Waktu dan Tempat	24
3.3 Alat dan Bahan.....	24
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	25
3.4.1 Pengumpulan Data Sekunder	25
3.4.2 Pengumpulan Data Primer	26
3.5 Metode Analisis Data	26
3.5.1 Kualitas Air Limbah	26
3.5.2 Analisis Efisiensi	27
3.5.3 Analisis Efektivitas Pengolahan Air Limbah	27
3.5.4 Analisis Dampak Pencemaran Air Limbah	29
3.6 Prosedur Penelitian	30
BAB 4. PEMBAHASAN	31
4.1 Tahapan Penangana Air Limbah IPAL PT. SIER (PIER).....	31
4.1.1 Bak Pengendap Awal (Ekualisasi).....	34
4.1.2 Bak Penangkap Pasir (<i>Grit Chamber</i>)	35
4.1.3 Bak Pengendap Awal (<i>Primary Clarifier</i>)	36
4.1.4 Bak Pendistribusi.....	37
4.1.5 Parit Oksidasi (<i>Oxidation Ditch</i>)	37
4.1.6 <i>Return Sludge</i>	38
4.1.7 Bak Pengendap Akhir (<i>Secondary Clarifier</i>)	39
4.1.8 Bak <i>Efluen</i>	40
4.2 Evaluasi Kualitas Air Limbah Selama 4 Tahun (2016-2019)	40
4.2.1 Kualitas Air Limbah pada Bak Pengendap Awal (Ekualisasi).....	40
4.2.2 Kualitas Air Limbah pada Parit Oksidasi.....	45
4.2.3 Kualitas Air Limbah pada Bak Pengendap Akhir	51
4.3 Analisis Resiko Buangan IPAL Terhadap Kegiatan Pertanian	56

4.3.1 Karakteristik Sungai Raci	56
4.3.2 Dampak Pencemaran Lingkungan.....	63
BAB 5. PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN	75



DAFTAR TABEL

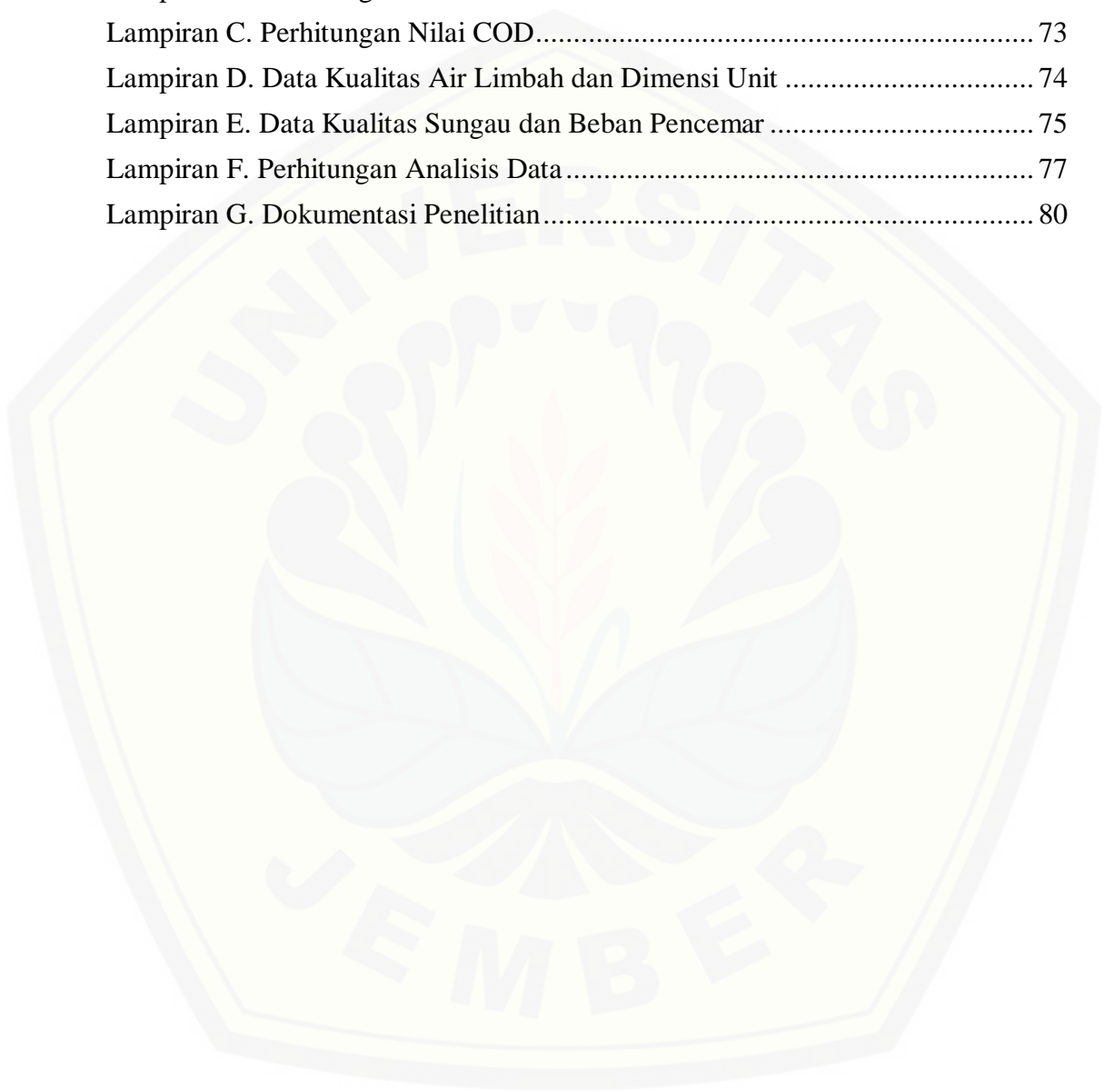
	Halaman
3.1 Baku mutu air limbah bagi kawasan industri	12
3.2 Data sekunder..	25
3.3 Data primer	26
4.1 Rasio BOD/COD	38
4.2 Analisis beban pencemar	39
4.3 Efisiensi unit pengolahan limbah	49
4.4 Efisiensi total pengolahan limbah	50
4.5 Evaluasi kinerja bak pengendap awal	52
4.6 Evaluasi kinerja parit oksidasi (<i>oxidation ditch</i>)	53
4.7 Evaluasi kinerja bak pengendap akhir	54
4.8 Karakteristik Air Sungai Raci	58
4.9 Rasio BOD/COD Sungai Racoï	59
4.10 Beban Pencemar Sungai Raci	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Model sistem manajemen lingkungan.....	19
3.1 Diagram alir penelitian.....	29
4.1 Proses pengolahan air limbah.....	31
4.2 Bak Pengendap Awal (Ekualisasi).....	32
4.3 Grit Chamber.....	33
4.4 Bar Screen.....	34
4.5 Primary Clarifier.....	35
4.6 Bak Pendistribusi (Distribution Box 1).....	35
4.7 Parit Oksidasi (Oxidation Ditch).....	36
4.8 Return Sludge.....	37
4.9 Bak Pengendap Akhir.....	37
4.10 Bak Kontrol/monitoring.....	38
4.11 Grafik konsentrasi BOD pada bak pengendap awal.....	40
4.12 Grafik konsentrasi COD pada bak pengendap awal.....	41
4.13 Grafik konsentrasi TSS pada bak pengendap awal.....	42
4.14 Grafik konsentrasi TSS pada parit oksidasi.....	43
4.15 Grafik konsentrasi COD pada parit oksidasi.....	44
4.16 Grafik konsentrasi BOD pada parit oksidasi.....	45
4.17 Grafik konsentrasi TSS pada bak pengendap akhir.....	46
4.18 Grafik konsentrasi BOD pada bak pengendap akhir.....	47
4.19 Grafik konsentrasi COD pada bak pengendap akhir.....	48
4.20 Bagian Hulu Sungai Raci.....	49
4.21 Bagian Tengah Sungai Raci.....	55
4.22 Bagian Hilir Sungai Raci.....	56
4.23 Proses Pengolahan Air Limbah.....	56
4.24 Root Cause Analysis Penurunan Kualitas Efluen.....	61
4.25 Root Cause Analysis Pencemaran Lingkunga.....	62
4.26 Peta Wilayah Pertanian Sekitar Pengolahan Limbah IPAL PIER.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Perhitungan Nilai TSS.....	71
Lampiran B. Perhitungan Nilai BOD.....	72
Lampiran C. Perhitungan Nilai COD.....	73
Lampiran D. Data Kualitas Air Limbah dan Dimensi Unit	74
Lampiran E. Data Kualitas Sungai dan Beban Pencemar	75
Lampiran F. Perhitungan Analisis Data	77
Lampiran G. Dokumentasi Penelitian.....	80



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan zat sisa yang dihasilkan karenan pembuangan sampah atau zat kimia dari pabrik-pabrik. Limbah juga merupakan suatu bahan yang tidak berguna, tetapi mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah dapat menyebabkan penyakit, cacat janin, kematian, bahkan pemutusan mata rantau kehidupan suatu organisme. Limbah dapat berbentuk cair, gas dan padat (Putra, 2004). Limbah dari suatu industri yang merupakan masalah dan menjadi perhatian yang serius dari masyarakat maupun pemerintah, khususnya terhadap perkembangan industri yang terus meningkat setiap tahunnya. Kehadiran industri membawa dampak positif dalam sektor ekonomi. Namun, jika limbah tidak diolah dengan baik akan berdamak terhadap lingkungan.

Keberadaan kawasan industri memiliki dampak negatif, salah satu dampak negatifnya yaitu adanya limbah cair dari hasil aktivitas industri tersebut. dimana limbah tersebut harus dilakukan *treatment* atau pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang, supaya tidak menimbulkan dampak yang berbahaya bagi lingkungan sekitar. Menurut JatimTimes.com (2019) menyatakan bahwa menurut warga, pencemaran limbah industri yang terjadi sepanjang tahun mengakibatkan aliran Sungai Wangi dan sumur warga tercemar. Air sungai berwarna hitam pekat dan beraroma bau busuk. Limbah cair merupakan salah satu jenis limbah yang banyak dihasilkan dalam kegiatan industri. Informasi tersebut didapatkan berdasarkan penuturan masyarakat yang terdampak akibat pencemaran limbah tersebut. Peran PT Surabaya Industrial Estate Rungkut dalam pembangunan kawasan Industri sangat mendukung industrialisasi di kawasan Surabaya. Kawasan industri merupakan kawasan yang dirancang untuk mempercepat industrialisasi yang dilengkapi dengan prasarana yang dibutuhkan. PT SIER-PIER memiliki IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang menggunakan pengolahan air limbah dengan metode fisik (*primary treatment*) dan metode biologi (*secondary treatment*) tanpa menggunakan dan menambahkan bahan-bahan kimia.

Secara normatif pemerintah telah membuat aturan tentang pengolahan limbah cair, antara lain Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah dan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha dari berbagai sektor untuk melakukan pengolahan air limbah sesuai baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan. Upaya pengendalian kualitas air limbah buangan terus dilakukan agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap sumberdaya alam dan lingkungan. Akan tetapi hal tersebut membuat limbah yang telah diolah tidak sesuai dengan baku mutu air atau standar air yang sesuai dengan air yang ada di sungai atau lingkungan dan mengakibatkan terjadinya pencemaran air di sungai, serta akan berdampak pada lahan pertanian yang ada disekitarnya. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian tentang dampak yang mungkin akan ditimbulkan oleh limbah hasil pengolahan pada IPAL terhadap lahan pertanian di sekitarnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana tahapan penanganan air limbah di IPAL PT. SIER (PIER) ?
2. Bagaimana evaluasi kualitas air limbah selama 4 tahun, tahun 2016 - 2019 ?
3. Bagaimana dampak hasil pengolahan air limbah pada lingkungan pertanian disekitar IPAL ?

