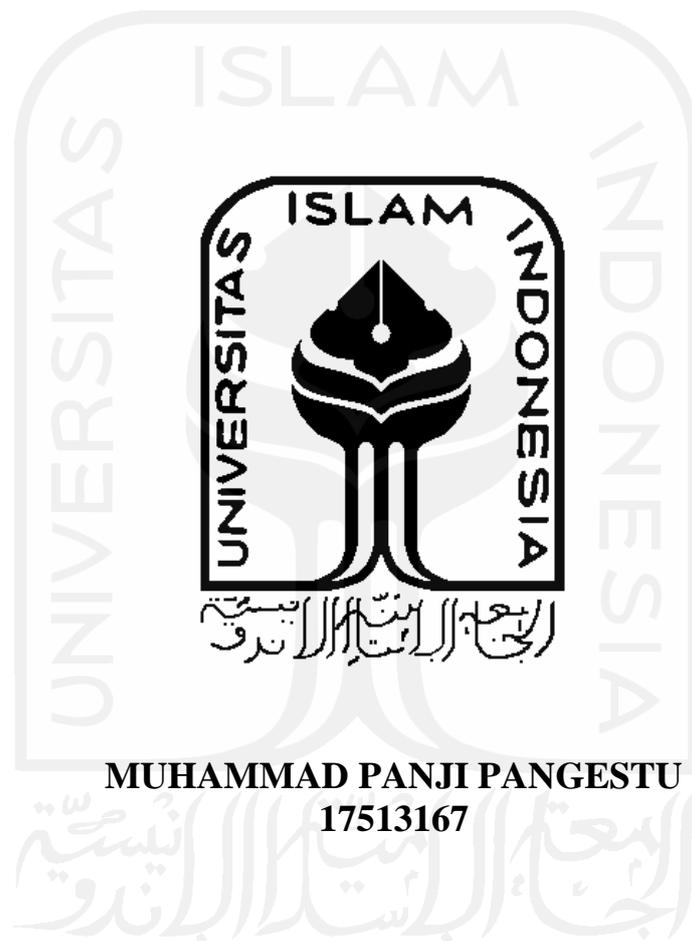


TA/TL/2021/1306

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH KEBERADAAN IPAL KOMUNAL  
TERHADAP AREA RISIKO SANITASI TINGGI  
SEKTOR AIR LIMBAH DI KABUPATEN SLEMAN**

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



**MUHAMMAD PANJI PANGESTU  
17513167**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2021**

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH KEBERADAAN IPAL KOMUNAL TERHADAP AREA RISIKO SANITASI TINGGI SEKTOR AIR LIMBAH DI KABUPATEN SLEMAN

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



**MUHAMMAD PANJI PANGESTU**  
**17513167**

Disetujui,

Dosen Pembimbing 1

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

**NIK. 155131313**

Tanggal: 17 Juni 2021

Dosen Pembimbing 2

**Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.Sc**

**NIK. 185130402**

Tanggal: 17 Juni 2021

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



**Eko Siswono, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.**

**NIK. 025100406.**

Tanggal: 18 Juni 2021



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH KEBERADAAN IPAL KOMUNAL  
TERHADAP AREA RISIKO SANITASI TINGGI  
SEKTOR AIR LIMBAH DI KABUPATEN SLEMAN**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis  
Tanggal : 17 Juni 2021

Disusun Oleh:

Muhammad Panji Pangestu  
17513167

Tim Penguji :

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

Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc

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

()  
()  
()

## 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 tanggung jawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran 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, 17 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,



**Muhammad Panji Pangestu**

NIM: 17513167

## PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya semata sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH KEBERADAAN IPAL KOMUNAL TERHADAP AREA RISIKO SANITASI TINGGI SEKTOR AIR LIMBAH DI KABUPATEN SLEMAN”**. Penyusunan tugas akhir 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. Dalam penyusunan proposal ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Bapak Eko Siswoyo, ST., M.Sc.ES., Ph.D.
2. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T, Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc dan Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 1 dan 2 serta Dosen Penguji yang telah sabar membimbing dan memberikan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan saran dalam segala masalah yang dialami penulis selama menjadi mahasiswi di FTSP UII.
4. Kedua orang tua yang sangat saya cintai, Bapak Dr. Budijono, S.Pi., M.Sc dan Ibu Siti Rohana, S.Pd yang selalu mendoakan, memberikan nasihat dan semangat kepada anaknya.
5. Adik-adik yang sangat saya sayangi, juga Alifa yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis.
6. Tim *Scription (Im)possible* IPAL Komunal yang saya hormati, Anggi dan Ratih yang berjuang bersama demi menyelesaikan penelitian ini.
7. Teman-teman terdekat yang sangat saya sayangi yaitu keluarga *Thornberry Guest House, Moon Basecamp, Ruang Papa* dan *Kopuki* yang selalu memberikan semangat untuk terus mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan 2017 yang saya telah memberikan doa dan semangat.

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

Yogyakarta, 10 April 2021

Muhammad Panji Pangestu

## ABSTRAK

MUHAMMAD PANJI PANGESTU. Pengaruh Keberadaan IPAL Komunal terhadap Area Risiko Sanitasi Tinggi Sektor Air Limbah di Kabupaten Sleman. Dibimbing oleh Dr. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.T dan ELITA NURFITRIYANI SULISTYO, S.T., M.Sc

Berdasarkan hasil kajian EHRA yang termuat dalam Dokumen Strategi Sanitasi Kabupaten Sleman tahun 2015 pada sarana dan prasarana sanitasi, salah satunya sektor air limbah terdapat peta risiko sanitasi air limbah yang diklasifikasikan menjadi menjadi area kurang berisiko, risiko sedang, risiko tinggi dan risiko sangat tinggi. Area risiko tinggi sektor air limbah dapat diartikan sebagai area yang dianggap memiliki risiko kesehatan lingkungan yang tinggi karena buruknya kondisi sanitasi khususnya pengelolaan air limbah sehingga perlu diprioritaskan untuk ditangani segera demi memperkecil potensi terjadinya kasus kejadian penyakit. Salah satu sistem pengelolaan air limbah di Kabupaten Sleman yakni sistem komunal. Keberadaan IPAL Komunal seharusnya memiliki pengaruh positif terhadap area risiko sanitasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi parameter dan kesesuaiannya dengan baku mutu air limbah yaitu amonia, bod dan cod serta menganalisis adanya pengaruh keberadaan IPAL Komunal terhadap area risiko sanitasi tinggi menggunakan analisis skoring dan pembobotan pada aspek perencanaan, pembiayaan, kinerja dan kelembagaan. IPAL Komunal dipilih menggunakan teknik *stratified random sampling*, sementara pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling* pada *inlet* dan *outlet*. Hasil penelitian menyatakan bahwa rata-rata secara umum IPAL Komunal telah memenuhi baku mutu pada parameter BOD, namun belum memenuhi pada parameter amonia dan COD. Sementara hasil analisis skoring dan pembobotan menunjukkan adanya sebagian besar (5 IPAL Komunal) memiliki pengaruh sedang. Hasil tersebut tidak memiliki kesesuaian dengan strata yang telah peneliti rumuskan dimana semakin tinggi strata maka risiko semakin tinggi, justru pada strata 2 pengaruh yang diberikan IPAL adalah rendah. Sementara strata 3 dan 4 memiliki pengaruh sedang.

Kata kunci: Air Limbah, IPAL Komunal, Kabupaten Sleman, Area Risiko Sanitasi Tinggi.

## ABSTRACT

MUHAMMAD PANJI PANGESTU. *The Influence of Existence Communal WWTP on the High Sanitation Risk Area of the Wastewater Sector in Sleman Regency. Supervised by Dr. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.T and ELITA NURFITRIYANI SULISTYO, S.T., M.Sc.*

*Based on the results of the EHRA study contained in the Sleman Regency Sanitation Strategy Document in 2015 on sanitation facilities and infrastructure, one of which is the wastewater sector, there is a risk map for wastewater sanitation which is classified into areas of less risk, medium risk, high risk and very high risk. Areas of high risk in the wastewater sector can be interpreted as areas that are considered to have high environmental health risks due to poor sanitation conditions, especially wastewater management, so that it needs to be prioritized to be addressed immediately in order to minimize the potential for disease incidence. One of the wastewater management systems in Sleman Regency is the communal system. The existence of the Communal WWTP should have a positive influence on the sanitation risk areas. Therefore, to determine the level of parameters and their suitability with wastewater quality standards, namely ammonia, bod and cod and to analyze the influence of the existence of Communal WWTP on high sanitation risk areas, using scoring and weighting analysis on planning, financing, performance and institutional aspects. Communal WWTP was selected using stratified random sampling technique, while sampling using grab sampling method at the inlet and outlet. The results showed that most of the communal IPALs on COD and ammonia parameters had not met the quality standard, except for BOD. Meanwhile, the results of the scoring and weighting analysis showed that there was a moderate effect (5 WWTP. These results do not correspond to the strata that the researcher has formulated where the higher the strata, the higher the risk, in fact at strata 2 the effect given by WWTP is low. Meanwhile, strata 3 and 4 have a moderate effect.*

*Keywords: Wastewater, Communal WWTP, Sleman Regency, High Sanitation Risk Area*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 . Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Asumsi Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Gambaran Umum Kabupaten Sleman	6
2.1.1 Geografis	6
2.1.2 Topografi	7
2.1.3 Jenis Tanah	8
2.1.4 Klimatologi	9
2.1.5 Demografi	9
2.2 Strategi Sanitasi Kota (SSK)	10
2.2 Risiko Sanitasi Tinggi	11
2.2 Air Limbah Domestik	12
2.3 Parameter dan Baku Mutu Air Limbah Domestik	13
2.4 Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal	14
2.5 Teknologi Pengolahan IPAL Komunal	17

2.6 Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Lokasi	22
3.2 Alat dan Bahan	23
3.3 Prosedur Analisis Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Kondisi Eksisting Sanitasi Sektor Air Limbah Kabupaten Sleman	33
4.1.1 Cakupan Pelayanan IPAL Komunal Terhadap Sistem Pengelolaan Air Limbah di Kabupaten Sleman	33
4.1.2 Perbandingan Sistem Pengelolaan Air Limbah Terpusat Skala Permukiman (IPAL Komunal) terhadap Sistem Setempat	38
4.2 Gambaran Umum IPAL Komunal	41
4.2.1 Strata 1	41
4.2.2 Strata 2	44
4.2.3 Strata 3	47
4.2.4 Strata 4	50
4.3 Hasil Pengujian Parameter Air Limbah Domestik	53
4.3.1 Amonia (NH <sub>3</sub> )	53
4.3.2 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	56
4.3.3 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	58
4.3.4 Derajat Keasaman (pH)	61
4.3.5 Suhu	62
4.4 Analisis Skoring dan Pembobotan	63
4.4.1 Aspek Perencanaan	63
4.4.2 Aspek Kinerja	64
4.4.3 Aspek Pembiayaan	68
4.4.4 Aspek Kelembagaan	69
4.4.5 Analisis Skoring dan Pembobotan	71
4.4.6 Hasil Analisis Skoring dan Pembobotan	75
4.4.7 Kesesuaian Stratifikasi terhadap Hasil Analisis Skoring dan Pembobotan	77

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	87
RIWAYAT HIDUP	110



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pembagian Wilayah Administratif Kabupaten Sleman.....	7
Tabel 2. 2 Ketinggian Wilayah Kabupaten Sleman .....	8
Tabel 2. 3 Jenis Tanah Kabupaten Sleman.....	9
Tabel 2. 4 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik .....	16
Tabel 3. 1 IPAL Komunal pada Area Risiko Sanitasi Tinggi .....	23
Tabel 3. 2 Acuan Normatif Alat dan Bahan .....	23
Tabel 3. 3 Kriteria Penentuan Lokasi Penelitian .....	27
Tabel 3. 4 IPAL Komunal Terpilih .....	27
Tabel 3. 5 Metode Pengawetan dan Penyimpanan Parameter Uji .....	29
Tabel 3. 6 Metode Pengujian Sampel Air Limbah .....	30
Tabel 4. 1 Pentahapan Pengembangan Pengelolaan Air Limbah Kabupaten Sleman .....	35
Tabel 4. 2 Kemajuan SSK Sektor Air Limbah Kabupaten Sleman 2015.....	35
Tabel 4. 3 Cakupan Akses dan Sistem Layanan Air Limbah Domestik Kawasan Pedesaan Kabupaten Sleman Tahun 2015 .....	36
Tabel 4. 4 Cakupan Akses dan Sistem Layanan Air Limbah Domestik Kawasan Perkotaan Kabupaten Sleman Tahun 2015.....	37
Tabel 4. 5 Data Perencanaan IPAL Komunal pada Strata 1 .....	41
Tabel 4. 6 Data Operasional IPAL Komunal pada Strata 1 .....	42
Tabel 4. 7 Dokumentasi IPAL Komunal pada Strata 1 .....	43
Tabel 4. 8 Data Perencanaan IPAL Komunal pada Strata 2 .....	44
Tabel 4. 9 Data Operasional IPAL Komunal pada Strata 2 .....	44
Tabel 4. 10 Dokumentasi IPAL Komunal pada Strata 2.....	45
Tabel 4. 11 Data Perencanaan IPAL Komunal pada Strata 3 .....	47
Tabel 4. 12 Data Operasional IPAL Komunal pada Strata 3 .....	47
Tabel 4. 13 Dokumentasi IPAL Komunal pada Strata 3.....	49
Tabel 4. 14 Data Perencanaan IPAL Komunal pada Strata 4 .....	50
Tabel 4. 15 Data Operasional IPAL Komunal pada Strata 4 .....	50
Tabel 4. 16 Dokumentasi IPAL Komunal pada Strata 4.....	51
Tabel 4. 17 Aspek Penilaian dalam Skoring dan Pembobotan IPAL Komunal (1).....	72
Tabel 4.18 Aspek Penilaian dalam Skoring dan Pembobotan IPAL Komunal (2).....	73
Tabel 4. 19 Kategori Pengaruh IPAL Komunal .....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Persebaran IPAL Komunal pada Area Risiko Sanitasi Tinggi di Kabupaten Sleman.....	22
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian .....	24
Gambar 3. 3 Peta Risiko Sanitasi Air Limbah Kabupaten Sleman Tahun 2015.....	26
Gambar 3. 4 Gambaran Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah.....	29
Gambar 4. 1 Peta Pengelolaan Air Limbah Kabupaten Sleman.....	34
Gambar 4. 2 Sistem Pengelolaan Air Limbah Kabupaten Sleman.....	35
Gambar 4. 3 Grafik Sebaran Amonia pada Inlet IPAL Komunal .....	54
Gambar 4. 4 Grafik Sebaran Amonia pada Outlet IPAL Komunal.....	54
Gambar 4. 5 Efisiensi Penyisihan Amonia.....	54
Gambar 4. 6 Grafik Sebaran BOD di Inlet IPAL Komunal .....	58
Gambar 4. 7 Grafik Sebaran BOD di Outlet IPAL Komunal .....	58
Gambar 4. 8 Efisiensi Penyisihan BOD .....	58
Gambar 4. 9 Grafik Sebaran COD pada Inlet IPAL Komunal.....	60
Gambar 4. 10 Grafik Sebaran COD pada Outlet IPAL Komunal .....	60
Gambar 4. 11 Efisiensi Penyisihan COD .....	61
Gambar 4. 12 Grafik pH pada Outlet IPAL Komunal .....	62
Gambar 4. 13 Grafik Suhu pada Outlet IPAL Komunal .....	63
Gambar 4. 14 Skema Hubungan Antar Indikator Penilaian.....	75

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Aspek Penilaian dalam Skoring dan Pembobotan	87
Lampiran 2 Tabel Box Plot Amonia	91
Lampiran 3 Tabel Box Plot BOD	91
Lampiran 4 Tabel Box Plot COD	92
Lampiran 5 Dokumentasi Pengambilan Sampel Air pada IPAL Komunal	93
Lampiran 6 Dokumentasi Pengujian Sampel Air Limbah	94
Lampiran 7 Grafik Hasil Pengujian Amonia	97
Lampiran 8 Grafik Hasil Pengujian BOD	99
Lampiran 9 Grafik Hasil Pengujian COD	101
Lampiran 10 Grafik Hasil Pengukuran pH	103
Lampiran 11 Grafik Hasil Pengukuran Suhu	105
Lampiran 12 Prosedur Pengujian Parameter Amonia	107
Lampiran 13 Prosedur Pengujian Parameter BOD	108
Lampiran 14 Prosedur Pengujian Parameter COD	109



## DAFTAR SINGKATAN

ABR	=	<i>Anaerobic Baffled Reactor</i>
BABS	=	Buang Air Besar Sembarangan
BMKG	=	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
BOD	=	<i>Biological Oxygen Demand</i>
BPS	=	Badan Pusat Statistik
COD	=	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
COVID-19	=	<i>CoronaVirus Disease-2019</i>
DIY	=	Daerah Istimewa Yogyakarta
DLH	=	Dinas Lingkungan Hidup
EHRA	=	<i>Environmental Health Risk Analysis</i>
IPAL	=	Instalasi Pengolahan Air Limbah
IPALD	=	Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik
IPLT	=	Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja
IRS	=	Indeks Risiko Sanitasi
KK	=	Kepala Keluarga
KPP	=	Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara
KSM	=	Kelompok Swadaya Masyarakat
MCK	=	Mandi Cuci Kakus
pH	=	<i>Power of Hydrogen</i>
PHBS	=	Perilaku Hidup Bersih dan Sehat
PNPM	=	Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat
PUSTEKLIM	=	Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Cair
RAB	=	Rencana Anggaran Biaya
RBC	=	<i>Rotating Biological Contactor</i>
SANIMAS	=	Sanitasi Berbasis Masyarakat
SKPD	=	Satuan Kerja Perangkat Daerah
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
SOP	=	Standar Operasional dan Prosedur
SPBM	=	Sanitasi Perkotaan Berbasis Masyarakat

SSK	=	Strategi Sanitasi Kota
SPALD	=	Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik
SSK	=	Strategi Sanitasi Kota
USRI	=	Urban Sanitation and Rural Infrastructure



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sleman merupakan Kabupaten dengan populasi penduduk tertinggi dan terpadat di Provinsi D.I Yogyakarta yaitu sebesar 1.125.804 jiwa dengan kepadatan sebesar 1956 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS, 2021). Kepadatan penduduk sangat mempengaruhi keadaan sosial dan ekonomi hingga sanitasi lingkungan. Menurut Bappeda Kabupaten Sleman Tahun 2015, kualitas lingkungan menurun seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk, diperkirakan hanya sekitar 4,58% masyarakat yang menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal sebagai fasilitas pembuangan air limbah domestik.

Berdasarkan Dokumen Strategi Sanitasi Kabupaten Sleman 2015 terdapat Zona Sanitasi yang ditinjau dari hasil kajian EHRA yang meliputi aspek sarana dan prasarana sanitasi yang terdiri dari sektor air bersih, air limbah, persampahan dan drainase. Selain itu, terdapat juga aspek perilaku hidup sehat yang terdiri dari perilaku cuci tangan, *hygiene* jamban dan kebiasaan BABS. Secara umum masing-masing sector dapat dikategorisasi tingkat risiko sanitasinya menjadi kurang berisiko, risiko sedang, risiko tinggi dan risiko sangat tinggi. Area risiko tinggi dapat diartikan sebagai area yang dianggap memiliki risiko kesehatan lingkungan yang tinggi karena buruknya kondisi sanitasi sehingga perlu diprioritaskan untuk ditangani segera demi memperkecil potensi terjadinya kasus kejadian penyakit. Persebaran area risiko sanitasi selanjutnya dipetakan hingga menjadi peta area risiko sanitasi, salah satunya yaitu peta risiko sanitasi pada sektor air limbah di Kabupaten Sleman.

Peta area risiko sanitasi pada sektor pengelolaan air limbah Kabupaten Sleman dapat diklasifikasikan menjadi empat zona yaitu zona penanganan air limbah *on-site*, IPAL Komunal, *off-site* kepadatan sedang (Sanimas), dan sistem *off-site* terpusat. Pembangunan dan pengembangan IPAL Komunal khususnya pada area risiko tinggi diharapkan dapat mengatasi permasalahan pencemaran air limbah

akibat sistem *on-site* yang notabene menggunakan jamban dan septic tank. Menurut data Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Sleman 2019, IPAL Komunal yang telah terbangun berjumlah sekitar 140 unit yang berusia kisaran 1-9 tahun dan pada umumnya menggunakan unit pengolahan yang terdiri dari bak pengendap (*settler*), *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) hingga *Rotating Biological Contactor* (RBC). Berdasarkan survei dan hasil penelitian terdahulu, umumnya IPAL Komunal masih beroperasi hingga saat ini. Namun, kini dihadapkan pada beberapa permasalahan seperti bau, kualitas *effluent* yang tidak memenuhi baku mutu hingga kerusakan pada unit pengolahan maupun jaringan perpipaan. Begitu juga dengan beberapa IPAL Komunal yang tersebar pada 7 Kecamatan yang masuk dalam area risiko sanitasi tinggi di Kabupaten Sleman (Rhomaidhi T. , 2008).

Keberadaan IPAL Komunal yang tersebar di Kabupaten Sleman seharusnya layak dari segi kinerja terutama pada area risiko sanitasi tinggi sehingga diharapkan menjadi solusi dalam pengelolaan air limbah domestik dan dapat menurunkan risiko sanitasi pada sektor air limbah di Kabupaten Sleman. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh keberadaan IPAL Komunal terhadap area risiko sanitasi tinggi sektor air limbah ditinjau dari aspek perencanaan, pembiayaan, kinerja dan kelembagaan (Diavid dkk., 2018)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diperoleh yakni bagaimana pengaruh keberadaan IPAL Komunal terhadap area risiko sanitasi tinggi di Kabupaten Sleman. Pengaruh dari IPAL Komunal tersebut dapat bersifat positif ataupun negatif terhadap area risiko sanitasi sektor air limbah yang ditinjau dari dari aspek perencanaan, pembiayaan, kinerja dan kelembagaan.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah untuk:

1. Melakukan pengujian dan analisis kualitas *influent* dan *effluent* terhadap parameter air limbah pada dan kesesuaiannya dengan baku mutu

2. Melakukan analisis pengaruh keberadaan IPAL Komunal terhadap area risiko sanitasi tinggi sektor air limbah di Kabupaten Sleman.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai keadaan eksisting IPAL Komunal pada area risiko sanitasi tinggi.
2. Memberikan informasi mengenai cakupan pelayanan, kualitas influen, effluent dan performa unit pengolahan pada IPAL Komunal berdasarkan parameter yang telah diuji.
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh keberadaan IPAL Komunal terhadap area risiko sanitasi tinggi.
4. Memberikan sumbangan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan Teknik Lingkungan khususnya bidang sanitasi IPAL Komunal.
5. Dapat digunakan sebagai referensi atau perbandingan bagi penelitian selanjutnya dengan masalah relevan.

#### **1.5 Asumsi Penelitian**

Asumsi penelitian berfungsi sebagai anggapan dasar atau biasa disebut postulat, yakni suatu pemikiran yang kebenarannya diterima oleh peneliti. Sehingga harus dirumuskan dengan jelas sebelum proses pengumpulan data. Asumsi tersebut mengatakan bahwa keberadaan IPAL Komunal juga mempengaruhi area risiko sanitasi pada sektor air limbah.

#### **1.6 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. IPAL Komunal sebagai objek penelitian berada pada area risiko sanitasi tinggi didapatkan dari hasil studi EHRA Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman 2015.
2. Risiko sanitasi tinggi adalah area yang dianggap memiliki risiko kesehatan lingkungan yang tinggi karena buruknya kondisi sanitasi sehingga perlu diprioritaskan untuk ditangani segera demi memperkecil potensi terjadinya kasus kejadian penyakit dan dalam hal ini difokuskan pada sektor air limbah

yaitu dengan keberadaan IPAL Komunal. Pengklasifikasian area berisiko berasal dari hasil kajian EHRA, penilaian SKPD dan data sekunder dengan nilai akhir sebagai skor.

3. Metode pemilihan dan penentuan IPAL dilakukan dengan teknik *Stratified Random Sampling* pada sejumlah IPAL Komunal pada area risiko sanitasi tinggi. Stratifikasi menggunakan 4 kriteria yakni kepadatan penduduk, beban pengolahan, rasio cakupan pelayanan dan usia IPAL Komunal.
4. Pada setiap strata terdapat 2 IPAL Komunal sehingga total IPAL Komunal yang dijadikan objek penelitian berjumlah 8 buah. Pada strata 1 terdapat IPAL 2 IPAL Komunal yaitu Amanah Tiga Lima dan Ngudi Mulyo. Strata 2 yaitu Wahana Bina Lingkungan dan Banyu Bening. Strata 3 yaitu Manunggal Pringgodani Sejati, dan Tirto Mili. Strata 4 yaitu Karya Asri Ambarukmo dan Tambakrejo Bersih.
5. IPAL komunal termasuk dalam Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik secara terpusat (SPALD-Terpusat) berskala kawasan permukiman yang melayani 50-20.000 jiwa sesuai Permen PUPR No. 4 tahun 2017 tentang konsep pengelolaan air limbah rumah tangga.
6. Pengambilan data penelitian dilakukan melalui wawancara daring kepada pengelola/pengurus IPAL komunal, karena adanya COVID-19.
7. Metode analisis data menggunakan skoring dan pembobotan terhadap beberapa aspek seperti perencanaan, kinerja, pembiayaan dan kelembagaan.
8. Parameter yang diuji adalah pH, suhu, BOD, COD dan amonia, sedangkan baku mutu air limbah mengacu pada Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 dan Permen LHK No. 68 Tahun 2016.
9. Metode pengambilan sampel pada IPAL Komunal yang digunakan yakni *grab sampling* yang mengacu SNI 6989.59:2008.
10. Pengujian sampel air dilakukan di Laboratorium Terpadu Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dengan tarif pengujian yang tertera dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB) mengacu pada PP No. 6 Tahun 2015 tentang jenis dan tarif atas jenis penerimaan negara bukan pajak yang berlaku pada badan pengkajian dan penerapan teknologi.

11. Data pelengkap yang digunakan meliputi Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman 2020, jurnal dan publikasi penelitian-penelitian terdahulu.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gambaran Umum Kabupaten Sleman**

##### **2.1.1 Geografis**

Secara geografis wilayah Kabupaten Sleman terbentang mulai 110°15'13" -110°33'00" BT dan 7°34'51"-7°47'03" LS dengan luas wilayah sebesar 57.482 Ha atau 574,82 km<sup>2</sup> atau sekitar 18% dari luas wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta seluas 3.185,80 km<sup>2</sup>. Berikut batas-batas wilayah di Kabupaten Sleman:

- a. Utara : Kabupaten Magelang dan Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah.
- b. Timur : Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah.
- c. Barat : Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah.
- d. Selatan : Kota Yogyakarta, Kabupaten Bantul, dan Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Secara administratif Kabupaten Sleman terdiri dari 17 kecamatan, 86 desa dan 1.212 Padukuhan. Kabupaten dengan luas wilayah terluas adalah Cangkringan (4.799 ha), dan yang tersempit adalah Berbah (2.299 ha). Sedangkan kecamatan dengan jumlah padukuhan terbanyak adalah Tempel (98 padukuhan), dan paling sedikit adalah Turi (54 padukuhan). Kecamatan dengan jumlah desa terbanyak adalah Tempel (8 desa), dan kecamatan dengan jumlah desa terkecil adalah Depok (3 desa). Pembagian wilayah administratif Kabupaten Sleman dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Pembagian Wilayah Administratif Kabupaten Sleman

No	Kecamatan	Banyaknya		Luas (Ha)
		Desa	Padukuhan	
1.	Moyudan	4	65	2.762
2.	Minggir	5	68	2.727
3.	Seyegan	5	67	2.663
4.	Godean	7	77	2.684
5.	Gamping	5	59	2.925
6.	Mlati	5	74	2.852
7.	Depok	3	58	3.555
8.	Berbah	4	58	2.299
9.	Prambanan	6	68	4.135
10.	Kalasan	4	80	3.584
11.	Ngemplak	5	82	3.571
12.	Ngaglik	5	87	3.852
13.	Sleman	6	83	3.132
14.	Tempel	8	98	3.249
15.	Turi	4	54	4.309
16.	Pakem	5	61	4.384
17.	Cangkringan	5	73	4.799
	<b>Jumlah</b>	<b>86</b>	<b>1.212</b>	<b>57.482</b>

Sumber : BPS Kabupaten Sleman 2021

### 2.1.2 Topografi

Kabupaten Sleman bagian selatan relatif datar, kecuali pada daerah perbukitan di sebelah tenggara yaitu Kecamatan Prambanan dan sebagian dari Kecamatan Gamping. Wilayah utara relatif landai dan terjal di lereng Gunung Merapi. Ketinggian Kabupaten Sleman berkisar diantara 100-2500 mdpl yang dapat dibagi menjadi 4 kategori yaitu <100 meter, 100-499 meter, 500-999 meter dan >1.000 meter dpl. Adanya perbedaan ketinggian sangat mempengaruhi jalur perpipaan penyaluran air limbah dan letak unit IPAL Komunal yang pada umumnya menggunakan prinsip gravitasi (Rifai & Nugroho, 2007). Persebaran ketinggian wilayah di Kabupaten Sleman dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 Ketinggian Wilayah Kabupaten Sleman