1.3 Batasan Masalah

Mengetahui karakteristik air limbah pada tiap tahap penanganan, efektifitas penanganan air limbah dan mengetahui efisiensi dari tiap pengolahan air limbah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SIER (PIER), serta resiko yang mungkin ditimbulkan dari hasil buangan IPAL terhadap kegiatan pertanian.

1.4 Tujuan

Berikut ini merupakan tujuan dari penelitian, yaitu

1. Menentukan tahapan penanganan air limbah di IPAL PT. SIER (PIER)
2. Melakukan evaluasi kualitas air limbah IPAL PT. SIER (PIER) selama 4 tahun (2016 – 2019)
3. Memprediksi resiko hasil buangan IPAL terhadap kegiatan pertanian.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini sebagai berikut

1. Bagi kepentingan IPTEK, dapat dijadikan sebagai referensi untuk informasi proses penanganan air limbah dan dampak yang terjadi pada lingkungan, khususnya pertanian
2. Bagi instansi adalah memberikan informasi mengenai penanganan air limbah yang efektif dan efisien pada instalasi pengolahan air limbah dan dampak yang ditimbulkan
3. Bagi masyarakat di sekitar PT. SIER (PIER), dapat membantu dalam penanganan dan pengelolaan lingkungan sekitar

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

Air limbah adalah air yang telah digunakan manusia dalam berbagai aktivitasnya. Air limbah tersebut dapat berasal dari aktivitas rumah tangga, perkantoran, pertokoan, fasilitas umum, industri maupun dari tempat-tempat lain. Atau, air limbah adalah air bekas yang tidak terpakai yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia dalam memanfaatkan air bersih (Supriyatno, 2000). Menurut Tejokusumo (2007) air limbah adalah air yang membawa sampah (limbah) dari rumah tinggal, bisnis, dan industri, yaitu campuran air dan padatan terlarut atau tersuspensi dapat juga merupakan air buangan dari hasil proses yang dibuang ke dalam lingkungan.

Menurut Askari (2015) air limbah adalah air yang tidak bersih atau tidak mengandung zat yang dapat membahayakan manusia serta makhluk hidup lainnya. Air limbah muncul karena hasil dari aktivitas manusia, baik dari kegiatan industri maupun kegiatan dari rumah tangga. Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan dan juga kesehatan manusia sehingga perlu dilakukan penanganan dan pengolahan terhadap limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

Air limbah baik domestik maupun non domestik mempunyai beberapa karakteristik sesuai dengan sumbernya, dimana karakteristik air limbah dapat digolongkan pada karakteristik fisika, kimia, dan biologi sebagai berikut (Eddy, 2008).

2.1.1 Sumber Air Limbah

1. Limbah Domestik

Limbah adalah segala macam sisa dari adanya suatu kegiatan yang tidak dimanfaatkan lagi baik untuk kegiatan produksi lebih lanjut, untuk konsumsi, maupun untuk distribusi dan sisa tersebut kemudian dibuang ke badan air, udara ataupun tanah (Amelia, 2015). Limbah ini apabila melebihi daya tampung lingkungan akan dapat menciptakan pencemaran lingkungan baik lingkungan air, udara maupun tanah. Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukinya

mahluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain kedalam lingkungan (Sudarmadi, 1993).

Limbah domestic adalah semua buangan yang berasal dari kamar mandi, dapur, tempat cuci pakaian, cuci peralatan dan rumah tangga, apotek, rumah sakit, rumah makan dan sebagainya. Secara kuantitatif limbah tersebut terdiri dari zat organic baik berupa padat atau cair, bahkan berbahaya dan beracun (B3), garam, lemak dan bakteri (Sasongko, 2006).

2. Limbah Industri

Pabrik industri mengeluarkan limbah yang mencemari ekosistem air, pembuangan limbah industri ke sungai dapat menyebabkan berubahnya susunan kimia, bakteriologi serta fisik air. Polutan atau limbah yang dihasilkan oleh pabrik dapat berupa logam berat dan panas. Air yang tinggi temperaturnya sulit menyerap oksigen yang pada akhirnya akan mematikan biota air. Selanjutnya dijelaskan jumlah air limbah yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri, pengawasan pada proses industri, volume penggunaan air dan teknologi pengolahan air limbah (Effendi, 2003).

3. Limbah Pertanian

Pupuk dan pestisida biasa digunakan para petani untuk merawat tanamannya, namun pemakaian pupuk dan pestisida yang berlebihan dapat mencemari air. Limbah pupuk mengandung kandungan yang dapat merangsang pertumbuhan gulma air yang tidak terkendali ini menimbulkan dampak seperti yang diakibatkan oleh deterjen. Limbah pestisida mempunyai altifitas dalam jangka waktu yang lama dan ketika terbawa aliran air keluar dari daerah pertanian, dapat mematikan hewan seperti ikan, udang dan hewan air yang lainnya. Pestisida mempunyai sifat relative tidak larut dalam air, tetapi mudah larut dan cenderung kandungannya meningkat dalam lemak dan sel-sel tubuh mahluk hidup disebut *Biological Amplification* (Warlina, 2013).

2.1.2 Karakteristik Air Limbah

Menurut Eddy (2008) dalam menentukan karakteristik limbah maka ada tiga jenis sifat yang harus diketahui yaitu :

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik air limbah ditentukan berdasarkan jumlah padatan terlarut, tersuspensi dan total padatan, alkalinitas, kekeruhan, warna, salinitas, konduktivitas, bau dan temperature. Sifat fisik ini beberapa diantaranya dapat dikenali secara visual tapi untuk mengetahui secara pasti maka digunakan analisis laboratorium.

2. Karakteristik Kimia

Pada air limbah, karakteristik kimia ditentukan oleh BOD, COD, dan logam-logam berat yang terkandung dalam air limbah (Eddy, 2008).

a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Pemeriksaan BOD dalam limbah didasarkan atas reaksi oksidasi zat-zat organik dengan oksigen dalam air dimana proses tersebut dapat berlangsung karena ada sejumlah bakteri. Diperhitungkan selama dua hari reaksi lebih dari sebagian reaksi telah tercapai. BOD adalah kebutuhan oksigen bagi sejumlah bakteri untuk menguraikan semua zat organik yang terlarut maupun tersuspensi dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana.

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pengukuran kekuatan limbah dengan COD adalah bentuk lain pengukuran oksigen dalam limbah. Metode ini lebih singkat waktunya dibandingkan dengan analisa BOD. Pengukuran ini menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah baha yang tidak dipecah secara biokimia. Adanya racun atau logam tertentu dalam limbah pertumbuhan bakteri akan terhalang dan pengukuran BOD menjadi titik realistis. COD adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat anorganis dan organis sebagaimana pada BOD.

c. Keasaman air

Keasaman air diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hydrogen dalam air. Air buangan yang mempunyai pH tinggi atau rendah menjadikan air steril dan sebagai akibatnya membunuh mikroorganisme air yang diperlukan untuk keperluan biota tertentu.

d. Alkalinitas

Tinggi rendahnya alkalinitas air ditentukan air senyawa karbonat, garam-garam hidrokisda, magnesium dan natrium dalam air. Tingginya kandungan zat tersebut mengakibatkan kesadahan dalam air. Semakin tinggi kesadahan suatu air semakin sulit air berbuih.

e. Oksigen terlarut

Keadaan oksigen terlarut berlawanan dengan keadaan BOD. Semakin tinggi BOD semakin rendah oksigen terlarut. Keadaan oksigen terlarut dalam air dapat menunjukkan tanda-tanda kehidupan ikan dan biotadalam perairan. Semakin banyak ganggang dalam air semakin tinggi kandungan oksigennya.

3. Karakteristik Biologi

Pada air limbah, karakteristik biologi menjadi dasar untuk mengontrol timbulnya penyakit yang dikarenakan organisme *pathogen*. Karakteristik biologi tersebut seperti bakteri dan mikroorganisme lainnya yang terdapat dalam dekomposisi dan stabilisasi senyawa organik (Eddy, 2008).

Bahan-bahan organik dalam air terdiri dari berbagai macam senyawaan. Protein adalah salah satu senyawa kimia organik yang membentuk rantai kompleks, mudah terurai menjadi senyawa-senyawa lain seperti asam amino. Bahan yang mudah larut dalam air akan terurai menjadi enzim dan bakteri tertentu. Bahan ragi akan terfermentasi menghasilkan alkohol. Pati sukar larut dalam air, akan tetapi dapat diubah menjadi gula oleh aktifitas mikrobiologi. Bahan-bahan ini dalam limbah akan diubah oleh mikroorganisme menjadi senyawa kimia yang sederhana seperti karbon dioksida dan air serta amoniak (Ginting, 2006).

2.1.2 Parameter Kualitas Air Limbah IPAL PT. SIER (PIER)

1. *Biological Oxygen Deman* (BOD)

Biological Oxygen Deman (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri pengurai untuk menguraikan bahan pencemar organik dalam air (Arisandi, 2004). BOD merupakan salah satu indikator pencemaran senyawa organik pada suatu perairan. Perairan dengan nilai BOD tinggi

mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar oleh bahan organik. Bahan organik akan distabilkan secara biologi dengan melibatkan mikroba melalui sistem oksidasi aerobik dan anaerobik. Oksigen dapat menyebabkan kematian organisme akuatik. Menurut (Salim *et al.*, 2017), penghilangan BOD awal diselesaikan melalui satu atau lebih mekanisme berikut tergantung pada karakteristik fisika dan kimia dari zat organik.

2. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan gambaran sebagian jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi maupun yang sukar didegradasi menjadi CO_2 dan H_2O . berdasarkan kemampuan oksidasi, penentuan nilai COD dianggap paling baik dalam menggambarkan keberadaan bahan organik baik yang dapat dikomposisi secara biologis maupun yang tidak (Wardhana Arya, 2001). COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi K, Cr dan O digunakan sebagai sumber oksigen (Azizah dan Rahmawati, 2005).

3. *Total Suspended Solid (TSS)*

Total Suspended Solid (TSS) atau muatan padatan tersuspensi adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $> 1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan miliopore dengan diameter pori $0,45 \mu\text{m}$. TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik. Penyebab TSS di perairan yang utama adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Konsentrasi nilai TSS apabila terlalu tinggi akan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis (Effendi, 2000).

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Air buangan industri mengandung jumlah padatan tersuspensi dalam jumlah yang sangat bervariasi tergantung dari jenis industrinya. Air buangan dari industri-industri makanan, terutama industri fermentasi, dan industri tekstil sering

mengandung padatan tersuspensi di dalam air. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar/cahaya ke dalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis (Fardiaz, 1992).

4. *Mixed Liquor Suspended Solid (MLSS)*

MLSS dalam proses *activated sludge* menggambarkan efisiensi penghilangan polutan dan juga kemampuan pengendapan sludge dalam tahap klarifikasi. Kadar MLSS mempengaruhi kecepatan asimilasi polutan per satuan waktu dan terkait langsung dengan pengendalian parameter F/M. suatu contoh yang ekstrem yaitu apabila aliran influen tiba-tiba dibesarkan maka ratio F/M menjadi besar dan sifat sludge menjadi sulit diendapkan dalam klarifikasi, sehingga proses penghilangan polutan menjadi kurang efisien (Irianto, 2017).

MLSS merupakan isi dalam bak aerasi pada proses pengolahan air limbah dengan system lumpur aktif disebut mixed liquor yang merupakan campuran antara air limbah dengan biomassa mikroorganisme serta padatan tersuspensi lainnya. MLSS adalah jumlah total dari padatan tersuspensi yang berupa material organik dan mineral, termasuk di dalamnya adalah mikroorganisme. MLSS ditentukan dengan cara menyaring lumpur campuran dengan kertas saring (filter), kemudian filter dikeringkan pada temperature 105⁰ C, dan berat padatan dalam contoh ditimbang.