No	Kecamatan	<100 m dpl (ha)	100-499 m dpl (ha)	500-999 m dpl (ha)	>1.000 m dpl (ha)	Jumlah (Ha)
1.	Moyudan	2.407	355	-	-	2.762
2.	Minggir	357	2.370	-	-	2.727
3.	Godean	209	2.475	-	-	2.684
4.	Seyegan	-	2.663	-	-	2.633
5.	Tempel	-	3.172	77	-	3.249
6.	Gamping	1.348	1.577	-	-	2.925
7.	Mlati	-	2.852	-	-	2.852
8.	Sleman	-	3.132	-	-	3.132
9.	Turi	-	2.076	2.155	78	4.039
10.	Pakem	-	1.664	1.498	1.222	4.384
11.	Ngaglik	-	3.852	-	-	3.852
12.	Depok	-	3.555	-	-	3.555
13.	Kalasan	-	3.584	-	-	3.584
14.	Berbah	1.447	852	-	-	2.299
15.	Prambanan	435	3.700	-	-	4.135
16.	Ngemplak	-	3.571	-	-	3.571
17.	Cangkringan	-	1.796	2.808	195	4.799
	<b>Jumlah</b>	<b>6.203</b>	<b>43.246</b>	<b>6.538</b>	<b>1.495</b>	<b>57.482</b>
	<b>Prosentase</b>	<b>10,79</b>	<b>75,32</b>	<b>11,38</b>	<b>2,60</b>	<b>100</b>

Sumber : BPS Kabupaten Sleman 2021

### 2.1.3 Jenis Tanah

Jenis tanah di Kabupaten Sleman terbagi menjadi litosol, regosol, grumosol, dan mediteran. Sebagian besar di wilayah Sleman didominasi jenis tanah regosol sebesar 49.262 ha (85,69%), mediteran 3.851 ha (6,69%), litosol 2.317 ha (4,03%), dan grumosol 1.746 ha (3,03%). Menurut Darmawijaya (1990), tanah regosol memiliki karakteristik profil tanah belum berkembang dengan tekstur tanah pasiran, geluh dan bestruktur seperti gumpalan serta kemampuan infiltrasi sedang sampai cepat ke tanah dalam. Jenis tanah tersebut mempunyai sifat mudah meresapkan air permukaan sehingga dalam keadaan tertentu dapat berfungsi sebagai media perkolasi yang baik bagi imbuhan air tanah. Faktor pertimbangan jenis tanah terbagi atas 3 buah indikator pertimbangan jenis tanah. Tanah lempung mempunyai diameter kurang dari 0,002 mm. Tanah lanau mempunyai diameter antara 0,002 – 0,053 mm. Pasir mempunyai diameter 0,053 – 2 mm. Semakin besar ukuran diameternya semakin kurang baik untuk pondasi suatu struktur bangunan, termasuk struktur bangunan IPAL (Samsuhadi, 2012). Jenis tanah di Kabupaten Sleman selengkapnya ditunjukkan pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2. 3 Jenis Tanah Kabupaten Sleman

No.	Kecamatan	Jenis Tanah (Ha)				Jumlah (Ha)
		Litosol	Regosol	Grumosol	Mediteran	
1.	Moyudan	-	584	808	1.370	2.762
2.	Minggir	-	558	606	1.563	2.727
3.	Seyegan	-	2.187	8	468	2.663
4.	Godean	-	2.018	216	450	2.684
5.	Gamping	-	2.817	108	-	2.925
6.	Mlati	-	2.582	-	-	2.852
7.	Depok	-	3.555	-	-	3.555
8.	Berbah	-	2.299	-	-	2.299
9.	Prambanan	2.155	1.980	-	-	4.135
10.	Kalasan	162	3.422	-	-	3.584
11.	Ngemplak	-	3.571	-	-	3.571
12.	Ngaglik	-	3.852	-	-	3.852
13.	Sleman	-	3.132	-	-	3.132
14.	Tempel	-	3.249	-	-	3.249
15.	Turi	-	4.309	-	-	4.309
16.	Pakem	-	4.348	-	-	4.348
17.	Cangkringan	-	4.799	-	-	4.799
	<b>Jumlah</b>	<b>2.317</b>	<b>49.262</b>	<b>1.746</b>	<b>3.851</b>	<b>57.482</b>
	<b>Prosentase</b>	<b>4,03</b>	<b>85,69</b>	<b>3,03</b>	<b>6,69</b>	<b>100</b>

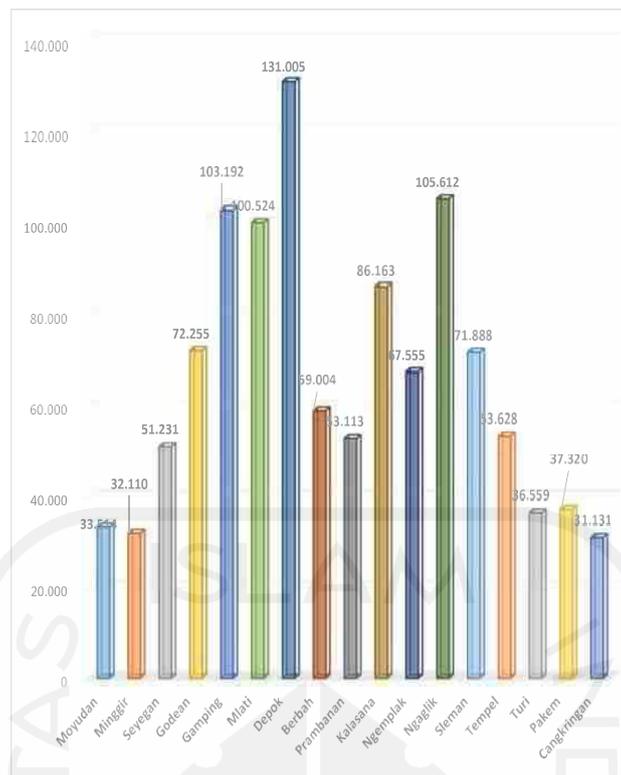
Sumber : SIPD Kabupaten Sleman 2009

#### 2.1.4 Klimatologi

Sebagian besar wilayah Kabupaten Sleman beriklim tropis dan lembab, dengan hari hujan terbanyak dalam sebulan adalah 25 hari. Berdasarkan data BMKG Kabupaten Sleman tahun 2020, curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Maret sebesar 699,2 mm/hari, suhu tertinggi pada bulan September 35,5 °C, dan suhu terendah pada bulan Juli 17,3°C. Kondisi agroklimat tersebut menunjukkan bahwa iklim di Kabupaten Sleman secara umum sesuai untuk pengembangan sektor pertanian.

#### 2.1.5 Demografi

Berdasarkan Sensus Penduduk oleh Badan Pusat Statistik Tahun 2020, jumlah penduduk di Kabupaten Sleman sebesar 1.125.804 jiwa yang terdiri dari 559.385 laki-laki dan 566.419 perempuan. Penduduk terbanyak dan terpadat terdapat di Kecamatan Depok sebesar 131.005 jiwa dengan kepadatan sebesar 3.685 jiwa/km<sup>2</sup> dan paling sedikit di Kecamatan Cangkringan sebanyak 31.131 jiwa dengan kepadatan sebesar 649 jiwa/km<sup>2</sup>.



Sumber : BPS Kabupaten Sleman 2021

## 2.2 Strategi Sanitasi Kota (SSK)

Strategi Sanitasi Perkotaan (SSK) Kabupaten Sleman merupakan dokumen perencanaan yang memuat kebijakan dan strategi komprehensif pembangunan sanitasi tingkat kota yang berisi arahan yang jelas dan komprehensif bagi pembangunan dan pembangunan sanitasi Kabupaten Sleman, sehingga pembangunan dapat berjalan secara sistematis, terintegrasi dan berkelanjutan. Pada dasarnya, SSK adalah pembaruan dari Buku Putih Sanitasi sebelumnya.

SSK sangat dibutuhkan untuk mewujudkan prinsip layanan sanitasi secara menyeluruh yang menjangkau hingga daerah perdesaan. Selain itu, SSK juga diperlukan untuk mengikat satuan kerja perangkat daerah (SKPD) dan pelaku pembangunan lainnya agar dapat terus bekerjasama mengembangkan pelayanan kesehatan. Setelah tercapai kesepakatan, SSK akan diubah menjadi rencana aksi tahunan yang berisi informasi lebih rinci tentang berbagai usulan kegiatan (rencana atau proyek) terkait dengan pengembangan pelayanan kesehatan perkotaan yang disusun setiap tahun sesuai dengan rencana pelaksanaan.

Pada SSK terdapat daerah beresiko yang diperoleh dari studi EHRA berupa Peta resiko yang berguna dalam menentukan lokasi intervensi program sanitasi. Sehingga diketahui sistem apa yang akan diterapkan pada daerah prioritas tersebut,

berikut penyiapan masyarakat sejak dini. Hal ini sangat bermanfaat dalam mempercepat proses pelaksanaan program sanitasi. Khususnya sanitasi skala permukiman yang memerlukan penyiapan masyarakat yang intensif.

Salah satu poin dalam SSK Kabupaten Sleman Tahun 2015 yakni rencana peningkatan pengelolaan air limbah domestik dengan pengembangan Sambungan Rumah (SR) yang dimulai secara bertahap mulai tahun 2011 di 75 Desa yang mendapatkan program IPAL Komunal/SANIMAS/SLBM dari PNPM Sanitasi (Bappeda, 2015).

## **2.2 Risiko Sanitasi Tinggi**

Hasil studi EHRA yang telah dilakukan pada penyusunan Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman 2015 dalam menentukan area berisiko, selain data hasil study EHRA dan data sekunder sebagai metoda, anggota Pokja juga melakukan penilaian berdasarkan persepsi SKPD dan kunjungan lapangan. Hal ini diperlukan ketika hasil dari study EHRA dan data sekunder kurang akurat dan membutuhkan banyak penyesuaian. Area berisiko ditentukan berdasarkan metode / instrumen dengan nilai akhir sebagai skor. Hasil skoring tersebut dapat diklasifikasikan menjadi kurang berisiko (1), risiko sedang (2), risiko tinggi (3), dan risiko sangat tinggi (4).

Risiko sanitasi dapat ditafsirkan sebagai peluang terjadinya penurunan kualitas hidup, kesehatan, bangunan dan/ atau lingkungan akibat rendahnya akses terhadap layanan sector sanitasi dan perilaku hidup bersih dan sehat (TTPS, 2010) . Sementara area risiko sanitasi tinggi merupakan area yang dianggap memiliki risiko kesehatan lingkungan yang tinggi karena buruknya kondisi sanitasi sehingga perlu diprioritaskan untuk ditangani segera demi memperkecil potensi terjadinya kasus kejadian penyakit dan dalam hal ini difokuskan pada sektor air limbah yaitu dengan keberadaan IPAL Komunal. Berdasarkan Laporan Swakelola Perencanaan Pembangunan Sektor Cipta Karya, salah satu kendala pencapaian sanitasi adalah rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya prasarana dan sarana dasar sanitasi serta kemampuan masyarakat dalam penyediaan prasarana dan sarana dasar sanitasi masih rendah.

## 2.2 Air Limbah Domestik

Menurut Permen LHK No. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, air limbah merupakan air sisa dari hasil suatu usaha dan/atau kegiatan, sementara air limbah domestik adalah air yang berasal dari sisa aktivitas hidup manusia sehari-hari khususnya rumah tangga. Air limbah domestik terbagi menjadi *greywater* dan *blackwater*. *Greywater* adalah air limbah yang berasal dari dapur, cuci pakaian dan bekas mandi. Sedangkan *blackwater* merupakan air limbah yang bersumber dari kotoran manusia (Purwatiningrum, 2018). Secara umum limbah domestik menurut bentuk fisiknya dikelompokkan menjadi:

- a. Limbah cair merupakan air buangan dari kamar mandi, cucian dan dapur.
- b. Limbah padat merupakan sampah sisa makanan, bungkus atau kemasan, kantong plastik, dan botol bekas.

Limbah domestik dapat dibagi menjadi dua yaitu limbah yang bersifat organik dan bersifat anorganik. Limbah organik merupakan limbah yang berasal dari sisa-sisa sayuran, kotoran, dan makanan. Sedangkan limbah anorganik berupa kertas, plastik, dan bahan-bahan kimia yang biasanya disebabkan oleh pemakaian sampo, deterjen, sabun maupun penggunaan bahan kimia lainnya. Limbah organik ini pada umumnya dapat terdegradasi oleh mikroba yang ada dalam lingkungan. Namun sebaliknya, limbah anorganik akan lebih sulit terdegradasi sehingga sering menyebabkan pencemaran di lingkungan. Limbah cair domestik maupun non domestik memiliki beberapa karakteristik yang bervariasi sesuai dengan sumber limbahnya dan dapat digolongkan menjadi karakteristik fisik, kimia dan biologi. Faktor waktu dan metode pengambilan sampel juga sangat mempengaruhi karakteristik air limbah (Said & Utomo, 2018).

Menurut Asmadi & Suharno (2012), selain merusak lingkungan hidup ternyata air limbah domestik dapat menyebabkan berbagai permasalahan kesehatan pada manusia. Mikroorganisme *pathogen* yang terkandung dalam air limbah domestik yang berada pada tinja manusia dapat menularkan berbagai penyakit seperti *polio myelitis*, *kolera*, *thypus* dan lainnya apabila masuk ke dalam tubuh manusia. Dalam usaha mencegah dan mengatasi permasalahan pencemaran pada badan air, maka dirancanglah standar baku mutu air limbah.

### 2.3 Parameter dan Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter fisika kimia dapat dijadikan sebagai penentu kualitas air limbah dan standar penilaian dari efektivitas kinerja suatu instalasi pengolahan air limbah dalam melakukan penyisihan polutan pada air limbah yang diolah. Berdasarkan Permen LHK Nomor 68 tahun 2016 dan Perda DIY No. 7 Tahun 2016 mengenai baku mutu limbah domestik terdapat beberapa parameter fisika dan kimia yang terkandung dalam air limbah dan digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH menunjukkan tingkat keasaman atau jumlah ion hidrogen dalam air limbah dan akan mempengaruhi tempat dibuangnya limbah tersebut seperti sungai. Perubahan keasamaan dapat mempengaruhi kehidupan biota air, tingkat toksisitas senyawa kimia, proses biokimiawi perairan dan metabolisme organisme air. Umumnya, pH pada outlet IPAL Komunal lebih rendah akibat proses anaerobik yang menghasilkan asam, namun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan (Sulistia & Septisya, 2019).

2. Suhu

Air limbah pada umumnya mempunyai suhu yang lebih tinggi dibandingkan suhu udara setempat. Suhu berfungsi memperlihatkan aktivitas kimiawi dan biologis. Pada suhu tinggi pengentalan cairan berkurang dan mengurangi sedimentasi. Tingkat zat oksidasi lebih besar pada suhu tinggi dan pembusukan jarang terjadi pada suhu rendah (Ginting, 2007).

3. BOD

*Biochemical oxygen demand* adalah jumlah oksigen yang terlarut dan diperlukan oleh mikroorganisme agar dapat menguraikan bahan organik pada kondisi aerobik (Agustira dkk., 2013). Pemeriksaan BOD dalam air limbah didasarkan atas reaksi oksidasi zat-zat organik dengan oksigen dalam air dimana proses tersebut dapat berlangsung karena ada sejumlah bakteri. Nilai ini hanya menunjukkan jumlah bahan organik yang dikonsumsi bakteri dalam proses penguraian bersamaan dengan konsumsi oksigen (Ginting, 2007).

4. COD

Kandungan COD menunjukkan adanya proses degradasi bahan organik maupun anorganik yang bersumber dari aktivitas rumah tangga. Kandungan COD yang berlebihan di suatu perairan akan mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dan pH serta secara langsung menurunkan kualitas perairan (Supriyantini dkk., 2017).

#### 5. Amonia

Amonia dalam air limbah dapat bersumber dari air seni, tinja atau penguraian zat organik secara mikrobiologis. Tingginya kandungan amonia dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen terlarut, temperatur dan lain-lain. Amonia dapat menyebabkan kondisi yang toksik bagi kehidupan biota perairan (Said & Sya'bani, 2014)

Air limbah domestik yang dibuang ke lingkungan khususnya sungai harus memenuhi baku mutu air limbah domestik. Baku mutu air limbah adalah pada batas atau tingkat unsur pencemar yang dapat ditoleransi keberadaannya dalam air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Upaya tersebut dilakukan pemerintah untuk menekan laju beban pencemaran akibat air limbah dengan cara menerapkan Permen LHK No. 68 Tahun 2016 yang selaras dengan Perda DIY No. 7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik seperti pada tabel 2.1 di bawah ini :

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Permen LHK No. 68 Tahun 2016	Perda DIY No. 7 Tahun 2016
pH	-	6 s.d. 9	<b>6 s.d. 9</b>
BOD	mg/L	30	<b>75</b>
COD	mg/L	100	<b>200</b>
TSS	mg/L	30	75
Minyak & Lemak	mg/L	5	10
Amonia	mg/L	<b>10</b>	-
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000	10000
Debit	L/orang/hari	100	-

#### 2.4 Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal

Menurut Wulandari (2014), debit air limbah akan meningkat seiring dengan meningkatnya pertambahan jumlah penduduk. Kabupaten Sleman merupakan salah satu kabupaten dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi dimana dalam kehidupan sehari-hari manusia banyak menghasilkan limbah dari kegiatan seperti

memasak, mandi, dan kakus. Jika jumlah air limbah yang dilepaskan ke lingkungan melebihi kapasitas alam, maka berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan dan dapat menurunkan kesehatan masyarakat di sekitarnya. Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan air limbah yang tepat dan terstruktur untuk menghindari dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan masyarakat. Salah satu cara yang cukup efektif yakni cara terpadu menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal.

Instalasi pengolahan air limbah publik (IPAL) dapat didefinisikan sebagai sistem pengolahan air limbah di mana air limbah dikumpulkan dan diolah bersama (secara kolektif). Air limbah dari setiap sumber dihubungkan ke jaringan pipa pengumpul, dan kemudian diarahkan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL) melalui pipa pengangkut. IPAL Komunal memiliki bangunan yang dilengkapi unit pengolahan untuk menurunkan konsentrasi pencemar sehingga lebih memenuhi standar baku mutu dan lebih aman dibuang ke badan air seperti sungai (Karyadi, 2010). Menurut Peraturan Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 2 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik, Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal merupakan tempat pengolahan air limbah secara terpadu yang airnya bersumber dari air limbah domestik kelompok masyarakat kemudian diolah secara aerob atau anaerob. Dalam skala besar dapat disebut sebagai tempat pengolahan air limbah terpusat baik sistem setempat ataupun terpusat.

Berdasarkan Laporan Swakelola Perencanaan Pembangunan Sektor Cipta Karya Tahun 2013, pelayanan air limbah domestik yang ada di wilayah DIY secara umum terdiri dari tiga sistem pelayanan yang ditunjukkan pada tabel 2.2 berikut

Tabel 2. 2 Sistem Pelayanan Air Limbah Domestik

No	Sistem Setempat ( <i>on site</i> )	Sistem Terpusat ( <i>off site</i> )	Sistem Komunal
1	Diterapkan pada warga yang mampu dan berada pada daerah kepadatan rendah	Diterapkan pada penduduk yang berada di wilayah padat dan secara teknis dapat dilayani oleh sistem terpusat kota	Diterapkan untuk wilayah padat namun sulit dijangkau dengan sistem terpusat kota.

2	Penduduk diharapkan mampu mengolah buangnya dengan kemampuannya masing-masing, misalnya dengan menggunakan jamban keluarga.	Sistem pengolahan yang menggunakan jaringan perpipaan untuk mengalirkan air limbah dari rumah rumah penduduk menuju IPAL.	Sistem pengolahan yang menggunakan jaringan perpipaan untuk mengalirkan air limbah dari rumah rumah penduduk menuju IPAL
---	---	---	--

Pada sistem komunal IPAL dapat melayani 10-100 rumah tangga, sedangkan dalam sistem IPAL yang relatif lebih kecil yang melayani 2-5 rumah tangga. Pada umumnya *effluent* dari IPAL dibuang ke badan air seperti sungai. Pembangunan IPAL dengan sistem komunal dibangun untuk memberikan pelayanan pada skala kelompok rumah tangga atau MCK umum (Rhomaidhi, 2008).

Sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR No. 4 Tahun 2017 tentang konsep pengelolaan air limbah rumah tangga, yaitu serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk mengembangkan dan mengelola sarana dan prasarana pelayanan air limbah domestik yang dikenal sebagai SPALD-Setempat dan SPALD-Terpusat. Dalam penelitian ini, Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kabupaten Sleman termasuk dalam kategori SPALD-Terpusat skala permukiman yang meliputi 50-20.000 jiwa. Sistem pengelolaannya bekerja dengan cara mengalirkan air limbah domestik dari sumber secara kolektif menuju sub-sistem pengolahan terpusat untuk diolah sebelum kemudian dibuang ke badan air permukaan. Adapun konsep pengelolaan air limbah domestik menurut Permen PUPR No. 4 Tahun 2017 secara lengkap dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah ini:

Tabel 2. 4 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik

No	Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik	Setempat (SPALD-S)	Terpusat (SPALD-T)
1	Sub-sistem pelayanan	Terbagi menjadi dua yaitu, skala individual dan skala komunal (komunal 2-10 KK/10-50 jiwa, MCK).	Sistem pengolahan terpusat dibagi menjadi tiga yaitu, IPALD skala perkotaan (> 20.000 jiwa), IPALD skala permukiman (50-20.000 jiwa), dan IPALD skala kawasan tertentu.

2	Sub-sistem pengangkutan/ pengumpulan	Sistem pengangkutan menggunakan truk tinja.	Sistem pengumpulan menggunakan pipa retikulasi, pipa induk, prasarana dan sarana pelengkap (manhole, stasiun pompa dll).
3	Sub-sistem pengolahan lumpur tinja	Sistem pengolahan menggunakan IPLT.	Sub-sistem pelayanan dalam SPALD-T meliputi pipa tinja, pipa non tinja, pipa persil, bak penangkap lemak, lubang inspeksi, dan bak kontrol.

## 2.5 Teknologi Pengolahan IPAL Komunal

Teknologi pengolahan digunakan untuk mengurangi dan / atau menghilangkan parameter polutan yang terkandung dalam air limbah hingga batas yang dapat ditoleransi sesuai dengan baku mutu yang diizinkan sebelum dibuang ke badan air. Secara umum, pengolahan air limbah dibagi menjadi pemisahan padatan tersuspensi, pemisahan koloid dan penghilangan senyawa terlarut. Selain itu, berdasarkan proses, pengolahan air limbah dapat dikelompokkan berdasarkan metode kimia, fisika-kimia dan biologis (Said N. , 2017).

Sementara berdasarkan rangkaian proses pengolahan air limbah dapat dibagi menjadi pengolahan primer untuk menghilangkan padatan tersuspensi, koloid dengan proses fisika atau kimia, pengolahan sekunder untuk menghilangkan polutan organik terlarut dengan bantuan mikroorganisme secara biologis dan pengolahan lanjutan untuk meningkatkan kualitas air menggunakan proses kimia dan fisika ataupun kombinasi keduanya. Terdapat 2 macam sistem pengolahan biologis pada proses pengolahan sekunder yakni aerobik dan anaerobik. Perbedaan utamanya terletak pada ketersediaan oksigen dimana proses anaerobik tidak memerlukan oksigen.

Beberapa pengolahan air limbah yang umum digunakan pada IPAL Komunal, terutama yang berada di Kabupaten Sleman yaitu sebagai berikut:

### a. *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR)

*Anaerobic baffled reactor* atau tangki septik bersekat merupakan pengembangan dari tangki septik konvensional yang terdiri dari beberapa rangkaian kompartemen yang disertai *baffled reactor*. *Baffled* berfungsi untuk mengalirkan air secara *downflow* melalui rangkaian seri reactor lumpur (*sludge*

*blanket*). ABR bekerja secara anaerobik sehingga setiap kompartemen akan menghasilkan gas *methane*. Pada umumnya penerapan sistem ABR digunakan untuk air limbah dengan beban organik rendah atau pengolahan awal air limbah karena membutuhkan waktu kontak yang cukup lama antara air limbah dengan biomassa anaerobik (Hastuti dkk., 2017). Efisiensi penyisihan BOD dalam ABR lebih tinggi daripada tangki septik sekitar 70-95%. Unit ABR perlu dilengkapi dengan saluran udara dan memerlukan waktu sekitar 3 bulan untuk menstabilkan biomassa di awal proses (Sasse, L, 1998).

b. *Rotating Biological Contactor* (RBC)

RBC merupakan reaktor biologis dengan prinsip kerja mengkontakkan air limbah yang mengandung polutan organik dengan lapisan mikroorganismenya yang melekat pada permukaan media yang berputar di dalam reaktor (Rizal & Waliyadi, 2014). Media untuk melekatnya film biologis ini berupa piringan yang tersusun dari bahan polimer yang disusun sejajar lalu diputar pada suatu poros dan tercelup sebagian atau seluruhnya ke dalam air limbah yang mengalir secara kontinyu di dalam reaktor tersebut. RBC memiliki keunggulan dalam stabilitas proses perawatan, pemakaian energi listrik yang rendah, waktu detensi yang pendek, biaya operasional rendah dan kemudahan dalam pengoperasian (Joanna dkk., 2018)

Air limbah domestik yang telah melewati unit teknologi pengolahan umumnya terjadi penurunan konsentrasi parameter pencemar. Namun sebelum itu harus ditentukan nilai BOD<sub>5</sub>, COD dan Amonia yang dihitung sesuai persamaan yang terdapat dalam cara uji SNI, sedangkan nilai pH dan temperatur ditentukan dengan menggunakan instrumen. Penentuan efektivitas atau persentase penurunan parameter dihitung dengan menggunakan rumus (Soeparman & Suparmin, 2001) yang dibagi menjadi beberapa tingkatan efisiensi kinerja yaitu :

- Sangat efisien =  $x > 80\%$
- Efisien =  $60\% < x \leq 80\%$
- Cukup efisien =  $40\% < x \leq 60\%$
- Kurang efisien =  $20\% < x \leq 40\%$
- Tidak efisien =  $x \leq 20\%$

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{(A_i - A_o)}{A_i} \times 100\%$$

Keterangan:

$A_i$  = Konsentrasi parameter pencemar sebelum dilakukan pengolahan atau influent (mg/l)

$A_o$  = Konsentrasi parameter pencemar setelah dilakukan pengolahan atau effluent (mg/l)

## 2.6 Factor Rating Method

Menurut Yusman (2007), metode pemeringkat faktor adalah salah satu metode pengambilan keputusan untuk menentukan alternatif terbaik dengan cara memberi nilai (skor) pada masing-masing faktor primer maupun faktor sekunder dari tiap-tiap alternatif lokasi penelitian yang dalam hal ini adalah IPAL Komunal. Skor tersebut misalnya 0 (nol) sampai dengan nilai 100 (seratus). Metode ini sering digunakan dalam penentuan keputusan lokasi karena mencakup berbagai-ragam atau banyak faktor, baik bersifat kualitatif maupun kuantitatif sebagai dasar pertimbangan dalam analisis untuk memilih & mengevaluasi sebuah lokasi.

Umumnya metode ini banyak digunakan oleh industri dan perusahaan dalam urusan bisnis hingga analisis calon lokasi. Namun dapat juga diadaptasi pada penelitian ini untuk memudahkan peneliti dalam menentukan besaran faktor pembobotan. Metode ini digunakan karena dapat menggabungkan beragam faktor dalam format yang mudah dipahami, dimana didalamnya dapat dimasukkan berbagai faktor yang dipertimbangkan, yang tidak dipertimbangkan oleh metode lain lain yang diduga mempengaruhi keadaan alternatif lokasi.