5. F/M

Food to Microorganism ratio atau *Food to mass ratio* disingkat F/M Ratio. Parameter ini menunjukkan jumlah zat organik (BOD) yang dihilangkan dibagi dengan jumlah massa mikroorganisme di dalam bak aerasi atau reactor. Besarnya nilai F/M ratio umumnya ditunjukkan dalam kilogram BOD per kilogram MLSS per hari (Curds dan Hawkes, 1983). F/M dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Hammer, 1996):

$$F/M = \frac{Q (S_0 \times S)}{MLSS \times V} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

Q = Laju air limbah m³/hari

S_0 = Konsentrasi BOD di dalam air limbah yang masuk ke bak aerasi (kg/m^3)

S = Konsentrasi BOD di dalam efluen (kg/m^3)

MLSS = *Mixed Liquor Suspended Solids* (kg/m^3)

V = Volume reactor atau bak aerasi (m^3)

6. HRT

Waktu tinggal hidraulik (HRT) adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh larutan influen masuk dalam tangki aerasi untuk proses lumpur aktif (Tchobanoglous dkk., 1991)

$$\text{HRT} = 1/D = V / Q \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

V = Volume *reactor* atau bak aerasi (m^3)

Q = Debit air limbah yang masuk ke dalam tangki aerasi (m^3/jam)

D = Laju pengenceran (jam^{-1})

7. *Over flow Rate* (OFR)

Over flow Rate (OFR) atau tingkatan pelimpahan yaitu perbandingan antara debit dan luas permukaan dari tiap unit pengolahan yang dinyatakan dalam satuan $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$. Kondisi overflow rate ini akan berpengaruh terhadap removal (pengurangan) kadar TSS dan BOD

8. *Sludge Volume Index* (SVI)

SVI merupakan tes pengendapan untuk mengetahui kondisi lumpur aktif atau rasio antara sludge volume dan mixed liquor suspended solid. Proses penentuan sludge volume (SV30) diawali dengan mengambil lumpur aktif pada tangki aerasi lalu dimasukkan kedalam gelas ukur 1 liter dan diendapkan selama 30 menit untuk dihitung berapa volume lumpur yang mengendap. Berikut merupakan perhitungan SVI:

$$\text{SVI (mg/l)} = \frac{\text{SV}_{30} \left(\frac{\text{ml}}{\text{l}}\right)}{\text{MLSS} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}}\right)} \times 1000 \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}}\right) \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

SV_{30} : endapan lumpur aktif dalam gelas ukur 1 liter setelah diendapkan selama 30 menit (ml/l)

MLSS : Mixed Liquor Suspended Solid (mg/l)

Kriteria :

80 – 120 = menunjukkan kondisi lumpur yang baik (CSR Group Engineers, 1978)

>200 = menunjukkan lumpur yang miskin dan mempunyai kecenderungan terjadiya *bulking* (Siregar, 2005)

9. Umur Lumpur (*Sludge Age*)

Umur lumpur (*sludge age*) atau sering disebut waktu tinggal rata-rata cel. Parameter ini menunjukkan waktu tinggal rata-rata mikroorganisme dalam system lumpur aktif. Jika HRT memerlukan waktu dalam bentuk jam, maka waktu tinggal sel mikroba dalam bak aerasi dalam hitungan hari. Umur lumpur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Hammer, 1996).

$$\text{Umur Lumpur (Hari)} = \frac{MLSS \times V}{S_{Se} \times Q_e + S_{Sw} \times Q_w} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

MLSS = *Mixed Liquor Suspended Solids* (kg/m³)

V = Volume bak aerasi (L)

S_{Se} = Padatan tersuspensi dalam efluen (mg/l)

S_{Sw} = Padatan tersuspensi dalam lumpur limbah (mg/l)

Q_e = Laju efluen limbah (m³/hari)

Q_w = Laju influen limbah (m³/hari)

2.1.3 Baku Mutu Air Limbah IPAL PT. SIER (PIER)

Secara normatif pemerintah telah membuat peraturan tentang pengolahan limbah cair, antara lain Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Berikut merupakan Standar Baku Mutu yang digunakan oleh IPAL PIER untuk menganalisis sample limbah

Tabel 3.1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1.	pH	mg/L	6,0 – 9,0
2.	TSS	mg/L	150
3.	BOD ₅	mg/L	50
4.	COD	mg/L	100
5.	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	1
6.	Amoniak Bebas (NH ₃ -N)	mg/L	20
7.	Phenol	mg/L	1
8.	Minyak dan Lemak	mg/L	15
9.	Deterjen an ionic (MBAS)	mg/L	10
10.	Cadmium (Cd)	mg/L	0,1
11.	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,5
12.	Krom Total (Cr)	mg/L	1
13.	Tembaga (Cu)	mg/L	2
14.	Timbal (Pb)	mg/L	1
15.	Nikel (Ni)	mg/L	0,5
16.	Seng (Zn)	mg/L	10
17.	Volume Air Limbah maksimum	mg/L	0,8 L/detik per Ha Lahan Kawasan Terpakai

Sumber: Perda Provinsi Jawa Timur No.72 (2013)

2.2 Sungai

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, yang dimaksud wilayah sungai adalah kesatuan wilayah pengelolaan sumber daya air dalam satu atau lebih daerah aliran sungai dan/atau pulau-pulau kecil yang luasnya kurang dari atau sama dengan 2.000 km². Sungai mengalir dari hulu dalam kondisi kemiringan lahan yang curam berturut-turut menjadi agak curam, agak landai, landai dan relatif rata. Arus atau kecepatan alir air sungai berbanding lurus dengan kemiringan lahan. Arus relatif cepat di daerah hulu dan bergerak menjadi lebih lambat dan makin lambat pada daerah hilir.

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainasi dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai. Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuntuhan tebing-tebing sungai di daerah pegunungan dan tertimbun di dasar sungai tersebut, terangkut ke hilir oleh aliran sungai. Hal ini diakibatkan karena pada daerah pegunungan kemiringan

sungainya curam dan gaya Tarik aliran airnya cukup besar, setelah itu gaya tariknya menjadi sangat menurun ketika mencapai dataran. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arus sungai berangsur-angsur diendapkan (Sosrodarsono dan Tominaga, 1994).

Menurut (Triatmodjo, 2008) sungai adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik di sepanjang saluran, tekanan dipermukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Variable aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variable tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit aliran dan sebagainya.

2.3 Klasifikasi Baku Mutu Air Sungai

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Untuk itu agar kualitas air tetap terjaga maka setiap kegiatan yang menghasilkan limbah cair yang akan dibuang ke perairan umum atau sungai harus memenuhi standar baku mutu atau kriteria mutu air sungai yang akan menjadi tempat pembuangan limbah cair tersebut, sehingga kerusakan air atau pencemaran air sungai dapat dihindari atau dikendalikan.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menyebutkan bahwa klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu :

1. Kelas Satu: Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas Dua: Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukkan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas Tiga: Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk pembudayaan air

tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

4. Kelas Empat: Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukkan lain yang sama dengan kegunaan tersebut (Peraturan Pemerintah No 82, 2001).

2.4 Beban Pencemar

Menurut (Genevieve dan James, 2008) beban pencemar (polutan) adalah bahan-bahan yang bersifat asing bagi alam atau bahan yang berasal dari alam itu tersendiri yang memasuki suatu ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem itu sendiri. Berdasarkan cara masuknya ke dalam lingkungan bahan pencemar dibedakan menjadi dua kelompok yaitu:

1. Polutan alamiah yaitu polutan yang memasuki lingkungan (badan air) secara alami, misalnya letusan gunung berapi, tanah longsor, atau banjir.
2. Polutan antropogenik yaitu polutan yang masuk ke lingkungan (badan air) akibat aktifitas manusia seperti limbah domestik, limbah industri, kegiatan pertambangan, pertanian dan perikanan.

Polutan antropogenik dapat dikendalikan dengan mengendalikan langsung ke sumbernya (aktifitas manusia) sedangkan polutan alamiah sulit dikendalikan karena berasal dari aktifitas alam dan mempunyai volume yang tinggi (Effendi, 2003).

Berdasarkan sifat toksiknya, polutan dibedakan menjadi polutan yang bersifat tak beracun dan polutan yang bersifat beracun. Polutan yang bersifat tak beracun ini hanya akan mengganggu fungsi lingkungan jika umlahnya berlebihan yang menyebabkan keseimbangan lingkungan terganggu. Sedangkan polutan yang mengakibatkan kematian (*lethal*) ataupun terganggu pertumbuhan, tingkah laku, dan karakteristik morfologi makhluk hidup.

2.5 Penanganan Air Limbah

2.5.1 Penggolongan Penanganan Air Limbah

Pengolahan air limbah dapat digolongkan menjadi tiga yaitu pengolahan secara fisika, kimia, biologi. Ketiga proses tersebut tidak selalu berjalan sendiri sendiri tetapi kadang-kadang harus dilaksanakan secara kombinasiantara satu dengan yang lainnya. Ketiga proses tersebut yaitu (Daryanto, 1995).

1. Pengolahan Secara Fisika

Pengolahan ini terutama ditujukan untuk air limbah yang tidak terlarut (bersifat tersuspensi), atau dengan kata lain buangan cair yang mengandung padatan, sehingga menggunakan metode fisika untuk pemisahan.

Pada umumnya sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan diinginkan agar bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan mudah mengendap atau bahan-bahan yang mengapung mudah disisihkan terlebih dahulu. Proses flotasi banyak digunakan untuk menyisahkan bahan-bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses berikutnya (Tjokrokusumo, 1995). Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisihkan secara mudah dengan proses pengendapan. Parameter desain yang utama untuk proses pengendapan ini adalah kecepatan mengendap partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam bak pengendap.

2. Pengolahan secara kimia

Pengolahan secara kimia adalah proses yang menggunakan bahan kimia untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar dalam air limbah. Proses ini menggunakan reaksi kimia untuk mengubah air limbah yang berbahaya menjadi kurang berbahaya. Proses yang termasuk dalam pengolahan secara kimia adalah netralisasi, presipitasi, khlorinasi, koagulasi dan flokulasi.

Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor dan zat organik beracun, dengan membutuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Pengolahan secara kimia dapat memperoleh efisiensi yang tinggi akan tetapi biaya menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia (Tjokrokusumo, 1995).

3. Pengolahan secara biologi

Semua polutan air yang *biodegradable* dapat diolah secara biologis, sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologis dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah dikembangkan berbagai metoda pengolahan biologis dengan segala modifikasinya (Tjokrokusumo, 1995). Pengolahan secara biologi adalah pengolahan air limbah dengan menggunakan mikroorganisme seperti ganggang, bakteri, protozoa, untuk menguraikan senyawa organik dalam air limbah menjadi senyawa yang sederhana. Pengolahan tersebut mempunyai tahapan seperti pengolahan secara aerob, anaerob dan fakultatif.

2.5.2 Tahapan Penanganan Air Limbah

Air limbah sebelum dilepas ke pembuangan akhir harus menjalani pengolahan terlebih dahulu. Untuk dapat melaksanakan pengolahan air limbah yang efektif diperlukan rencana pengelolaan yang baik. Pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

1. Secara Alami

Pengolahan air limbah secara alamiah dapat dilakukan dengan pembuatan kolam stabilisasi. Dalam kolam stabilisasi, air limbah diolah secara alamiah untuk menetralisasi zat-zat pencemar sebelum air limbah dialirkan ke sungai. Kolam stabilisasi yang umum digunakan adalah kolam anaerobik, kolam fakultatif (pengolahan air limbah yang tercemar bahan organik pekat), dan kolam maturasi (pemusnahan mikroorganisme patogen). Karena biaya yang dibutuhkan murah, cara ini direkomendasikan untuk daerah tropis dan sedang berkembang.