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu referensi yang digunakan peneliti untuk memperoleh banyak informasi terkait teori penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian terdahulu berupa jurnal dan hasil penelitian yang telah dilakukan seperti pada tabel 2.3 di bawah ini:

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Hasil Penelitian
1	(Ranudi, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tujuh lokasi IPAL di Kabupaten Sleman yang diteliti semuanya menggunakan teknologi <i>Anaerobic Baffled</i></li> </ul>

		<p><i>Reaktor</i> dan Anaerobik Filter. Tetapi pada IPAL yang terdapat di Dusun Bandulan menambahkan teknologi <i>Wetland (Horizontal Gravel Filter)</i> dan kolam indikator. Serta belum seluruhnya memenuhi baku mutu air limbah pada parameter COD, BOD, TSS, minyak lemak dan total coliform.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dari segi sosial ekonomi, IPAL dikelola oleh perangkat desa dan pembiayaan dengan sistem iuran. Dari segi kesehatan, terjadi penurunan jumlah penduduk terkena diare setelah dibangunnya IPAL.</li> </ul>
2	(Diavid dkk., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluasi kelayakan sistem IPALD Sembir terjadi penurunan konsentrasi <i>influent</i> ke <i>effluent</i> pada beberapa parameter, yaitu pH, BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, minyak dan lemak, deterjen, kecuali pada parameter total coliform, Amonia, TDS, dan Suhu. Debit <i>influent</i> lebih besar dari pada debit rencana (<math>113,53 \text{ m}^3/\text{hari} \geq 35.63 \text{ m}^3/\text{hari}</math>) sehingga kapasitas kinerja IPALD kurang maksimal dalam mengolah air limbah domestik. Fisik prasarana telah memenuhi kriteria yaitu memiliki lima kriteria yang disyaratkan dan berfungsi sebagai mana mestinya. Kualitas <i>effluent</i> untuk indeks pencemaran pada kategori cemar sedang.</li> <li>• IPALD Madurejo terjadi penurunan konsentrasi <i>influent</i> ke <i>effluent</i> terjadi pada seluruh parameter kecuali pada Total Coliform. Debit <i>influent</i> memenuhi debit rencana (<math>34,44 \text{ m}^3/\text{hari} \leq 36 \text{ m}^3/\text{hari}</math>) sehingga kapasitas kinerja IPALD masih dapat mengolah air limbah domestik sesuai perencanaan. Pada fisik prasarana terdapat dua kriteria yang belum terpenuhi dari lima kriteria yang disyaratkan, yaitu tersedianya alat pemeliharaan dan sumber energi listrik. Adapun kualitas <i>effluent</i> untuk indeks pencemaran berada pada kategori cemar sedang.</li> </ul>
3	(Wijayaningrat, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi penyisihan parameter fisik dan kimia yang berjalan secara efektif adalah pada parameter BOD dan TSS, sedangkan pada parameter COD, amonia serta minyak dan lemak belum efektif.</li> <li>• Efisiensi penyisihan parameter fisik kimia pada IPAL Komunal di Kecamatan Banguntapan berjalan cukup efektif, sedangkan di Kecamatan Bantul kurang efektif.</li> <li>• Untuk mengatasi hal tersebut, rekomendasi yang diberikan yakni pembuatan SOP, peningkatan partisipasi dan peran masyarakat, pengelola hingga pemerintah dalam pemeliharaan IPAL Komunal.</li> </ul>
4	(Andrini, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi sanitasi di Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Provinsi D.I. Yogyakarta berisiko bagi kehidupan manusia dan lingkungan berdasarkan aspek air limbah domestik ditinjau dari pembuangan dan penyaluran air limbah domestik, sumber air yang terlindungi dari air limbah, dan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS).</li> <li>• Indeks Risiko Sanitasi (IRS) Kecamatan Mlati yaitu sebesar 146,3 pada Strata 0, 134,7 pada Strata 1, dan 92,8 pada Strata 2.</li> <li>• Berdasarkan nilai IRS Kecamatan Mlati, prioritas permasalahan sanitasi yang harus diselesaikan lebih dahulu sama di setiap strata dengan pertama-tama</li> </ul>

		menyelesaikan permasalahan penggunaan sumber air terlindungi dilanjutkan dengan menyelesaikan permasalahan air limbah domestik kemudian permasalahan PHBS
5	(Mulia, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi fisik IPAL Komunal di Kabupaten Gresik secara umum berada dalam kondisi cukup baik, kecuali IPAL pada lokasi Roomo. Namun masih terdapat permasalahan seperti bau serta debit IPAL yang tidak sesuai dengan debit rencana, yakni IPAL Singosari 2 sebesar 52,7 m<sup>3</sup>/hari dan IPAL Singosari 3 sebesar 83,8 m<sup>3</sup>/hari.</li> <li>• <i>Removal</i> efisiensi BOD dan COD pada seluruh unit pengolahan untuk BOD sudah bagus dengan rentang sebesar 79-96%, namun untuk parameter minyak dan lemak juga sangat kecil sebesar 13%.</li> <li>• Sementara terkait manajemen kelembagaan terutama tugas pokok dan fungsi KPP masih rendah dikarenakan kurangnya sosialisasi dan pelatihan secara berkelanjutan sehingga pelaksanaan belum berjalan optimal.</li> </ul>
6	(Aly dkk., 2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapasitas IPAL Komunal di kelurahan walawalaya dan kelurahan rappokalling melebihi kapasitas pelayanan yang direncanakan. Begitu juga dengan hasil analisis kualitas air limbah yang belum memenuhi baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003.</li> </ul>
7	(Susanthi dkk., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secara umum tiga lokasi IPAL komunal yang telah beroperasi lebih dari 5 tahun dan berada pada area risiko sanitasi tinggi masih dimanfaatkan dan dikelola dengan cukup baik walaupun telah melebihi kapasitas desain.</li> <li>• Kinerja IPAL komunal dengan sistem ABR hanya pada KSM rosella yang memiliki efisiensi tinggi sedangkan KSM Cipendek Indah dan KSM Amanah berefisiensi rendah dan belum memenuhi baku mutu.</li> <li>• Adapun status keberlanjutan pengelolaan IPAL komunal di Kota Bogor tergolong keberlanjutan sedang. Aspek yang berkontribusi dalam keberlanjutan yaitu aspek sosial (partisipasi masyarakat) dan kelembagaan (keberadaan KSM).</li> </ul>

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kajian pada IPAL Komunal didominasi oleh evaluasi kinerja IPAL Komunal berdasarkan aspek teknis dan non teknis serta kesesuaiannya dengan baku mutu Permen LHK No. 68 Tahun 2016. Sementara itu, belum terdapat penelitian mengenai pengaruh keberadaan IPAL Komunal terhadap area risiko sanitasi. Oleh sebab itu, peneliti memilih untuk mengangkat topik mengenai hal tersebut.

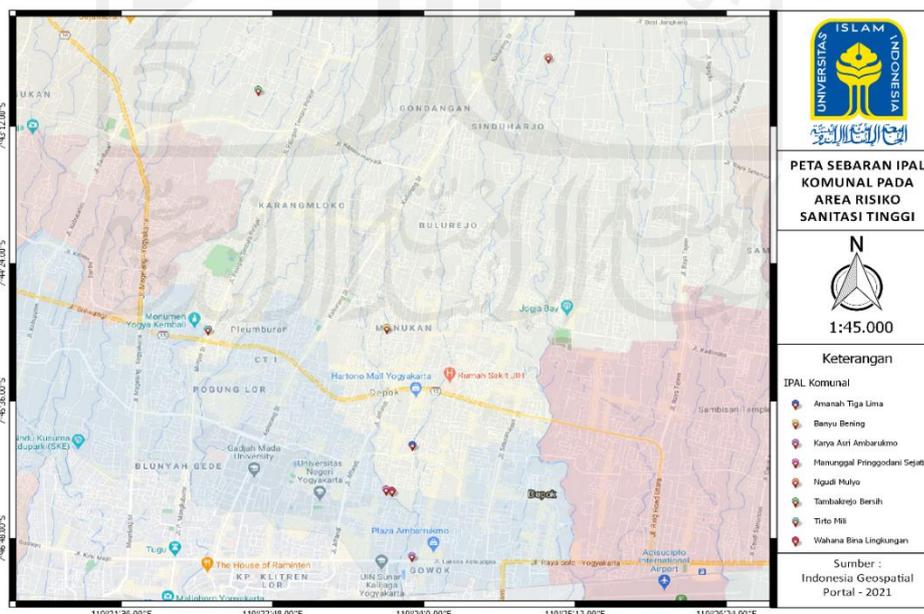
## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Lokasi

Penelitian akan dilakukan selama 6 bulan dimulai dari bulan September 2020 hingga Maret 2021. Penelitian dilakukan di Kabupaten Sleman tepatnya pada IPAL Komunal yang berada pada area risiko sanitasi tinggi pada sektor air limbah berdasarkan Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman Tahun 2015. Penelitian diawali dengan perumusan hipotesis mengenai pembagian IPAL Komunal pada area risiko sanitasi tinggi menggunakan teknik *Stratified Random Sampling* menjadi 4 strata IPAL Komunal.

Pengambilan data pada penelitian ini juga dilakukan di instansi pemerintahan terkait yaitu DLH Kabupaten Sleman terkait *database* IPAL komunal yang berisi informasi mengenai lokasi IPAL Komunal, kontak pengurus, tahun pengadaan hingga jumlah pengguna yang terlayani. Selanjutnya dilakukan pemetaan titik sampling IPAL Komunal menggunakan aplikasi *Google Earth* seperti pada Gambar 3.1. dibawah ini:



Gambar 3. 1 Peta Persebaran IPAL Komunal pada Area Risiko Sanitasi Tinggi di Kabupaten Sleman

Tabel 3. 1 IPAL Komunal pada Area Risiko Sanitasi Tinggi

IPAL Komunal	Alamat
Karya Asri Ambarrukmo	Ambarukmo, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
Tambakrejo Bersih	Rejodani 1, Sariharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
Manunggal Pringgodani Sejati	Gg. Brojowikalpo No.24, Mrican, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
Tirto Mili	Sumberan, Sariharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581
Wahana Bina Lingkungan	Gg. Brojowikalpo No.28, Mrican, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
Banyu Bening	Ngabean Wetan, Sinduharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
Ngudi Mulyo	Jl. Jagalan Jl. Mendiroya Raya, Mendiroya, Sukoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581
Amanah Tiga Lima	Jl. Jemb. Merah, Kaliwaru, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

### 3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk pengambilan sampel air limbah di *inlet* dan *outlet* pada IPAL Komunal sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) berdasarkan parameter uji seperti pada table di bawah ini :

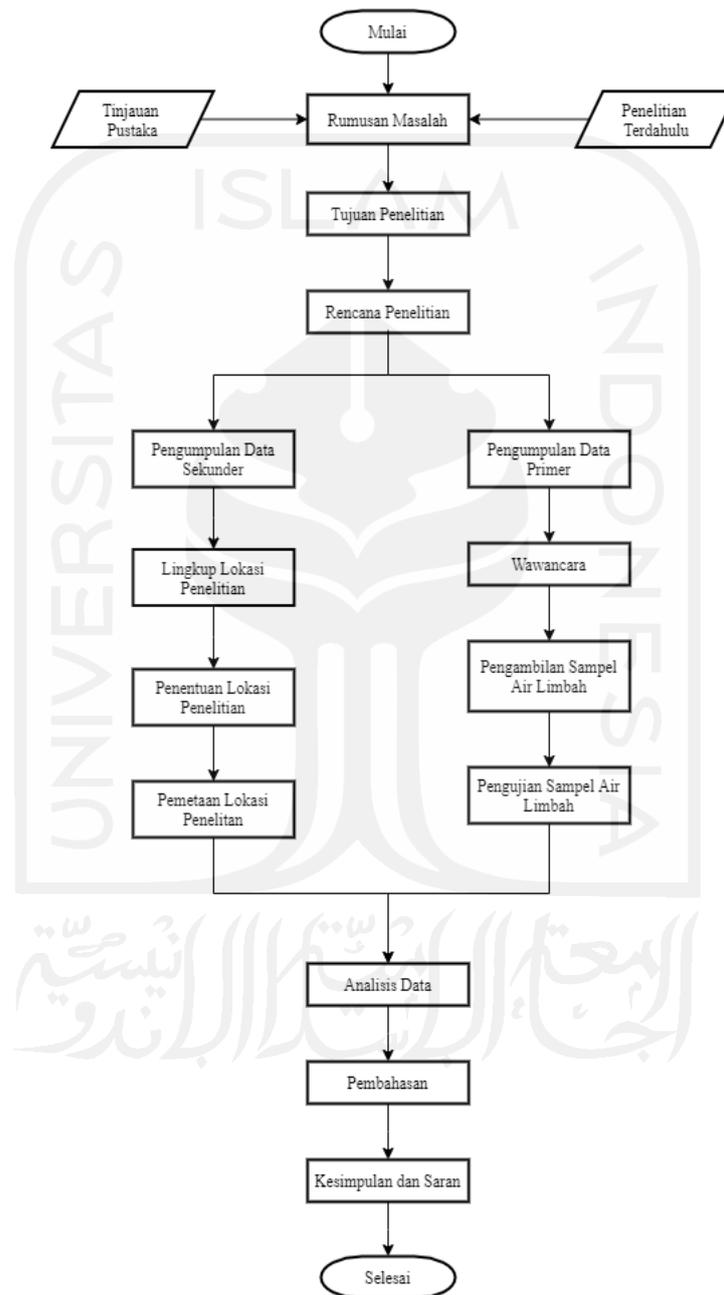
Tabel 3. 2 Acuan Normatif Alat dan Bahan

No	Parameter Pengujian	Acuan Normatif
1	Amonia	SNI 06-6989.30 : 2005
2	BOD	SNI 6989.72 : 2009
3	COD	SNI 6989.2 : 2009
4	Derajat Keasaman (pH)	SNI 6989.11 : 2004
5	Suhu	SNI 06-6989.23 : 2005

### 3.3 Prosedur Analisis Data

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh keberadaan IPAL Komunal terhadap area risiko sanitasi tinggi sektor air limbah di Kabupaten Sleman.

Salah satu cara untuk memudahkan dalam memahami konsep dasar penelitian serta menggambarkan tahapan – tahapan yang dilakukan oleh peneliti sejak awal penelitian hingga menghasilkan suatu kesimpulan adalah dengan menggunakan bagan alir seperti pada gambar 3.2 dibawah ini:



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

Uraian mengenai setiap tahapan yang dilakukan pada bagan alir penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan perumusan masalah untuk menentukan masalah yang akan dipecahkan. Rumusan masalah berasal dari literatur (tinjauan Pustaka) dan penelitian terdahulu.

2. Tujuan Penelitian

Setelah merumuskan permasalahan yang akan dipecahkan melalui penelitian, selanjutnya perlu ditetapkan tujuan penelitian sebagai upaya pemecahan masalah maupun memahami gejala (fenomena) yang dijelaskan dalam latar belakang. Adapun penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis kualitas influent dan effluent terhadap parameter air limbah pada dan kesesuaiannya dengan baku mutu. Sehingga selanjutnya dapat dilakukan analisis mengenai hubungan keberadaan IPAL Komunal terhadap area risiko sanitasi tinggi pada sektor air limbah di Kabupaten Sleman.

3. Rencana Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data pendahuluan seperti daftar IPAL Komunal di Kabupaten Sleman, peta area risiko sanitasi air limbah dan kepadatan penduduk serta persiapan hal-hal yang diperlukan dalam pengambilan data primer (parameter uji, metode pengambilan sampel, pertanyaan wawancara).