2. Secara Buatan

Pengolahan air limbah dengan buantan alat dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pengolahan ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu *primary treatment* (pengolahan pertama), *secondary treatment* (pengolahan kedua), dan *tertiary treatment* (pengolahan lanjutan).

- a. *Primary treatment* merupakan pengolahan pertama yang bertujuan untuk memisahkan zat padat dan zat cair dengan menggunakan filter (saringan) dan

bak sedimentasi. Beberapa alat yang digunakan adalah saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, saringan multimedia, *percoal filter*, mikrostraining, dan vacuum filter.

- b. *Secondary treatment* merupakan pengolahan kedua, bertujuan untuk mengkoagulasikan, menghilangkan koloid, dan menstabilisasikan zat organik dalam limbah. Pengolahan limbah rumah tangga bertujuan untuk mengurangi kandungan bahan organik, nutrisi nitrogen, dan fosfor. Penguraian bahan organik ini dilakukan oleh makhluk hidup secara aerobik (menggunakan oksigen) dan anaerobik (tanpa oksigen). Secara aerobik, penguraian bahan organik dilakukan mikroorganisme dengan bantuan oksigen sebagai electron acceptor dalam air limbah. Selain itu, aktivitas aerobik ini dilakukan dengan bantuan lumpur aktif (*activated sludge*) yang banyak mengandung bakteripengurai. Hasil akhir aktivitas aerobik sempurna adalah CO₂, uap air, dan *excess sludge*. Secara anaerobik, penguraian bahan organik dilakukan tanpa menggunakan oksigen. Hasil akhir aktivitas anaerobik adalah biogas, uap air, dan *excess sludge*.
- c. *Tertiary treatment* merupakan lanjutan dari pengolahan kedua, yaitu penghilangan nutrisi atau unsur hara, khususnya nitrat dan posfat, serta penambahan klor untuk memusnahkan mikroorganisme patogen. Dalam pengolahan air limbah dapat dilakukan secara alami atau secara buatan, perlu dilakukan berbagai cara pengendalian antara lain menggunakan teknologi pengolahan limbah cair, teknologi peroses produksi, daur ulang, resure, recovery dan juga penghematan bahan baku dan energi. Agar dapat memenuhi baku mutu, industri harus menerapkan prinsip pengendalian limbah secara cermat dan terpadu baik didalam proses produksi (*in-pipe pollution prevention*) dan setelah proses produksi (*end-pipe pollution prevention*). Pengendalian dalam proses produksi bertujuan untuk meminimalkan volume limbah yang ditimbulkan, juga konsentrasi dan toksisitas kontaminannya. Sedangkan pengendalian setelah proses produksi dimaksudkan untuk menurunkan kadar bahan pencemar sehingga pada akhirnya air tersebut memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan.

2.6 Sistem Manajemen Lingkungan

Sistem Manajemen Lingkungan (SML) membantu organisasi mengidentifikasi, mengelola, memantau dan mengendalikan isu lingkungan secara holistic. Seperti sistem manajemen tipe lain yang dikeluarkan oleh ISO / *Intenational Organization for Standardization* (seperti sistem manajemen mutu dan kesehatan dan keselamatan kerja), SML menggunakan “*High Level Structure*” yang sama. Arti SML dapat diintegrasikan dengan mudah kedalam sistem manajemen yang dikeluarkan oleh ISO. SML cocok untuk berbagai jenis dan ukuran organisasi, baik privat, non-profit maupun pemerintah. SML mensyaratkan organisasi mempertimbangan semua isu lingkungan yang relevan dalam operasinya seperti pencemaran udara, isu air dan limbah cair, pengolahan limbah, kontaminasi tanah, mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, serta penggunaan dan efisiensi sumber daya.

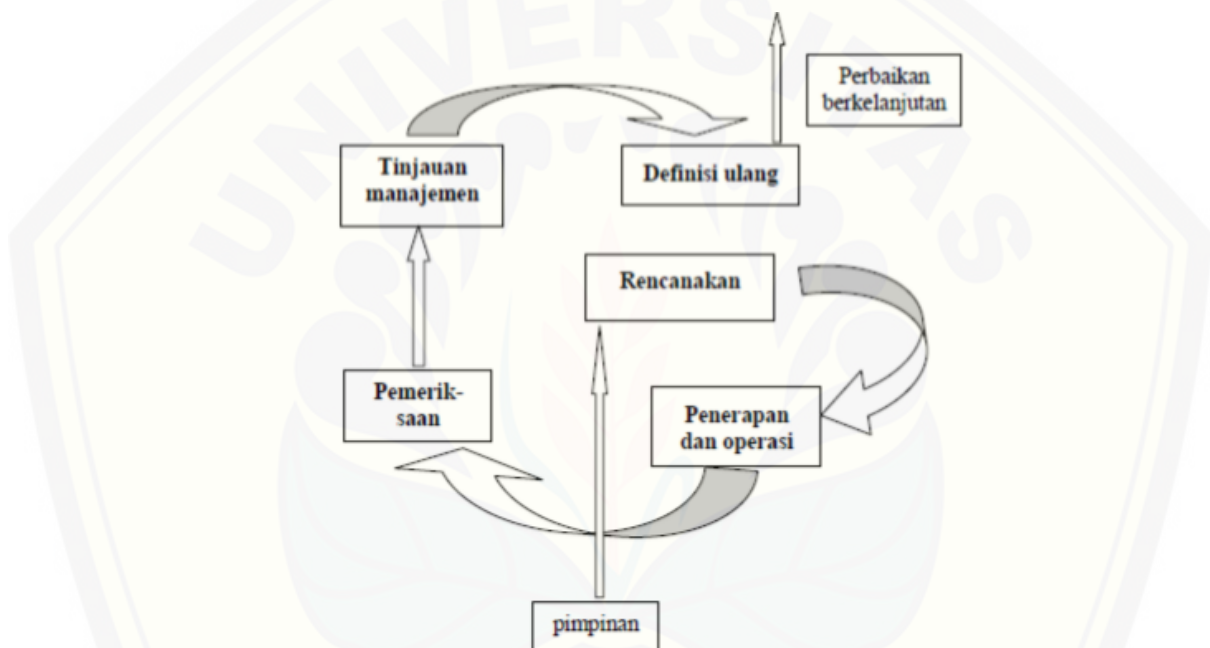
Menurut (Manik, 2016), standar manajemen lingkungan internasional ISO (Intenational Organization for Standardization) seri 14000 merupakan upaya memadukan manajemen lingkungan dengan persyaratan manajemen lainnya (produksi, mutu, tenaga kerja) sehingga tujuan perusahaan secara ekonomi dapat tercapai. ISO 14001 bertujuan memberikan unsur-unsur yang harus dipenuhi oleh perusahaan yang ingin memperoleh sertifikat ISO 14001 atau perusahaan yang ingin menerapkan sistem manajemen lingkungan (SML) menurut ISO 14001.

SML adalah bagian dari sistem manajemen keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, proses kegiatan, serta sumber daya untuk mengembangkan, menerapkan, mencapai, memelihara, dan mengkaji kebijakan lingkungan. Kinerja lingkungan adalah hasil SML yang dapat diukur yang berkaitan dengan pengendalian dari organisasi atas aspek-aspek lingkungan, yang didasarkan pada kebijakan, tujuan dan sasaran lingkungan yang diinginkan. Berdasarkan keuntungan dalam menerapkan SML yaitu:

1. Pengendalian dampak yang lebih baik
2. Menekan resiko yang membahayakan lingkungan
3. Memberi jaminan kepada pelanggan tentang komitmen manajemen lingkungan
4. Hubungan dengan masyarakat sekitar perusahaan baik

5. Kepedulian perusahaan terhadap lingkungan
6. Ikut menjaga kualitas lingkungan
7. Mematuhi peraturan perundang-undang yang berlaku
8. Membuat sistem manajemen yang efektif
9. Meningkatkan kepercayaan dan kepuasan konsumen

Sistem manajemen lingkungan yang mengikuti model Rencana-Lakukan-Periksa-Tindaki (Plan-Do-Check-Act atau PDCA) merupakan proses yang terus berjalan untuk perbaikan berkelanjutan sebagaimana Gambar 2.1 dibawah ini



Gambar 2.1 Model sistem manajemen lingkungan

Model PDCA adalah proses yang terus menerus, berulang yang memungkinkan organisasi untuk menetapkan, menerapkan dan memelihara kebijakan lingkungannya yang didasarkan pada kepemimpinan manajemen puncak dan komitmen untuk sistem manajemen lingkungan. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2005), setelah organisasi melakukan evaluasi status terkininya yang terkait dengan lingkungan langkah-langkah proses berikutnya adalah:

1. Perencanaan

Yaitu menetapkan proses perencanaan yang terus-menerus yang memungkinkan organisasi untuk:

- Mengidentifikasi aspek lingkungan dan dampak lingkungan yang terkait

- Mengidentifikasi dan memantau persyaratan peraturan dan lainnya yang berlaku serta membuat kriteria kinerja internal bila diperlukan
- Membuat tujuan dan sasaran serta merumuskan pencapaiannya
- Mengembangkan dan menggunakan indikator kinerja

2. Penerapan

Yaitu menerapkan dan melaksanakan sistem manajemen lingkungan

- Menciptakan struktur manajemen, menetapkan peran dan tanggungjawab dengan kewenangan yang memadai
- Menyediakan sumber dana yang memadai
- Melatih pekerja untuk kepentingan organisasi
- Menetapkan proses komunikasi internal dan eksternal
- Menetapkan dan memelihara dokumentasi
- Menetapkan dan menerapkan pengendalian dokumen
- Menetapkan dan memelihara pengendalian operasi
- Menjamin adanya kesiagaan dan tanggap darurat

3. Pemeriksaan

Yaitu menilai proses sistem manajemen lingkungan

- Melakukan pemantauan dan pengukuran terus-menerus
- Mengevaluasi status penataan
- Mengidentifikasi ketidaksesuaian dan melakukan tindakan koreksi dan pencegahan
- Mengelola rekaman
- Melakukan audit internal secara berkala

4. Tindakan

Yaitu mengkaji dan melakukan tindakan untuk menyempurnakan sistem manajemen lingkungan

- Melakukan tinjauan manajemen terhadap sistem manajemen lingkungan pada interval yang memadai
- Mengidentifikasi bidang untuk penyempurnaan

Proses yang terus menerus itu memungkinkan organisasi untuk menyempurnakan sistem manajemen lingkungannya dan keseluruhan kinerja lingkungannya secara berkelanjutan.

2.7 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah teknologi atau sistem penanganan air limbah dengan menggunakan bangunan yang digunakan untuk mengolah air limbah domestik dan limbah industri secara berkelompok agar lebih aman dibuang ke lingkungan dan sesuai dengan baku mutu lingkungan. IPAL adalah sebuah struktur teknik dan perangkat peralatan beserta perlengkapannya yang dirancang secara khusus untuk memproses atau mengolah cairan sisa proses, sehingga sisa proses tersebut menjadi layak dibuang ke lingkungan. Cairan proses atau limbah bias berasal dari proses industri, pabrik, pertanian, dan perkantoran yang tidak lain merupakan hasil limbah rumah tangga. Hasil dari pembuangan tersebut dapat membahayakan manusia maupun lingkungan, oleh karena itu diperlukan proses pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke saluran pembuangan.