4. Pengumpulan Data Sekunder

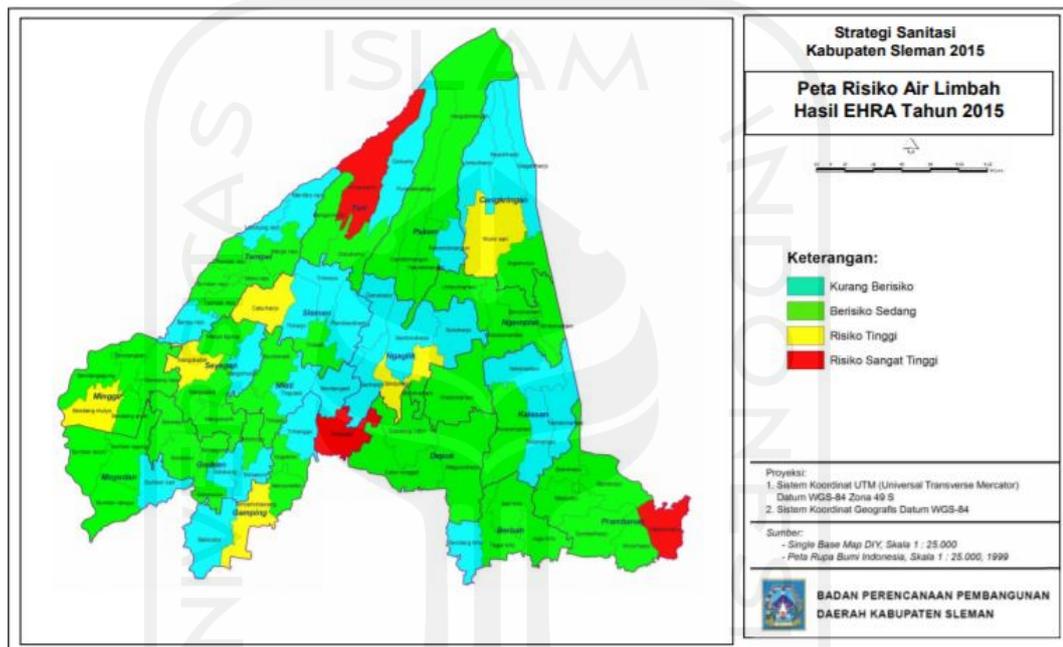
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data sekunder yang didapat dari DLH Sleman terkait informasi tentang daftar nama IPAL komunal, lokasi IPAL komunal, dan kontak pengelola IPAL komunal di Kabupaten Sleman, serta data dan informasi dari penelitian terdahulu.

- a. Lingkup Lokasi Penelitian

Lingkup lokasi penelitian mengacu pada Buku Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman Tahun 2015, dimana sektor sanitasi air limbah telah diklasifikasikan pada studi EHRA menjadi 4 kategori risiko yakni kurang berisiko, risiko sedang, risiko tinggi dan risiko sangat tinggi.

Adapun lingkup penelitian saat ini berada pada area risiko sanitasi tinggi yang ditunjukkan dengan warna kuning. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman dilakukan identifikasi IPAL Komunal yang terletak pada area risiko sanitasi tinggi dengan total mencapai 92 IPAL Komunal.

Gambar 3. 3 Peta Risiko Sanitasi Air Limbah Kabupaten Sleman Tahun 2015



Sumber: Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman 2015

#### b. Penentuan Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi penelitian dilakukan untuk mengetahui IPAL Komunal yang akan dijadikan lokasi pengambilan sampel penelitian menggunakan metode *stratified random sampling*. Stratifikasi pada Desa/ Kelurahan di suatu Kabupaten/ Kota nantinya akan menghasilkan strata kesehatan lingkungan dari Desa/ Kelurahan. Desa/ Kelurahan yang berada pada strata yang sama dianggap memiliki tingkat risiko kesehatan lingkungan yang sama dan dapat mewakili Desa/ Kelurahan lainnya yang berada pada strata yang sama. Stratifikasi berguna untuk memudahkan dalam penentuan lokasi penelitian. Penentuan strata yang digunakan berdasarkan pada empat kriteria seperti pada tabel 3.3 di bawah ini:

Tabel 3. 3 Kriteria Penentuan Lokasi Penelitian

No	Kriteria	Keterangan
1	Kepadatan Penduduk	Kepadatan penduduk yang tidak merata di suatu kabupaten akan diutamakan pada kecamatan dan desa yang memiliki kepadatan penduduk lebih dari 25 jiwa/ha.
2	Beban Organik	Bahan organik yang berada di bawah 0,2 kgBOD/m <sup>3</sup> .hari atau lebih dari 15 kgBOD/m <sup>3</sup> .hari pada IPAL Komunal dapat dikatakan tidak berfungsi secara optimal.
3	Rasio Cakupan Pelayanan	Rasio cakupan pelayanan IPAL Komunal yang berada ≤80% maka dikatakan belum memenuhi karena dapat berpengaruh pada kerentanan fisik maupun kualitas effluent IPAL.
4	Usia IPAL Komunal	Waktu normal masa penggantian suku cabang yaitu 5 tahun, sehingga dapat dibuat hipotesis yaitu IPAL Komunal yang telah beroperasi ≥7 tahun memiliki tingkat kerentanan.

Selanjutnya dilakukan justifikasi pada seluruh IPAL Komunal pada area risiko sanitasi tinggi yang dikelompokkan menjadi empat strata yakni:

1. Strata 1, apabila terdapat IPAL Komunal yang memenuhi 1 kriteria
2. Strata 2, apabila terdapat IPAL Komunal yang memenuhi 2 Kriteria
3. Strata 3, apabila terdapat IPAL Komunal yang memenuhi 3 kriteria
4. Strata 4, apabila terdapat IPAL Komunal yang memenuhi 4 kriteria.

IPAL Komunal tersebut lalu dipilih secara acak yang dianggap telah merepresentasikan IPAL lain pada masing-masing strata dengan total seluruhnya mencapai 8 IPAL Komunal yang ditunjukkan pada table 3.9 berikut

Tabel 3. 4 IPAL Komunal Terpilih

Strata	IPAL Komunal	Memenuhi Kriteria	Koordinat
4	Karya Asri Ambarrukmo	1,2,3,4	07°46'56"S 110°23'54"E
	Tambakrejo Bersih	1,2,3,4	07°42'54.8"S 110°22'41.3"E

3	Manunggal Pringgodani Sejati	1,2,4	07°46'22"S 110°23'42"E
	Tirto Mili	1,2,4	07°44'58.2"S 110°22'17.2"E
2	Wahana Bina Lingkungan	1,4	07°46'22.8"S 110°23'44.7"E
	Banyu Bening	1,3	07°44'57.4"S 110°23'41.8"E
1	Ngudi Mulyo	2	07°42'36.0"S 110°24'59.2"E
	Amanah Tiga Lima	1	07°45'58.7"S 110°23'54.4"E

Sumber: hasil olah data, 2021

Strata tersebut dirancang untuk mempersempit calon lokasi yang akan dijadikan objek penelitian, dengan hipotesis semakin tinggi strata maka risiko sanitasi air limbah juga semakin tinggi. Sehingga nantinya diperlukan analisis untuk mengetahui kebenaran hipotesis atau dugaan sementara yang peneliti rancang.

c. Pemetaan Lokasi Penelitian

Setelah ditentukan lokasi penelitian pada setiap strata, dilakukan pemetaan menggunakan aplikasi *Quantum Geographic Information Sistem (QGIS)* untuk mengetahui persebaran IPAL Komunal yang akan dijadikan lokasi penelitian, seperti pada gambar 3.1 diatas.

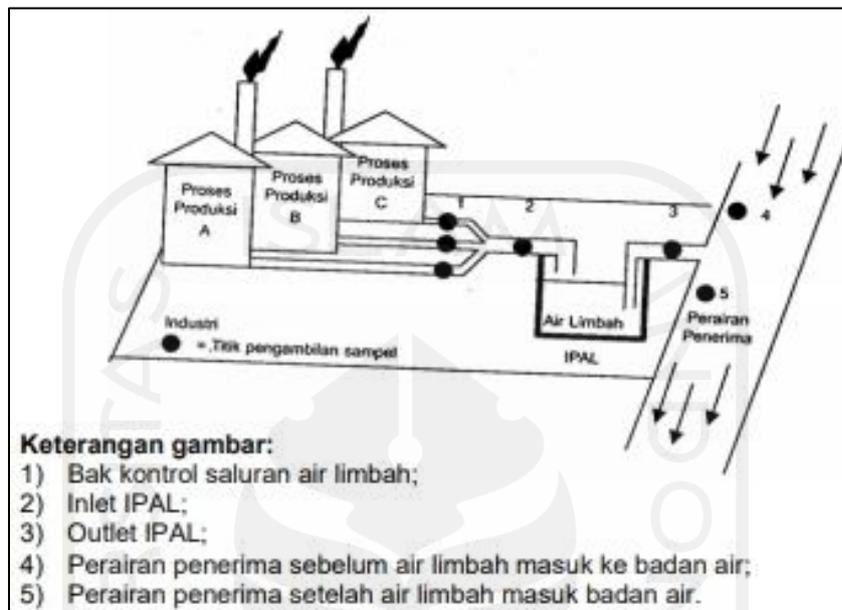
5. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data pada tahap ini dilakukan dengan cara wawancara dengan pengurus IPAL komunal secara *online* melalui *whatsapp*, karena adanya COVID-19. Semua data yang diambil pada saat wawancara merupakan data primer yang kemudian akan dianalisis.

a. Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air limbah menggunakan teknik grab sampling dimana frekuensi pengambilan dilakukan sebanyak (6) enam kali, tepatnya pada jam puncak pagi hari yaitu Pukul 06:00-09:00 WIB di inlet dan outlet masing-masing IPAL Komunal yang telah ditentukan. *Grab sampling* tersebut akan dilakukan pada inlet dimana terdapat titik yang memiliki aliran berturbulensi tinggi agar pencampuran terjadi secara sempurna, yaitu pada titik dimana limbah mengalir pada akhir proses produksi menuju ke IPAL. Sementara pada outlet, pengambilan contoh dilakukan

pada lokasi setelah IPAL atau titik dimana air limbah yang mengalir sebelum memasuki badan air penerima (sungai). Berikut merupakan contoh gambaran lokasi pengambilan sampel air limbah domestik:



Gambar 3. 4 Gambaran Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah

Sumber: SNI 6989.59:2008

b. Penyimpanan dan Pengawetan Sampel Air Limbah

Penyimpanan dan pengawetan berguna untuk memelihara keutuhan dan memastikan bahwa sampel tidak terjadi kontaminasi atau perubahan secara kimia maupun fisika sehingga tetap stabil dalam waktu tertentu. Beberapa cara yang digunakan antara lain dengan menambahkan bahan pengawet dan pendinginan. Metode pengawetan berdasarkan parameter yang akan diuji mengacu pada Lampiran B SNI 6989.59 Tahun 2008 ditunjukkan pada tabel 3.5 di bawah ini:

Tabel 3. 5 Metode Pengawetan dan Penyimpanan Parameter Uji

No	Parameter	Wadah Penyimpanan	Minimum Jumlah Contoh Uji (mL)	Metode Pengawetan	Lama Penyimpanan Maksimum (Dianjurkan)	Lama Penyimpanan Maksimum (EPA)
1	pH	Plastik (Polietilen), Gelas	-	Segera dianalisa	2 jam	2 jam

2	BOD	Plastik (Polietilen), Gelas	1000	Pendinginan (4°C ± 2°C)	6 jam	2 hari
3	COD	Plastik (Polietilen), Gelas	100	Analisa secepatnya atau tambahkan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> sampai pH < 2, didinginkan	7 hari	28 hari
4	Amonia	Plastik (Polietilen), Gelas	500	Analisa secepatnya atau tambahkan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> sampai pH < 2, didinginkan	7 hari	28 hari

Sumber: Lampiran B SNI 6989.59, 2008

### c. Pengujian Sampel Air Limbah

Pengujian sampel air limbah domestik dapat dibedakan menjadi pengujian langsung di lapangan dan pengujian di laboratorium yang keduanya mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Berikut table parameter air limbah beserta alat atau metode yang digunakan:

Tabel 3. 6 Metode Pengujian Sampel Air Limbah

No.	Parameter	Acuan Normatif	Alat / Metode	Lokasi Pengujian
1.	Suhu	SNI 06-6989.23 : 2005	Thermometer	Lapangan
2.	pH	SNI 06-6989.11 : 2004	pH meter	Lapangan
3.	BOD	SNI 6989.72 : 2009	Titration Iodometri (Winkler)	Laboratorium
4.	COD	SNI 6989.2 : 2009	Spektrofotometri dengan refluks tertutup	Laboratorium
5.	Amonia	SNI 06-6989.30 : 2005	Spektrofotometri secara fenat	Laboratorium

### 6. Analisis Data

Analisis data dalam tahapan ini dilakukan menggunakan metode skoring dan pembobotan terhadap beberapa aspek seperti perencanaan, pembiayaan, kinerja dan kelembagaan. Selain itu, hasil pengujian dibandingkan dengan baku mutu Permen LHK No. 68 Tahun 2016 dan Perda DIY No. 7 Tahun 2016. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam menentukan besaran (persentase) faktor pembobotan, 2 (dua) diantaranya adalah metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan metode pemeringkatan faktor (Factor Rating).

Menurut Saaty (2008), metode AHP dapat membantu memecahkan persoalan yang kompleks dengan menstrukturkan suatu hierarki kriteria, pihak yang berkepentingan, hasil dan dengan menarik berbagai pertimbangan guna mengembangkan bobot atau prioritas. Kelebihan sistem ini diantaranya adalah dapat memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan sistem dan pengintegrasian secara deduktif, menyediakan skala pengukuran dan metode untuk mendapatkan prioritas serta dapat mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif dengan mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga perancang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan yang ingin dicapai. Namun, metode ini juga memiliki kekurangan seperti AHP memiliki ketergantungan model pada input utamanya. Input utama ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subyektifitas sang ahli. Selain itu, model menjadi tidak berarti jika ahli tersebut memberikan penilaian yang keliru, hanya merupakan metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk dan juga memerlukan waktu lebih untuk merumuskan sistem model.

Oleh karena itu, dalam penelitian penentuan besaran (persentase) faktor pembobotan hanya menggunakan metode *rating factor* (Yusman, 2007). Dalam penelitian ini, tujuan penggunaan dari *factor rating method* adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari masing-masing alternatif lokasi yaitu IPAL Komunal. Heizer & Render (2008) menjelaskan langkah-langkah dalam menerapkan *rating factor method* dan telah peneliti modifikasi yaitu:

1. Menentukan aspek dan indikator penilaian yang akan digunakan.
2. Menentukan skala dan bobot untuk masing-masing kriteria berdasarkan prioritas kepentingan.
3. Menentukan nilai setiap alternatif lokasi penelitian untuk setiap indikator.
4. Kalikan nilai yang diperoleh dengan bobot setiap faktor dan jumlahkan nilai total untuk masing-masing alternatif lokasi.
5. Membuat kesimpulan sesuai tujuan peneliti berdasarkan nilai tertimbang.

Selanjutnya perhitungan skoring dan pembobotan menggunakan uji kecenderungan untuk mendeskripsikan data dan gambarannya terhadap rentang data dan kategori seperti pada tabel 3.7 di bawah ini:

Tabel 3. 7 Rentang dan Justifikasi Data

Rumus	Kategori
$M + 0,5 SD \leq X < M + 1,5 SD$	Tinggi
$M - 0,5 SD \leq X < M + 1,5 SD$	Sedang
$M - 1,5 SD \leq X < M - 0,5 SD$	Rendah

(Mardapi, 2008)

Keterangan:

M : Nilai rata-rata

SD : Standar deviasi (simpangan baku)

#### 7. Pembahasan

Pembahasan dilakukan untuk membahas hasil analisis data penelitian yang telah dilakukan sehingga didapatkan kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian.

#### 8. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir dari seluruh rangkaian kegiatan yang telah dilakukan sebelumnya. Kesimpulan berisi uraian yang menjawab tujuan, sedangkan saran yaitu masukan yang dapat digunakan sebagai bahan untuk penelitian lanjutan.

## **BAB IV**

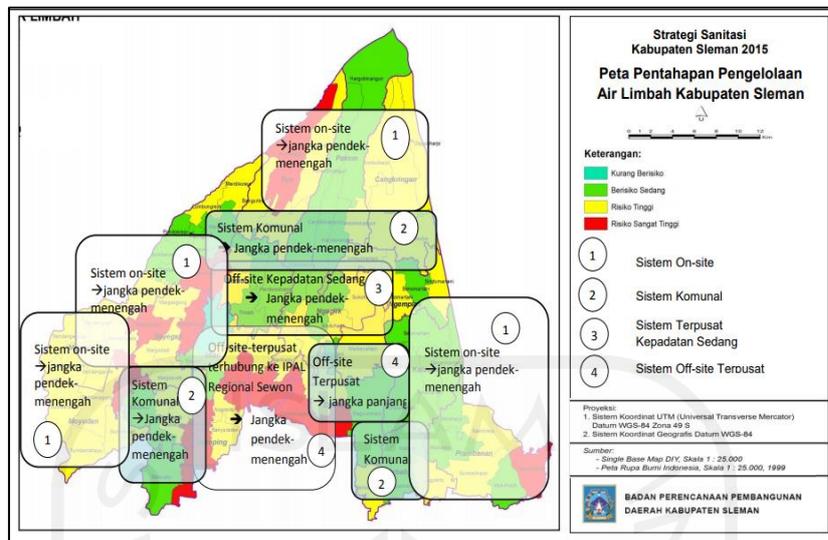
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Kondisi Eksisting Sanitasi Sektor Air Limbah Kabupaten Sleman**

##### **4.1.1 Cakupan Pelayanan IPAL Komunal Terhadap Sistem Pengelolaan Air Limbah di Kabupaten Sleman**

Limbah domestik yang berasal dari sisa dapur, cucian, kamar mandi hingga kotoran manusia. Umumnya berbentuk padat dan cair yang harus dikelola untuk menghindari pencemaran. Pengelolaan air limbah idealnya harus dialirkan pada saluran dengan mempertimbangkan beberapa hal, seperti tidak mencemari sumber air, tidak mengotori permukaan tanah, mencegah perkembangbiakan lalat dan serangga serta tidak menimbulkan bau yang mengganggu. Sistem pengolahan air limbah domestik konvensional umumnya menggunakan jamban leher angsa dengan konstruksi penampungan dan pengumpulan berupa tangki septik, pipa *sewer* dan cubluk. Sementara sistem pembuangan limbah non tinja ini dialirkan melalui lubang resapan yang disalurkan melalui saluran terbuka yang dialirkan ke sistem drainase atau ke sungai.

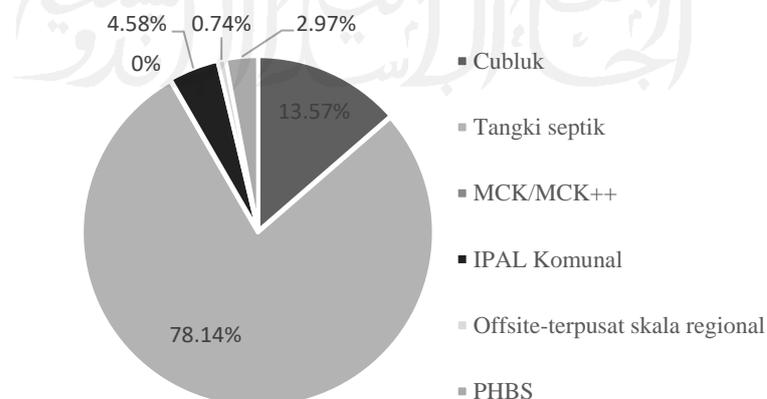
Berdasarkan Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman tahun 2015, pengelolaan air limbah di Kabupaten Sleman pada berbagai tingkatan risiko sanitasi dapat dibagi menjadi sistem *On-site*, sistem komunal, sistem terpusat dan sistem *off-site* terpusat. Penggunaan sistem dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kebutuhan masyarakat dan ketersediaan lahan, topografi dan sebagainya seperti pada gambar 4.1 di bawah ini:



Gambar 4. 1 Peta Pengelolaan Air Limbah Kabupaten Sleman

Sumber: Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman 2015

Cakupan pelayanan eksisting dari 4 sistem yang telah berjalan di Kabupaten Sleman yang digunakan oleh rumah tangga dimana hampir 84% rumah tangga telah menggunakan atau memanfaatkan prasarana air limbah yang layak termasuk sekitar 4,58% KK pengguna IPAL Komunal dan 0,74% (2.279 KK) telah terjangkau oleh layanan IPAL Terpusat (IPAL Sewon). Sedangkan, pengguna jamban yang terqualifikasi tidak layak sekitar 13,26% dan juga masih terdapat rumah tangga yang melakukan perilaku BABS sebanyak 9.137 KK atau 2,97% dari total jumlah rumah tangga keseluruhan. Sistem pengelolaan air limbah di Kabupaten Sleman dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini



Sumber: Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman 2015

Gambar 4. 2 Sistem Pengelolaan Air Limbah Kabupaten Sleman

Dengan kata lain, persentase pelayanan IPAL Komunal sebagai salah satu SPALD-T skala permukiman masih terbilang sangat rendah dibandingkan SPALD-S seperti penggunaan tangki septik dan cubluk yang lebih konvensional. Adapun persentase cakupan layanan tersebut terdiri dari jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang seperti pada tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4. 1 Pentahapan Pengembangan Pengelolaan Air Limbah Kabupaten Sleman

No	Sistem	Cakupan Layanan Existing	Cakupan layanan (%)		
			Jangka Pendek	Jangka Menengah	Jangka Panjang
<b>A</b>	<b>Buang Air Besar Sembarangan (BABS)</b>	2,97%	1,51%	-	-
<b>B</b>	<b>Sistem Pengolahan Air Limbah Setempat (On-site System)</b>				
1	Cubluk dan sejenisnya	13,57%	7,05%	1,54%	-
2	Tangki Septik	78,14%	84,49%	86,49%	84,62%
<b>C</b>	<b>System Komunal</b>				
1	MCK/MCK ++	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	IPAL Komunal	4,58%	5,22%	6,22%	7,43%
3	Tangki Septik Komunal	-	0	0	0
<b>D</b>	<b>Off Site Sistem</b>				
1	Skala Kawasan (regional)	0,74%	0,97%	4,00%	6,92%
	<b>Jumlah</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,51%</b>	<b>100,00%</b>

Sumber: Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman 2015

Pelaksanaan Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman Tahun 2015 pada sektor pengelolaan air limbah domestik mengalami kemajuan pesat yaitu SLBM berupa IPAL Komunal dari 13 unit antara tahun 2005-2011 menjadi 105 unit dengan penambahan 92 unit hingga tahun 2014. Sedangkan pengelolaan air limbah sistem terpusat, yakni sistem IPAL Regional adalah dari 549 sambungan rumah tangga (jaringan servis) dari data 2011 menjadi 1.351 SR hingga tahun 2014 seperti pada tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4. 2 Kemajuan SSK Sektor Air Limbah Kabupaten Sleman 2015

Sasaran	Data Dasar		Status Saat ni	
	Kegiatan	Jumlah	Jumlah	Jumlah
		Tahun 2006-2011	Tahun 2006-2014	Penambahan

Peningkatan layanan kawasanrawan sanitasi	SLBM			
	IPAL Komunal (untt)	13	105	92
	MCK (unit)	2	13	11
Peningkatan layanan sistem jaringan air limbah secara terpusat	IPAL Terpusat			
	Jaringan Lateral (m)	6225	7425	1200
	Jarinaan Servis (m)	16008	245-03	8495
	Jaringan Induk (m)	11000	11000	0
	Jaringan Penggelontor (m)	15-00	1500	0
	Sambungan Rumah (unit)	549	1351	802
	Rehabilitasi SAL	300		
	Peningkatan kesadaran masyarakat pada prasarana air limbah yang baik	Fasilitasi Pembinaan Teknis Pengelolaan Air Limbah		
Sosialisasi (kali)		8		0

Sumber: Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman 2015

Cakupan akses pelayanan dan sistem layanan air limbah domestik yang telah melayani pedesaan dan perkotaan Kabupaten Sleman selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3 - 4.4 di bawah ini:

Tabel 4. 3 Cakupan Akses dan Sistem Layanan Air Limbah Domestik Kawasan Pedesaan Kabupaten Sleman Tahun 2015

No	Nama Kecamatan	Sanitasi Tidak Layak			Sanitasi Layak			
		BABS	Sistem On Site			Sistem Off Site		
			Cubluk Jamban Tidak Aman	Cubluk aman/Jamban Keluarga dgn Tangki Septik aman	MCK Komunal	Tangki Septik Komunal (>10KK)	IPAL Komunal	Skala Kawasan/ Terpusat
	(KK)	(KK)	(KK)	(KK)	(KK)	(KK)	(KK)	
1	Moyudan	486	1.500	7.022	0	0	636	0
2	Minggir	820	5.015	4.956	0	0	450	0
3	Seyegan	0	3.302	10.600	0	0	600	0
4	Godean	195	2.886	9.432	0	0	1.116	0
5	Gamping	0	0	0	0	0	0	0
6	Mlati	0	0	0	0	0	0	0
7	Depok	0	0	0	0	0	0	0
8	Berbah	0	3.369	11.151	0	0	450	0
9	Frambanan	0	1.354	14.310	0	0	0	0
10	Kalasan	0	234	12.330	0	0	450	0
11	Ngemplak	119	3.512	13.016	0	0	600	0
12	Ngaglik	0	0	0	0	0	0	0
13	Sleman	0	0	0	0	0	0	0
14	Tempel	1.423	1.564	12.305	0	0	1.050	0
15	Turi	1.838	3.227	6.212	0	0	150	0
16	Pakem	0	506	11.038	0	0	0	0
17	Cangkringan	0	3.642	5.075	0	0	0	0
<b>Jumlah</b>		<b>4.881</b>	<b>30.111</b>	<b>117.447</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5.502</b>	<b>-</b>
<b>Prosentase Layanan Limbah</b>		<b>3,09%</b>	<b>19,06%</b>	<b>74,36%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>3,48%</b>	<b>0,00%</b>
		<b>93,43%</b>			<b>3,48%</b>			<b>0,00%</b>
		<b>22,16%</b>		<b>77,84%</b>				

Sumber: Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman 2015

Tabel 4. 4 Cakupan Akses dan Sistem Layanan Air Limbah Domestik Kawasan Perkotaan Kabupaten Sleman Tahun 2015

No	Nama Kecamatan	Sanitasi Tidak Layak		Sanitasi Layak				
		BABS	Sistem On Site			Sistem Off Site		Skala Kawasan/ Terpusat
			Individual		Sistem Berbasis Komunal		Sambungan Rumah yang Berfungsi	
		Cubluk Jamban Tidak Aman	Cubluk aman/Jamban Keluarga dgn Tangki Septik aman	MCK Komunal	Tangki Septik Komunal (>10KK)	IPAL Komunal		(KK)
1	Moyudan	0	0	0	0	0	0	0
2	Minggir	0	0	0	0	0	0	0
3	Seyegan	0	0	0	0	0	0	0
4	Godean	75	1.359	2.258	0	0	223	0
5	Gamping	0	3.005	21.724	0	0	1.663	0
6	Mlati	3.445	915	15.079	0	0	1.083	1.252
7	Depok	0	2.137	34.057	0	0	2.667	1.027
8	Berbah	0	0	0	0	0	0	0
9	Prambanan	0	0	0	0	0	0	0
10	Kalasan	0	0	10.047	0	0	150	0
11	Ngemplak	0	0	0	0	0	0	0
12	Ngaglik	736	3.600	20.747	3	0	2.053	0
13	Sleman	0	631	19.037	0	0	750	0
14	Tempel	0	0	0	0	0	0	0
15	Turi	0	0	0	0	0	0	0
16	Pakem	0	0	0	0	0	0	0
17	Cangkringan	0	0	0	0	0	0	0
<b>Jumlah</b>		<b>4.256</b>	<b>11.647</b>	<b>122.949</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>8.589</b>	<b>2.279</b>
<b>Prosentase Layanan Limbah</b>		<b>2,84%</b>	<b>7,78%</b>	<b>82,12%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>5,74%</b>	<b>1,52%</b>
				<b>89,90%</b>			<b>5,74%</b>	
				<b>89,90%</b>			<b>7,26%</b>	
			<b>10,62%</b>			<b>89,38%</b>		

Sumber: Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman 2015

Dengan demikian, beberapa permasalahan sanitasi pada sektor air limbah yang mendesak dan harus segera diatasi di Kabupaten Sleman diantaranya adalah:

1. Peningkatan sambungan rumah tangga (SR) pada Kawasan yang telah terjangkau pipa servis yakni Kecamatan Mlati dan Depok. Sementara tantangan yang menjadi focus dalam hal ini adalah sosialisasi kepada warga agar bersedia masuk atau bergabung ke jaringan sistem air limbah terpusat.
2. Perluasan jaringan air limbah sistem terpusat yang berada dekat dengan saluran induk yakni Kecamatan Gamping.
3. Pengelolaan dan pemeliharaan yang terstruktur pada IPAL Komunal yang telah terbangun
4. Pembangunan IPAL Komunal pada kawasan padat penduduk di perkotaan maupun pedesaan
5. Pendampingan dan stimulan pengembangan jamban sehat pada kawasan yang belum menerapkan sistem komunal
6. Pengelolaan air limbah dari tangki septik (sistem *on-site*) khususnya lumpur dari truk tinja dan lokasi pembuangan akhir.