Menyaring dan membersihkan cairan yang sudah tercemar baik oleh pencemar organik atau kimia industri menjadi tujuan utama IPAL. Oleh sebab itu, IPAL memiliki urgensi untuk dilakukan. IPAL dikelola secara benar pun menjanjikan sejumlah manfaat dan kegunaan. Kegunaan IPAL diketahui cukup merata. Tidak hanya untuk manusia namun juga untuk makhluk hidup yang lain. Berikut ini beberapa kegunaan IPAL, diantaranya:

- a. Mengelola dan mengolah air limbah, terutama limbah industri yang mengandung komponen bahan kimia, supaya limbah yang dibuang ke lingkungan tidak berbahaya
- b. Mengolah air limbah domestik dan juga industri supaya air bias dimanfaatkan kembali sesuai dengan kebutuhan masing-masing
- c. Menjaga kehidupan biota-biota yang hidup di sungai tetap lestari

2.8 PT. SIER (PIER)

PT. Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER) merupakan perusahaan pengelola Kawasan industri tertua di Indonesia yang berkantor pusat di Kota Surabaya, Jawa Timur. Didirikan pada tanggal 28 Februari 1974 di atas lahan sekitar 330 Hektar. Kawasan industri ini dibangun untuk mendukung dan menunjang program pemerintah dalam bidang ekonomi serta pembangunan nasional, khususnya dalam bidang pengembangan nasional seperti bidang pembangunan dan pengelolaan kawasan industri. SIER dibangun dalam memenuhi kebutuhan industri dan lingkungan yang dikelola secara professional untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas termasuk fasilitas pengelolaan air limbah dan kemudahan akses ke Pelabuhan Tanjung Perak dan Bandara Juanda. Saham perusahaan ini dimiliki oleh Pemerintah Republik Indonesia (50%), Pemerintah kota Surabaya (25%), dan Pemerintah Provinsi Jawa Timur (25%).

Saat ini, PT SIER telah mengelola 3 kawasan industri besar yang berada di Jawa Timur:

2. Surabaya Industrial Estate Rungkut

Kawasan Industri Rungkut berada di Kota Surabaya dengan memiliki luas sebesar ± 245 Ha yang dikembangkan sejak tahun 1974. Kawasan ini menampung sekitar 267 perusahaan, terdiri dari 21 PMA dan 246 PMDN dan menyerap tenaga kerja sebanyak ± 50.000 pekerja.

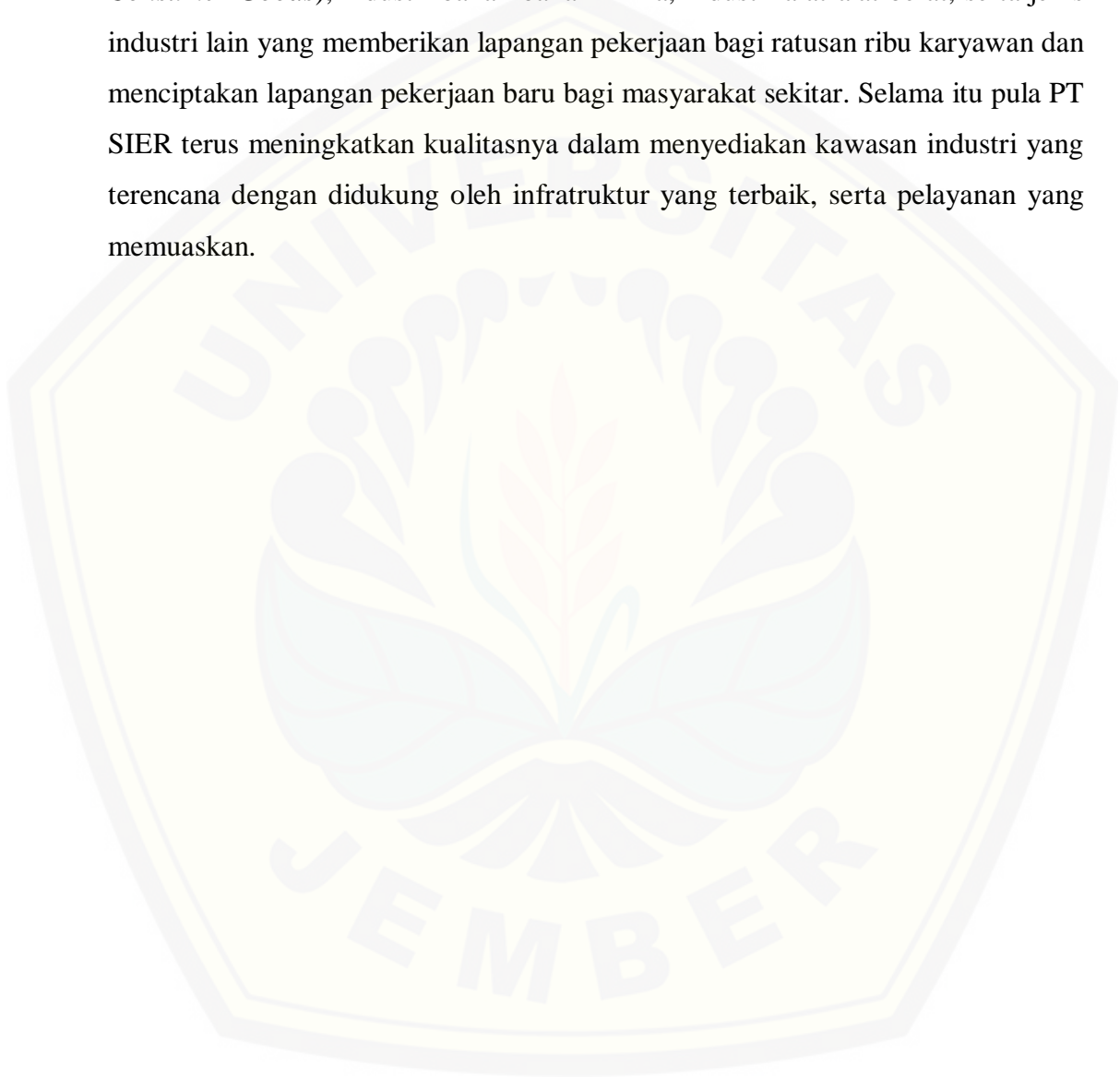
3. Sidoarjo Industrial Estate Berbek

Kawasan Industri Berbek berada di Kabupaten Sidoarjo memiliki luas sebesar ± 87 Ha yang dikembangkan sejak tahun 1985. Menampung 103 perusahaan terdiri dari 14 PMA dan 89 PMDN dan menyerap tenaga kerja sebanyak ± 20.000 pekerja.

4. Pasuruan Industrial Estate Rembang

Kawasan Industri Rembang berada di Kabupaten Pasuruan memiliki luas ± 556 Ha. Kawasan ini mulai dikembangkan pada tahun 1991 dan sampai sekarang terdapat 94 perusahaan (36 PMA, 23 PMDN, dan 35 perusahaan sebagai tenant persewaan bangunan pabrik) yang menyerap tenaga kerja sebanyak ± 25.000 pekerja.

Sebagai salah satu kawasan industri tertua di Indonesia, PT SIER telah menjadi pendukung berkembangnya industri manufaktur di Jawa Timur. Selama lebih dari 4 dekade, PT SIER telah menjadi pusat berbagai macam industri diantaranya industri makanan dan minuman, industri FMCG (*Fast Moving Consumer Goods*), industri bahan-bahan kimia, industri alat-alat berat, serta jenis industri lain yang memberikan lapangan pekerjaan bagi ratusan ribu karyawan dan menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat sekitar. Selama itu pula PT SIER terus meningkatkan kualitasnya dalam menyediakan kawasan industri yang terencana dengan didukung oleh infratraktur yang terbaik, serta pelayanan yang memuaskan.



BAB 3. METODOLOGI

3.1 Umum

Penelitian (*research*) merupakan suatu kegiatan mengkaji secara teliti dan teratur dalam suatu bidang ilmu menurut kaidah tertentu atau metode tertentu. Metode penelitian merupakan pendekatan secara ilmiah yang digunakan dalam mengkaji masalah-masalah penelitian untuk mendapatkan data dengan tujuan atau kegiatan tertentu, dan berdasarkan metodenya penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian evaluasi (Sugiyono, 2008).

Evaluasi merupakan bagian dari sistem manajemen yaitu perencanaan, organisasi, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi. Tanpa evaluasi, maka tidak akan diketahui bagaimana kondisi objek evaluasi tersebut dalam rancangan, pelaksanaan serta hasilnya (Echols dan Shadily, 2000). Sedangkan menurut Yunanda (2009) evaluasi merupakan kegiatan yang terencana untuk mengetahui keadaan sesuatu obyek dengan menggunakan instrument dan hasilnya dibandingkan dengan tolak ukur untuk memperoleh kesimpulan.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Oktober 2019 sampai dengan awal bulan Desember 2019 di Laboratorium IPAL PT SIER (PIER) yang berlokasi di Jl. Rembang Industri IV/15 Kawasan Industri PIER Rembang, Bangil.

3.3 Alat dan Bahan

Berikut ini merupakan alat dan bahan penelitian TSS, BOD dan COD yaitu.

Alat	Bahan
1. Spektrofotometer UV VIS	1. Sampel
2. <i>Vacum filter flask</i>	2. Aquades
3. <i>Beaker Glass</i>	3. Kertas saring
4. Cuvet	4. Merkuri
	5. Reagen COD

Berikut ini merupakan alat dan bahan yang digunakan untuk analisis data.

Bahan:	Alat:
1. Kertas	1. Kamera
	2. Bulpoin dan Laptop
	3. Microsoft excel

3.4 Metode Pengumpulan Data

Data yang akan diambil pada penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang saya ambil dari bulan Oktober sampai Desember, sedangkan data sekunder merupakan data hasil analisis yang dilakukan oleh pihak Laboratorium IPAL PT SIER-PIER pada tahun 2016 sampai 2019. Data-data tersebut akan diolah untuk mendapatkan hasil yang baik pada penelitian evaluasi instalasi pengolahan air limbah PT SIER (PIER).

3.4.1 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang dikutip atau diambil dari sumber lain sehingga tidak bersifat autentik karena sudah diperoleh dari tangan kedua, ketiga dan selanjutnya. Berikut merupakan data sekunder yang dibutuhkan untuk penelitian kepada pihak PT. SIER (PIER) yang tercantum pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Data Sekunder

Data	Keterangan
Gambaran umum PT. SIER (PIER)	Profil perusahaan, sejarah dan keterangan lainnya.
Debit pada IPAL	Jenis perusahaan (aktivitas yang berada pada wilayah study).
Karakteristik air limbah	Data log sheet atau history debit air limbah minimal 1 tahun terakhir.
Diagram alir proses, gambar desain dan dimensi IPAL	Data <i>log sheet</i> atau <i>history</i> karakteristik air limbah minima 1 tahun terakhir.
Kondisi eksisting IPAL	Diagram alir (<i>flow chart</i>) IPAL, DED sebagai data evaluasi desain IPAL.
	Kondisi IPAL pada saat ini yang meliputi kondisi bangunan dan kinerja tiap unitnya

3.4.2 Pengumpulan Data Primer

Data primer adalah data autentik atau data langsung dari tangan pertama tentang masalah yang diambil (Nawawi, 2007). Data primer dilakukan dengan observasi dan pemeriksaan langsung. Berikut merupakan data primer yang akan dikumpulkan yang tercantum pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Data Primer

Data	Keterangan
Karakteristik inlet dan outlet pada tiap pembuangan saluran limbah	Karakteristik fisik meliputi TSS dan suhu. Karakteristik kimia meliputi COD dan BOD

3.5 Metode Analisis Data

3.5.1 Kualitas Air Limbah

Menentukan kualitas air limbah dalam penelitian ini menggunakan metode *Up Control Level* (UCL), *Low Control Level* (LCL) dan perhitungan beban pencemar.

1. *Up Control Level* (UCL) dan *Low Control Level* (LCL)

UCL dan LCL merupakan suatu batasan yang digunakan sebagai batasan nilai yang dihasilkan dari karakteristik suatu pengolahan, agar nilai tersebut tidak melebihi batas yang telah ditentukan. UCL dan LCL dihitung menggunakan rumus sebagai berikut,

$$UCL = \text{Standar Deviasi } X + \text{Rerata } X \dots\dots\dots(3.1)$$

$$LCL = \text{Standar Deviasi } X - \text{Rerata } X \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

X = Konsentrasi BOD, COD atau TSS (mg/l)

2. Analisis beban pencemar

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui besarnya beban bahan pencemar (BOD,COD atau TSS) yang terdapat dalam air limbah, dengan rumus (Tchobanoglous dkk., 2003).

$$L = C \times Q \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

C = Konsentrasi BOD, COD atau TSS (mg/l)

Q = Debit limbah (m³/hari)

L = Beban bahan pencemar (BOD, COD, atau TSS) (kg/hari)

Hasil analisis digunakan untuk menentukan kontribusi beban bahan pencemar (BOD, COD, TSS) terhadap perairan.

3.5.2 Analisis Efisiensi

Analisis ini digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi setiap tahap pengolahan air limbah dan efisiensi secara keseluruhan pengolahan. Dengan diketahui efisiensi pengolahan limbah maka dapat ditentukan apakah setiap tahap atau unit pengolahan air limbah berfungsi seperti yang diharapkan atau tidak. Analisis efisiensi menggunakan rumus (Tchobanoglous dkk., 1991)

$$\text{Efisiensi} = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan :

A = Nilai konsentrasi BOD, COD dan TSS di air limbah sebelum diolah atau pada influen

B = Nilai konsentrasi BOD, COD dan TSS di air limbah setelah diolah atau pada efluen

Apabila nilai efisiensi negatif (-) berarti terjadi peningkatan konsentrasi bahan pencemar ke dalam unit pengolahan tersebut. Jika nilai tersebut positif berarti sebaliknya yaitu terjadi penurunan konsentrasi bahan pencemar.

3.5.3 Analisis Efektivitas Pengolahan Air Limbah

Analisis efektivitas pengolahan air limbah menggunakan beberapa metode perhitungan sebagai berikut,

1. F/M Ratio (*Food to Microorganism Ratio*)

Parameter ini menunjukkan jumlah zat organik (BOD) yang dihilangkan dibagi dengan jumlah massa mikroorganismenya di dalam bak aerasi atau *reactor*. Besarnya nilai F/M ratio umumnya ditunjukkan dalam kilogram BOD per kilogram

MLSS perhari. F/M dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Hammer, 1996):

$$F/M = \frac{Q (S_0 \times S)}{MLSS \times V} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- Q = Laju air limbah m³/hari
- S₀ = Konsentrasi BOD di dalam air limbah yang masuk ke bak aerasi (kg/m³)
- S = Konsentrasi BOD di dalam efluen (kg/m³)
- MLSS = *Mixed Liquor Suspended Solids* (kg/m³)
- V = Volume reactor atau bak aerasi (m³)

2. HRT (*Hydraulic Retention Time*)

Waktu tinggal hidraulik (HRT) adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh larutan influen masuk dalam tangki aerasi untuk proses lumpur aktif (Tchobanoglous dkk., 1991)

$$HRT = 1/D = V / Q \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

- V = Volume *reactor* atau bak aerasi (m³)
- Q = Debit air limbah yang masuk ke dalam tangki aerasi (m³/jam)
- D = Laju pengenceran (jam⁻¹)

3. *Sludge Volume Index* (SVI)

SVI merupakan tes pengendapan untuk mengetahui kondisi lumpur aktif atau rasio antara sludge volume dan mixed liquor suspended solid.

$$SVI (mg/l) = \frac{SV_{30} \left(\frac{ml}{l} \right)}{MLSS \left(\frac{mg}{l} \right)} \times 1000 \left(\frac{mg}{g} \right) \dots\dots\dots (2.3)$$

4. Umur Lumpur (*Sludge Age*)

Parameter ini menunjukkan waktu tinggal rata-rata mikroorganisme dalam system lumpur aktif. Jika HRT memerlukan waktu dalam bentuk jam, maka waktu tinggal sel mikroba dalam bak aerasi dalam hitungan hari. Umur lumpur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Hammer, 1996).

$$\text{Umur Lumpur (Hari)} = \frac{MLSS \times V}{S_{Se} \times Q_e + S_{Sw} \times Q_w} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

MLSS = *Mixed Liquor Suspended Solids* (kg/m³)

V = Volume bak aerasi (L)

S_{Se} = Padatan tersuspensi dalam efluen (mg/l)

S_{Sw} = Padatan tersuspensi dalam lumpur limbah (mg/l)

Q_e = Laju efluen limbah (m³/hari)

Q_w = Laju influen limbah (m³/hari)

5. *Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS)

MLSS adalah jumlah total dari padatan tersuspensi yang berupa material organik dan mineral, termasuk di dalamnya adalah mikroorganisme. MLSS ditentukan dengan cara menyaring lumpur campuran dengan kertas saring (filter), kemudian filter dikeringkan pada temperature 105⁰ C, dan berat padatan dalam contoh ditimbang.

3.5.4 Analisis Dampak Pencemaran Air Limbah

Analisis dampak pencemaran air limbah ini menggunakan metode perhitungan beban pencemar dari air sungai, limbah dan beban pencemar total (beban sungai + beban limbah), serta menggunakan metode Root Cause Analysis (RCA). Berikut rumus perhitungan beban pencemar,

1. Analisis beban pencemar air limbah dan sungai

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui besarnya beban bahan pencemar (BOD,COD atau TSS) yang terdapat dalam air limbah, dengan rumus (Tchobanoglous dkk., 2003).

$$L = C \times Q \dots\dots\dots (3.3)$$

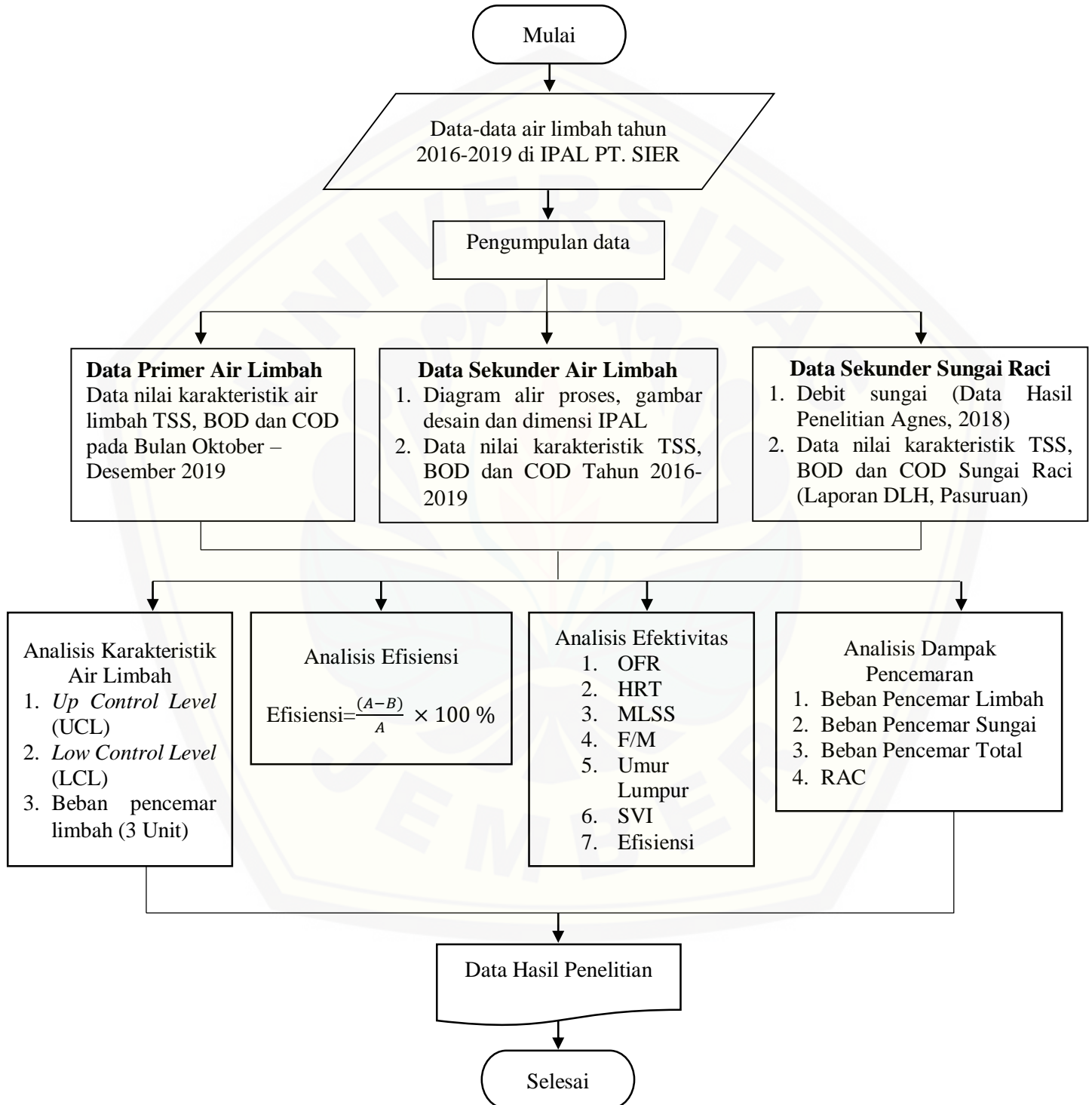
2. Beban pencemar total

Beban pencemar total merupakan penjumlahan dari beban pencemar yang dihasilkan dari air limbah dan beban pencemar yang dihasilkan oleh sungai.

$$BP_{\text{total}} = BP_{\text{limbah}} + BP_{\text{sungai}} \dots\dots\dots (3.5)$$

3.6 Prosedur Penelitian

Berikut ini adalah tahapan-tahapan penelitian untuk mengetahui efektivitas penanganan air limbah di IPAL PT. SIER (PIER).



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengolahan air limbah secara umum terdiri dari bak pengendap awal (ekualisasi) ,bak aerasi yang berupa *oxidation ditch* (parit oksidasi) dan bak pengendap akhir.
2. Hasil evaluasi kualitas air limbah selama 4 tahun pada parameter BOD, COD dan TSS sudah berjalan dengan baik sesuai dengan standard an baku mutu yang telah ditetapkan. Pengolahan limbah IPAL PIER sudah efisien dan efektif.
3. Hasil pengolahan air limbah tidak berpengaruh terhadap besarnya beban pencemar pada sungai dan air yang berasal dari Sungai Raci tidak menimbulkan resiko yang besar terhadap lingkungan pertanian.

5.2 Saran

Berikut ini adalah saran untuk penelitian kedepannya lagi.

1. Perlu adanya evaluasi tentang kelayakan operasional IPAL
2. Perlu adanya memperkirakan dampak yang kemungkinan dapat ditimbulkan secara lebih lanjut agar tidak menimbulkan dampak yang serius.

DAFTAR PUSTAKA

- Adany, F. 2017. Proses pengolahan air limbah secara fisika , kimia dan biologi. (December):1–15.
- Amelia, G. 2015. Uji Berbagai Limbah Padat Organik Sebagai Media Perbanyakan Massal Jamur *Metarhizium Sp* Secara *in Vitro*. Universitas Andalas.
- Arisandi. 2004. Air, dua juta orang surabaya sulit mendapatkannya. *Ecological Observation and Wetlands Conservation (Ecoton)*
- Arsawan, M., I. Budiarsa Suyasa, dan W. Suarna. 2007. Pemanfaatan metode aerasi dalam pengolahan limbah berminyak. *Ecotrophic: Journal of Environmental Science*. 2(2):1–9.
- Askari, H. 2015. Perkembangan pengolahan air limbah. *Chemical Engineering*. (10):0–10.
- Azizah, R. dan A. Rahmawati. 2005. Perbedaan kadar bod, cod, tss, dan mpn coliform pada air limbah, sebelum dan sesudah pengolahan di rsud nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*. 2(1):3953.
- Bitton, G. 2005. *Wastewater Microbiology. Wastewater Microbiology*.
- Daryanto. 1995. *Masalah Pencemaran*. Bandung: Tarsito.
- Echols, J. M. dan H. Shadily. 2000. *Kamus Inggris-Indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Eddy. 2008. Karakteristik limbah cair. 2(2):20.
- Effendi, H. 2000. *Telaahan Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendi, H., Romanto, dan Y. Wardiatno. 2015. Water quality status of

ciambulawung river, banten province, based on pollution index and nsf-wqi. *Procedia Environmental Sciences*. 24:228–237.

Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air Dan Polusi Udara*. Yogyakarta: Kanisius. Bogor: Fakultas Pagan Dan Gizi, IPB.

Fresenius, W., W. Schneider, B. Böhnke, dan K. Pöppinghaus. 1989. *Treatment of Waste Water*. Dalam Waste Water Technology

Genevieve, M. C. dan P. N. James. 2008. *Water Quality for Ecosystem and Human Health*

Hammer, M. J. 1996. *Water and Wastewater Technology. Bibliothek*.

Hendrawan, D. 2005. Kualitas air sungai dan situ di dki jakarta. *MAKARA of Technology Series*. 9(1):13–19.

Herfinalis. 2005. Kandungan total suspended solid dan sedimen di dasar perairan panimbang. *Makara Sains*. 9(2):45–51.

Indrayani, L. dan N. Rahmah. 2018. Nilai parameter kadar pencemar sebagai penentu tingkat efektivitas tahapan pengolahan limbah cair industri batik. *Jurnal Rekayasa Proses*. 12(1):41.

Irianto, I. K. 2017. *Sistem Teknologi Pengolahan Limbah*. Bali: Warmadewa University Press.

Manik, K. E. S. 2016. *Pengelolaan Lingkungan Hidup Edisi Pertama*. Jakarta: PT.Kompas Media Nusantara.

Mustofa, H. . 2000. *Kamus Lingkungan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta. 1996.

Nawawi, H. 2007. *Metode Penelitian Bidang Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Pasuruan, D. L. H. K. 2007. Kumpulan data status lingkungan hidup daerah kabupaten Pasuruan tahun 2007 dinas kebersihan dan lingkungan hidup kabupaten Pasuruan tahun 2007

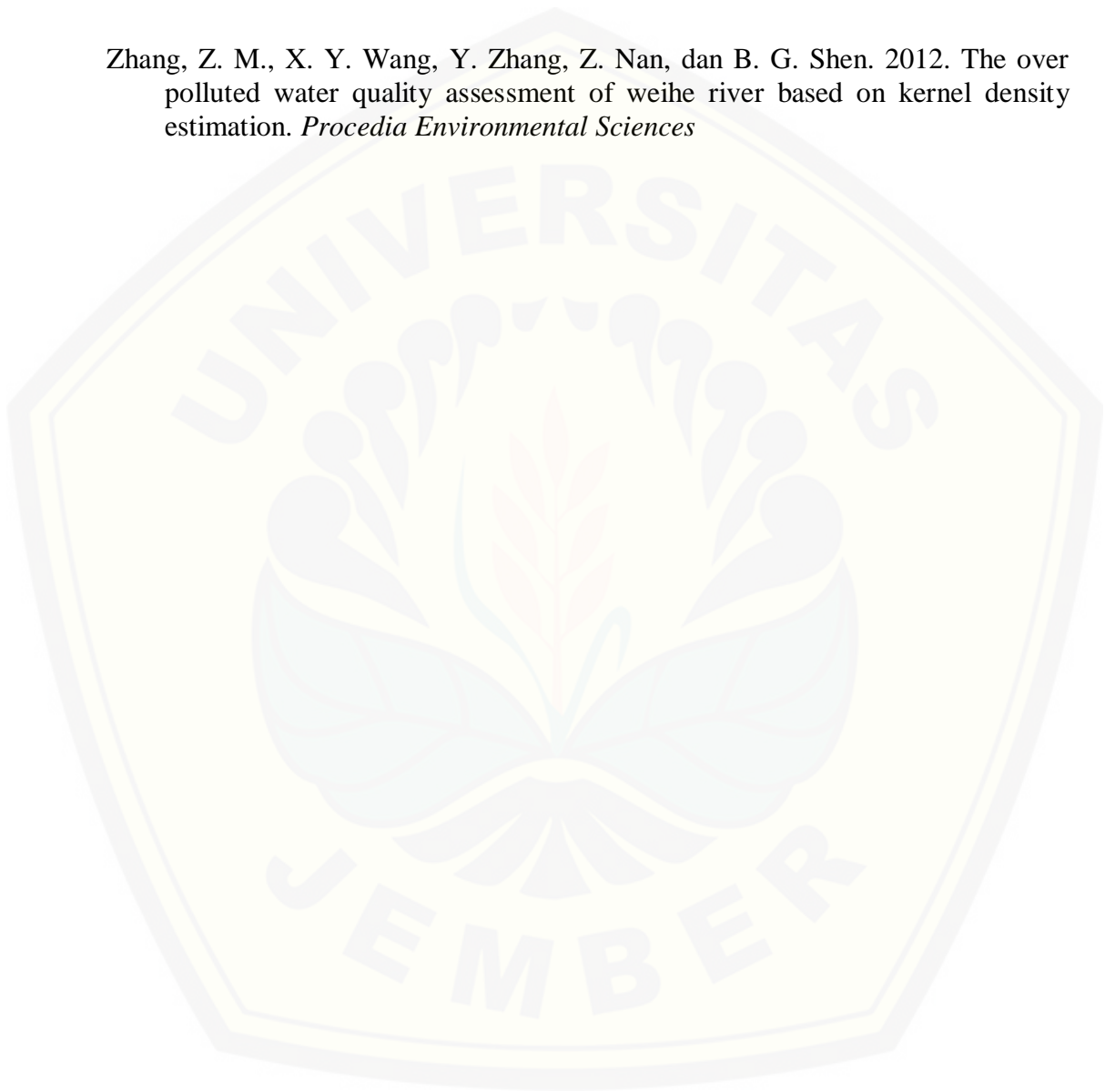
- Peraturan Pemerintah No 82. 2001. PERMEN no 82 tahun 2001. 421–487.
- Perda Provinsi Jawa Timur No.72. 2013. Peraturan gubernur jawa timur. 1950:1–35.
- Putra, Y. 2004. Pengelolaan limbah rumah tangga (upaya pendekatan dalam arsitektur). 1–12.
- Qasim, S. R. 1985. *Waste Water Treatment Plants Planning, Design and Operation*. Japan: CBS Publishing Japan LTD.
- Rahayu, Y., I. Juwana, dan D. Marganingrum. 2018. Kajian perhitungan beban pencemaran air sungai di daerah aliran sungai (das) cikapundung dari sektor domestik. *Jurnal Rekayasa Hijau*. 2(1):61–71.
- Ridwan, M., A. Diah, A. Larasati, dan S. P. A. Anggraini. 2018. Uji kualitas air sungai raci secara perspektif berdasarkan parameter tds (total dissolved solid). 1(September):1–5.
- Said, N. I. dan K. Utomo. 2007. Pengolahan air limbah domestik dengan proses lumpur aktif. 3(2):160–174.
- Salim, D., Y. Yuliyanto, dan B. Baharuddin. 2017. Karakteristik parameter oseanografi fisika-kimia perairan pulau kerumpunan kabupaten kotabaru kalimantan selatan. *Jurnal Enggano*. 2(2):218–228.
- Samudro, G. dan S. Mangkoedihardjo. 2010. Review on bod, cod and bod/cod ratio: a triangle zone for toxic, biodegradable and stable levels. *International Journal of Academic Research*. 2(4):235–239.
- Sasongko, L. A. 2006. Kontribusi air limbah domestik terhadap kualitas air sungai kaligarang serta upaya penanganannya serta upaya penanganannya. *Ilmu Dan Seni. Rineka Cipta. Jakarta*. 12(qw):137.
- Sastrawijaya, T. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rieneka Cipta.
- Sosrodarsono, S. dan M. Tominaga. 1994. *Perbaikan Dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sudarmadi, S. 1993. Toksikologi limbah pabrik kulit terhadap cyprinus carpio l dan

- kerusakan insang. *Jurnal Lingkungan Dan Pembangunan*. 13(4)
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta.
- Supraptini. 2002. Pengaruh limbah industri terhadap lingkungan di indonesia. *Media of Health Research and Development*. 12(2 Jun)
- Supriyatno, B. 2000. Pengelolaan air limbah yang berwawasan lingkungan suatu strategi dan langkah penanganannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Volume 1, :17–26.
- Taringan, L. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan Terhadap Kesehatan*. Yogyakarta: Andi.
- Tchobanoglous, G., F. L. Burton, dan H. D. Stensel. 2003. Metcalf & Eddy, Inc. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Journal of Wastewater Engineering. 2003.
- Tchobanoglous, G., F. Burton, dan D. Stensel. 1991. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse (Fourth Edition)*. Metcalf & Eddy, Inc.
- Tejokusumo, B. 2007. Limbah cair industri serta dampaknya terhadap kualitas airtanah dangkal di desa gumpang kecamatan kartasura. *Skripsi*
- Tjokrokusumo. 1995. *Pengantar Konsep Teknologi Bersih*. Yogyakarta: STTL “YLH”.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset. Beta Offset.
- Wardhana Arya, W. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Jogyakarta: And. Yogyakarta: Andi OFFSET. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Warlina, L. 2013. Pencemaran air: sumber, dampak dan penanggulangannya. *Jurnal Pencemaran Air*. 2:1–7.
- Winnarsih, Emiyarti, dan L. O. A. Afu. 2016. Distribusi total suspended solid permukaan di perairan teluk kendari. *Jurnal Sapa Laut*. 1(2):54–59.
- Yanita, F. A., A. T. S. H. Haji, dan B. Suharto. 2013. Evaluasi kinerja instalasi

pengolahan air limbah pt surabaya industrial estate rungkut – management of pasuruan industrial estate rembang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. (72):18–26.

Yunanda, M. 2009. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Balai Pustaka.

Zhang, Z. M., X. Y. Wang, Y. Zhang, Z. Nan, dan B. G. Shen. 2012. The over polluted water quality assessment of weihe river based on kernel density estimation. *Procedia Environmental Sciences*



LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan Nilai TSS

2016			2017			2018		
Bulan	Rerata TSS		Bulan	Rerata TSS		Bulan	Rerata TSS	
	Influen	Efluen		Influen	Efluen		Influen	Efluen
Jan	182,2	130,8	Jan	38,4	20,8	Jan	37,9	15,4
Feb	177,9	80,7	Feb	57,4	19,9	Feb	33,1	14,4
Mar	118,7	61,9	Mar	32,0	21,0	Mar	34,5	26,7
Apr	136,7	81,5	Apr	32,2	16,6	Apr	36,6	20,0
Mei	95,6	49,0	Mei	32,0	20,2	Mei	17,4	11,4
Jun	83,3	51,3	Jun	28,3	12,7	Jun	13,6	11,6
Jul	37,5	31,0	Jul	29,5	15,5	Jul	46,7	26,5
Ags	49,7	28,0	Ags	36,6	25,8	Ags	44,4	25,8
Sep	37,0	15,6	Sep	37,3	34,7	Sep	34,3	21,9
Okt	56,3	33,5	Okt	45,5	29,5	Okt	40,1	35,5
Nop	49,1	32,8	Nop	35,9	39,1	Nop	38,2	25,6
Des	32,8	31,4	Des	42,6	33,2	Des	29,5	17,7
Rerata	88,1	52,3	Rerata	37,3	24,1	Rerata	33,9	21,0

2019		
Bulan	Rerata TSS	
	Influen	Efluen
Jan	26,2	21,8
Feb	26,9	10,3
Mar	48,7	20,9
Apr	23,0	13,3
Mei	31,7	22,8
Jun	21,3	6,9
Jul	66,2	23,4
Ags	118,3	26,6
Sep	158,4	27,4
Okt	154,8	50,5
Nop	224,3	24,7
Des	133,5	23,5
Rerata	86,1	22,7

Tahun	Rerata TSS			
	Influen	Efluen	Baku Mutu	ODT
2016	88,1	52,3	150	5,85
2017	37,3	24,1	150	6,38
2018	33,9	21,0	150	5,45
2019	86,1	22,7	150	6,09
Rerata	61,3	30,0		5,94
STDV	29,8	14,9		0,39114
UCL	91,1	44,9		6,34
LCL	-31,6	-15,1		-5,55

Lampiran B. Perhitungan Nilai BOD

2016		
Bulan	Rerata BOD	
	Influen	Efluen
Jan	172,4	21,0
Feb	105,4	14,3
Mar	142,3	16,6
Apr	132,5	17,2
Mei	165,0	14,5
Jun	121,9	16,6
Jul	93,6	9,7
Ags	143,5	14,7
Sep	134,3	13,5
Okt	141,0	15,4
Nop	174,3	21,7
Des	97,0	11,1
Rerata	135,2	15,5

2017		
Bulan	Rerata BOD	
	Influen	Efluen
Jan	98,3	17,8
Feb	135,4	17,3
Mar	153,6	20,3
Apr	139,1	21,2
Mei	151,0	25,3
Jun	91,6	17,9
Jul	168,0	22,8
Ags	184,0	22,4
Sep	158,1	18,5
Okt	160,5	22,3
Nop	166,8	21,0
Des	131,1	18,1
Rerata	144,8	20,4

2018		
Bulan	Rerata BOD	
	Influen	Efluen
Jan	192,0	21,1
Feb	151,0	17,4
Mar	156,1	19,1
Apr	152,1	19,7
Mei	143,8	20,1
Jun	62,8	8,4
Jul	156,0	15,8
Ags	143,5	13,0
Sep	93,8	13,4
Okt	82,6	16,1
Nop	99,2	11,7
Des	127,4	12,6
Rerata	130,0	15,7

2019		
Bulan	Rerata BOD	
	Influen	Efluen
Jan	131,7	18,2
Feb	107,5	15,2
Mar	116,2	138,4
Apr	146,3	12,2
Mei	133,4	8,1
Jun	115,5	10,1
Jul	183,2	18,2
Ags	329,4	16,5
Sep	348,6	17,5
Okt	72,9	4,2
Nop	240,5	20,0
Des	378,2	54,3
Rerata	191,9	27,7

Tahun	Rerata BOD			
	Influen	Efluen	ODT	Baku Mutu
2016	135,2	15,5	22,464	50
2017	144,8	20,4	34,1775	50
2018	130,0	15,7	25,911	50
2019	191,9	27,7	28,665	50
Rerata	150,5	19,8	27,8	
STDeV	28,3	5,7	4,9	
UCL	178,8	25,6	32,8	
LCL	-122,2	-14,1	-22,9	

Lampiran C. Nilai Perhitungan COD

2016		
Bulan	Rerata COD	
	Influen	Efluen
Jan	383,2	46,6
Feb	290,3	33,9
Mar	316,2	36,8
Apr	304,2	39,5
Mei	366,6	32,2
Jun	279,8	38,2
Jul	207,9	21,6
Ags	318,9	32,7
Sep	318,9	31,0
Okt	313,2	34,3
Nop	400,3	49,8
Des	238,7	27,3
Rerata	311,5	35,3

2017		
Bulan	Rerata COD	
	Influen	Efluen
Jan	218,5	39,5
Feb	333,2	42,5
Mar	341,4	45,2
Apr	319,4	48,7
Mei	335,6	56,3
Jun	210,4	41,2
Jul	373,4	50,6
Ags	408,9	49,7
Sep	363,1	42,5
Okt	356,6	49,6
Nop	383,0	48,3
Des	300,9	41,5
Rerata	328,7	46,3

2018		
Bulan	Rerata COD	
	Influen	Efluen
Jan	426,6	46,8
Feb	371,5	42,8
Mar	346,9	42,5
Apr	349,3	45,2
Mei	319,6	44,6
Jun	144,2	19,3
Jul	346,6	35,0
Ags	318,9	29,0
Sep	215,3	30,8
Okt	183,7	35,7
Nop	227,7	26,8
Des	283,1	27,9
Rerata	294,4	35,5

2019		
Bulan	Rerata COD	
	Influen	Efluen
Jan	292,6	40,4
Feb	264,4	37,3
Mar	258,2	307,6
Apr	325,0	27,2
Mei	296,3	18,1
Jun	256,7	22,4
Jul	788,9	66,1
Ags	732,0	42,0
Sep	889,4	48,2
Okt	717,8	48,1
Nop	690,2	65,5
Des	840,4	120,6
Rerata	529,3	70,3

Tahun	Rerata COD			
	Influen	Efluen	ODT	Baku Mutu
2016	311,5	35,3	49,92	100
2017	328,7	46,3	75,95	100
2018	294,4	35,5	57,58	100
2019	529,3	70,3	63,7	100
Rerata	366,0	46,9	61,8	
STDEV	109,8	16,4	11,0	
UCL	475,8	63,3	72,8	
LCL	-256,2	-30,4	-50,8	

Lampiran D. Data Kualitas Air Limbah dan Dimensi Unit Pengolahan

1. Data Kualitas Air Limbah

	Influen	OD	Efluen
BOD	150,5	27,8	19,8
COD	366,0	61,8	46,9
TSS	61,3	5,9	30,0

2. Data Dimensi

Bak Pengendap Awal	
Panjang	40 m
Tinggi	3 m
Desain Flow	8000 m ³ /hari
Debit (Q)	3000 - 4000 m ³ /hari

Bak Aerasi (OD)	
Kapasitas	9000 m ³ /hari
Panjang	100 m
Tinggi	3 m
Lebar Dsar	3 m
Lebar Permukaan	3 m
Kec Aliran	0,5 - 1 m ³ /hari
debit	0,101

Bak Pengendap Akhir	
Diameter	25 m
Slope	1 : 4
Kedalaman Tengah	3 m
Kedalaman Tepi	2,5 m
Kec air masuk	8 - 10 m ² /jam

Lampiran E. Data Sungai Raci dan Perhitungan Beban Pencemar

1. Data Kualitas Sungai Raci

Parameter	Sungai Raci			Baku Mutu Sungai Kelas IV PP No. 82 Tahun 2001
	Hulu	Tengah	Hilir	
TSS (mg/L)	24	42	120	400
BOD (mg/L)	39	36	28	12
COD (mg/L)	80	80	60	100

2. Beban Pencemar

Parameter	BPLimbah	BPSungai	BPTotal	DAYA TAMPUNG		
				II	III	IV
TSS (kg/hari)	1477,44	17210,88	18688,32	9633,6	77068,8	77068,8
BOD (kg/hari)	975,11	4015,87	4990,98	578,016	1156,032	2312,064
COD (kg/hari)	2309,73	8605,44	10915,17	4816,8	9633,6	19267,2

3. Perhitungan Beban Pencemar

$$\begin{aligned} \text{TSS} & 30 \text{ mg/l} & 0,03 \text{ kg/hari} \\ \text{Debit} & 0,570 \text{ m}^3/\text{dt} \\ & 0,03 \times 0,570 \times 86.400 \\ & 0,0171 & \mathbf{1477,44} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD} & 19,8 \text{ mg/l} & 0,0198 \text{ kg/hari} \\ \text{debit} & 0,570 \text{ m}^3/\text{dt} \\ & 0,0198 \times 0,570 \times 86400 \\ & 0,011286 & \mathbf{975,1104} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COD} & 46,9 \text{ mg/l} & 0,0469 \text{ kg/hari} \\ \text{debit} & 0,570 \text{ m}^3/\text{dt} \\ & 0,0469 \times 0,570 \times 86400 \\ & 0,026733 & \mathbf{2309,7312} \end{aligned}$$

TSS 120 mg/l 0,12 kg/hari
debit 1,66 L/dt 1,66 m³/dt
120 x 0,00166 x
86,4
17210,88

BOD 28 mg/l 0,028 kg/hari
debit 1,66 L/dt 1,66 m³/dt
28 x 0,00166 x
86,4
4015,872

COD 60 mg/l 0,06 kg/hari
debit 1,66 L/dt 1,66 m³/dt
60 x 0,00166 x
86,4
8605,44

Lampiran F. Perhitungan Analisis Data

Analisis Beban Pencemar

$$L = C \times Q$$

- L Beban pencemar (BOD,COD,TSS) (kg/hari)
- C Konsentrasi BOD, COD, TSS (mg/l)
- Q Debit Air Limbah (m³/hari)

BOD 150,5 mg/l 0,1505 kg 0,0278

$$L = C \times Q$$

$$L = 0,1505 \times 4232,6 = 637,0063 \text{ kg/hari}$$

COD 366,0 mg/l 0,366 kg

$$L = C \times Q$$

$$L = 0,06 \times 1660 = 99,6 \text{ kg/hari}$$

TSS 61,3 mg/l 0,0613 kg

$$L = C \times Q$$

$$L = 0,12 \times 1660 = 199,2 \text{ kg/hari}$$

Analisis Efisiensi

$$\text{Efisiensi} = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \%$$

- A Konsentrasi BOD, COD, TSS pada Influen
- B Konsentrasi BOD, COD, TSS pada Efluen

BOD Efisiensi $\frac{(150,5 - 19,8)}{150,5} \times 100 \%$

$$= 86,8$$

Influen

$$\frac{(In - Ops)}{In} \times 100 \%$$

$$= \frac{(61,3 - 40,15)}{61,3} \times 100 \%$$

$$= 52,7$$

COD

$$\text{Efisiensi} \quad \frac{(366 - 46,9)}{366} \times 100 \%$$

$$= 87,2$$

Aerasi

$$\frac{(Ops - OD)}{Ops} \times 100 \%$$

$$= \frac{(40,15 - 5,9)}{40,15} \times 100 \%$$

$$= 79,81$$

TSS

$$\text{Efisiensi} \quad \frac{(61,3 - 30)}{61,3} \times 100 \%$$

$$= 51,1$$

Efluen

$$\frac{(OD - Eff)}{OD} \times 100 \%$$

$$\frac{(27,8 - 19,8)}{27,8} \times 100 \%$$

= 28,7

HRT (Hydraulic Retention Time)

$$HRT = V / Q$$

- V Volume reaktor / bak aerasi (m3)
- Q Debit air limbah yang masuk kedalam tangki (m3/jam)
- D Laju pengenceran (jam -1)

	HRT =	V / Q	1/D
=		9000 / 3300	1 / 0,5
=		2,7	2

Umur Lumpur (Sludge Age)

Umur Lumpur (Hari)

$$\frac{MLSS \times V}{Sse \times Qe + SSw \times Qw}$$

- MLSS (mg/l)
- V Volume bak Aerasi (L)
- SSw TSS dalam bak Aerasi (mg/l)
- Sse TSS dalam Efluen (mg/l)
- Qe Debit Efluen (m3/hari)
- Qw Debit Influen (m3/hari)

$$\frac{MLSS \times V}{Sse \times Qe + SSw \times Qw}$$

$$= \frac{MLSS \times 9000000}{30 \times 658 + 61,3 \times 4000}$$

Lampiran G. Dokumentasi Penelitian



Pengukuran pH dan Suhu



Proses pengovenan sampel TSS



Proses pendinginan sampel COD



Contoh sampel pengujian BOD



Proses pengambilan sampel air limbah



Reagen pengujian sampel limbah