#### **4.1.2 Perbandingan Sistem Pengelolaan Air Limbah Terpusat Skala Permukiman (IPAL Komunal) terhadap Sistem Setempat**

Sistem sanitasi dibagi menjadi sistem terpusat dan sistem setempat. Berdasarkan Buku Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi, dasar pertimbangan pemilihan system tersebut diantaranya adalah cakupan pelayanan, kepadatan penduduk, ketersediaan air bersih, kedalaman muka tanah, permeabilitas tanah, kemiringan tanah, ketersediaan lahan dan akses jalan, kemudahan operasi, ketersediaan SDM dan kemampuan pembiayaan, risiko kesehatan yang ditimbulkan. Sistem setempat dibagi menjadi sistem individu, MCK, dan komunal 2-10 RT. Sistem pengolahan ini dilakukan dengan mengolah air limbah di lokasi sumber (tangki septik), selanjutnya lumpur hasil olahan diangkut oleh sarana pengangkut (truk tinja) ke sistem pengolahan lumpur lumpur tinja. Unit pengolahan setempat dapat berupa jamban cubluk, tangka septik dengan system resapan dan lain-lain. Namun sayangnya terdapat kendala teknis yang biasa terjadi pada sistem setempat yakni Masih banyak fasilitas individu yang tidak mengikuti standar yang berlaku, Penyediaan air masih kurang, kebersihan belum terjaga sebagaimana mestinya, pelayanan pengosongan lumpur tangki septik belum memadai dan masih banyak kota-kota yang belum mempunyai fasilitas pengosongan dan pengolahan / pembuangan akhir lumpur tinja (Samsuhadi, 2012).

Sedangkan sistem terpusat terdiri dari skala permukiman, skala kawasan tertentu, dan skala perkotaan. Sistem pengolahan air limbah secara terpusat skala permukiman dapat didefinisikan sebagai sebuah sistem pelayanan sanitasi yang melayani sekelompok rumah tangga, memiliki jaringan pipa, dan unit pengolahan air limbah. Dalam pengelolaannya biasanya melibatkan masyarakat, mulai perencanaan, pelaksanaan, dan operasi pemeliharaan. SANIMAS merupakan salah satu program yang termasuk kedalam sistem air limbah skala permukiman. Sistem ini pada praktik di lapangan lebih dikenal dengan istilah sanitasi komunal yang biasanya berupa instalasi pengolahan air limbah (IPAL) komunal. IPAL komunal di Kabupaten Sleman umumnya terdiri dari satu atau 2 unit pengolahan biologis dan dapat memberikan layanan hingga 20.000 jiwa yang berasal dari buangan domestik. Sarana sanitasi skala permukiman memegang peranan penting

dalam peningkatan akses sanitasi saat ini, khususnya di daerah perkotaan yang padat penduduk karena dapat melayani lebih efisien dari sistem individu dan merupakan sistem peralihan (antara) dari sistem individu ke sistem yang lebih besar yaitu sistem perkotaan. USAID IUWASH (2016) melalui Buku 3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik - Terpusat Skala Permukiman menyatakan bahwa sistem sanitasi skala permukiman nantinya akan terintegrasi dengan perencanaan sanitasi secara menyeluruh. Pada saat sistem terpusat skala kota sudah terbangun, sistem skala permukiman ini akan tersambung ke jaringan pipa perkotaan, sampai dengan IPAL terpusat.

IPAL Komunal sebagai salah satu bentuk sistem sanitasi skala permukiman merupakan sistem sanitasi berbasis masyarakat sehingga dalam perencanaan, pelaksanaan hingga operasi dan pemeliharaan harus melibatkan masyarakat. Agar dapat mengelola sarana tersebut, perlu diberikan pelatihan yang memadai dalam hal teknis pemeliharaan sarana, promosi kesehatan dan perubahan perilaku, serta pengelolaan keuangan. Pengelolaan keuangan diperlukan agar operasi dan pemeliharaan dapat berjalan dengan cara melakukan penarikan iuran tetap kepada kelompok pemanfaat dan pengguna (KPP). Besar iuran dapat mengacu kepada kebutuhan biaya operasional atau kepada biaya yang seharusnya dikeluarkan untuk menguras tangki septik. Sarana air limbah skala permukiman dapat menampung air limbah yang berasal dari kamar mandi, tempat cuci, dan dapur. Air limbah tersebut dialirkan melalui pipa ke bak kontrol, dari bak kontrol air limbah dialirkan melalui pipa ke dalam instalasi pengolahan air limbah (IPAL) secara komunal. Air limbah yang ditampung dalam IPAL selama beberapa hari, akan mengalami penguraian secara biologis, sehingga kualitas air buangnya (*effluent*) diharapkan sudah memenuhi standar yang aman dibuang ke saluran drainase atau badan air terdekat.

Dengan adanya IPAL Komunal sebagai sarana sanitasi skala permukiman, praktis memberikan keuntungan dibandingkan sistem setempat bagi rumah tangga yaitu tidak perlu mengalokasikan lahan untuk membangun tangki septik sendiri dan lingkungan di sekitar rumah lebih bersih karena seluruh air limbah baik dari kakus, cuci dan mandi seluruhnya dialirkan ke IPAL Komunal melalui sistem

perpipaan tertutup. Sehingga menghindari terjadinya pencemaran air tanah yang sering terjadi akibat kebocoran tangki septik pada sistem setempat.



## 4.2 Gambaran Umum IPAL Komunal

Salah satu poin permasalahan yang mendesak untuk segera ditangani yang termuat dalam Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman Tahun 2015 adalah pembangunan IPAL Komunal. Saat ini, IPAL Komunal sebagai yang telah terbangun dan menjadi objek penelitian di Kabupaten Sleman, khususnya pada area risiko sanitasi tinggi sektor air limbah dihadapkan pada beberapa permasalahan seperti konsentrasi effluent yang belum memenuhi baku mutu, munculnya bau hingga kerusakan unit pengolahan dan jaringan perpipaan. IPAL Komunal tersebut telah dikelompokkan menjadi 4 strata yang tersebar di Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok. Gambaran umum masing-masing IPAL Komunal yang telah terpilih pada masing-masing strata sebagai berikut:

### 4.2.1 Strata 1

Tabel 4. 5 Data Perencanaan IPAL Komunal pada Strata 1

Perencanaan									
No	Nama IPAL	Kelurahan	Koordinat	Tahun pengadaan	Teknologi pengolahan	Jumlah SR rencana	Kepemilikan lahan	Pendanaan	Pengelola IPAL Komunal
1	Amanah Tiga Lima	Condongcatur	7°45'58.7"S 110°23'54.4"E	2017	ABR	52 SR, 52 KK, 208 jiwa	Lahan (kas) desa	USRI	KPP
2	Ngudi Mulyo	Sukoharjo	7°42'36.0"S 110°24'59.2"E	2015	ABR + RBC	135 SR, 135 KK, 540 jiwa	Lahan (kas) desa	SANIMAS-PUSTEKLIM	KPP

Tabel 4. 6 Data Operasional IPAL Komunal pada Strata 1

Operasional									
No	Kelurahan	Nama IPAL	Tahun pengoperasian	Status IPAL	Jumlah SR aktual	Penerima effluent	Deskripsi area sekitar	Masalah yang pernah/sering muncul	Pemantauan
1	Condongcatur	Amanah Tiga Lima	2018	Berfungsi baik	65 SR, 65 KK, 325 jiwa	Sungai Gajah Wong	IPAL terletak di di bantaran Sungai Gajah Wong dan berada pada elevasi terendah, di sekitar IPAL terdapat kandang bebek, pohon pisang dengan keadaan yang tidak cukup terawat.	Kadang-kadang bau saat hujan.	DLH (2x/tahun)
2	Sukoharjo	Ngudi Mulyo	2015	Berfungsi optimal	108 SR, 108 KK, 432 jiwa	Sungai Klanduan	IPAL terletak di pinggir jalan, dan di bagian atas dimanfaatkan sebagai tempat berjualan angkringan yang lebih dikenal sebagai Cafe Mendo dan juga dilengkapi atap untuk mencegah masuknya air hujan. Lahan di sekitar IPAL ditata sedemikianrupa menjadi taman, lengkap dengan tanaman hidroponik yang memanfaatkan air hasil olahan dan kolam ikan. Terdapat kolam ikan lele dan kolam gravel untuk menjernihkan air sebelum dibuang ke Sungai Klanduan	Bau saat mati listrik, amonia sulit dihilangkan	DLH (2x/tahun)

Tabel 4. 7 Dokumentasi IPAL Komunal pada Strata 1

No	IPAL Komunal	Dokumentasi			
1	Amanah Tiga Lima				
		Kondisi sekitar dan unit ABR	Pipa <i>inlet</i>	Kompartemen 1 (lumpur)	
2	Ngudi Mulyo				
		Kompartemen unit ABR	Unit RBC (2 buah)	Bak kontrol <i>inlet</i>	Bak kontrol <i>outlet</i>

#### 4.2.2 Strata 2

Tabel 4. 8 Data Perencanaan IPAL Komunal pada Strata 2

Perencanaan									
No	Nama IPAL	Kelurahan	Koordinat	Tahun pengadaan	Teknologi pengolahan	Jumlah SR rencana	Kepemilikan lahan	Pendanaan	Pengelola IPAL Komunal
1	Banyu Bening	Condongcatur	7°44'57.4"S 110°23'41.8"E	2014	ABR	53 SR, 62 KK, 258 jiwa	Lahan (kas) desa	USRI	KPP
2	Wahana Bina Lingkungan	Caturtunggal	7°46'22.8"S 110°23'44.7"E	2011	ABR	50 SR, 51 KK, 286 jiwa	Lahan (kas) desa	SLBM-USRI	KSM

Tabel 4. 9 Data Operasional IPAL Komunal pada Strata 2

Operasional									
No	Kelurahan	Nama IPAL	Tahun pengoperasian	Status IPAL	Jumlah SR aktual	Penerima effluent	Deskripsi area sekitar	Masalah yang pernah/sering muncul	Pemantauan
1	Condongcatur	Banyu Bening	2015	Berfungsi baik	62 SR, 55 KK, 300 jiwa	Sungai Pelang	IPAL terletak di area perumahan, dan berada dekat dengan Sungai Pelang. Bagian atas IPAL biasa digunakan warga untuk menjemur pakaian, terdapat pepohonan yang cukup rindang.	Kadang-kadang bau, penyumbatan oleh lemak, minim perawatan IPAL dan jaringan pipa, biaya	DLH (1x/tahun)



1	Banyu Bening				
		Kompartemen unit ABR	Pipa inlet	Pipa outlet	
2	Wahana Bina Lingkungan				
		Pipa outlet (masuk ke dalam sungai)	Kompartemen unit ABR	Kompartemen 1	Kompartemen terakhir (sebelum ke pipa outlet)

### 4.2.3 Strata 3

Tabel 4. 11 Data Perencanaan IPAL Komunal pada Strata 3

Perencanaan									
No	Nama IPAL	Kelurahan	Koordinat	Tahun pengadaan	Teknologi pengolahan	Jumlah SR rencana	Kepemilikan lahan	Pendanaan	Pengelola IPAL Komunal
1	Manunggal Pringgodani Sejati	Caturtunggal	07°46'22"S 110°23'42"E	2012	ABR	78 SR, 78 KK, 400 jiwa	Lahan (kas) desa	SLBM Kabupaten Sleman	KSM
2	Tirto Mili	Sariharjo	7°44'58.2"S 110°22'17.2"E	2013	ABR + RBC	493 KK, 1479 jiwa	Lahan (kas) desa	SLBM DAK-PUSTEKLIM	KPP

Tabel 4. 12 Data Operasional IPAL Komunal pada Strata 3

Operasional									
No	Kelurahan	Nama IPAL	Tahun pengoperasian	Status IPAL	Jumlah SR aktual	Penerima effluent	Deskripsi area sekitar	Masalah yang pernah/sering muncul	Pemantauan
1	Caturtunggal	Manunggal Pringgodani Sejati	2013	Berfungsi optimal	118 SR, 170 KK, 470 jiwa	Sungai Gajah Wong	IPAL berlokasi di bantaran Sungai Gajah Wong, terletak di dekat jembatan dan bersebelahan dengan rumah warga. Terdapat Tempat Pembuangan Sampah (TPS) di seberang IPAL. Pada bagian atas IPAL terdapat gubuk rumah warga. Sungai Code sebagai badan air	Tidak ada	DLH (2x/tahun)

							penerima effluent terdapat keramba apung milik warga sekitar.		
2	Sariharjo	Tirto Mili	2014	Berfungsi optimal	309 SR, 309 KK, 1236 jiwa	Sungai Gajah Wong	Merupakan IPAL Komunal terbesar di Sleman dengan pengolahan yang cukup bagus yaitu RBC dan ABR. Masih satu area dengan PDAM Tirta, terdapat kolam ikan, taman dan perkebunan yang ditanami buah dan sayur. Tampak terawat dengan cukup baik, karena memiliki struktur kepengurusan yang jelas.	Penyumbatan akibat masuknya benda padat, terdapat pengguna yang tidak menyaring limbah dapur dan pembuangan kotoran tidak disertai dengan pengelontoran air yang cukup	DLH (1x/tahun)

Tabel 4. 13 Dokumentasi IPAL Komunal pada Strata 3

No	IPAL Komunal	Dokumentasi																					
1	Manunggal Pringgodani Sejati							Kondisi sekitar IPAL	Kompartemen unit ABR	Pipa outlet	Bak kontrol outlet	2	Tirto Mili							Unit RBC (2 buah)	Kompartemen unit ABR	Bak kontrol inlet	Bak kontrol outlet
		Kondisi sekitar IPAL	Kompartemen unit ABR	Pipa outlet	Bak kontrol outlet																		
2	Tirto Mili							Unit RBC (2 buah)	Kompartemen unit ABR	Bak kontrol inlet	Bak kontrol outlet												
		Unit RBC (2 buah)	Kompartemen unit ABR	Bak kontrol inlet	Bak kontrol outlet																		

#### 4.2.4 Strata 4

Tabel 4. 14 Data Perencanaan IPAL Komunal pada Strata 4

Perencanaan									
No	Nama IPAL	Kelurahan	Koordinat	Tahun pengadaan	Teknologi pengolahan	Jumlah SR rencana	Kepemilikan lahan	Pendanaan	Pengelola IPAL Komunal
1	Karya Asri Ambarrukmo	Caturtunggal	07°46'56"S 110°23'54"E	2011	ABR	85 SR, 175 KK, 340 jiwa	Lahan (kas) desa	SPBM-USRI	KPP
2	Tambakrejo Bersih	Sariharjo	7°42'54.8"S 110°22'41.3"E	2012	ABR	65 SR, 84 KK, 326 jiwa	Lahan (kas) desa	SPBM-USRI	KPP

Tabel 4. 15 Data Operasional IPAL Komunal pada Strata 4

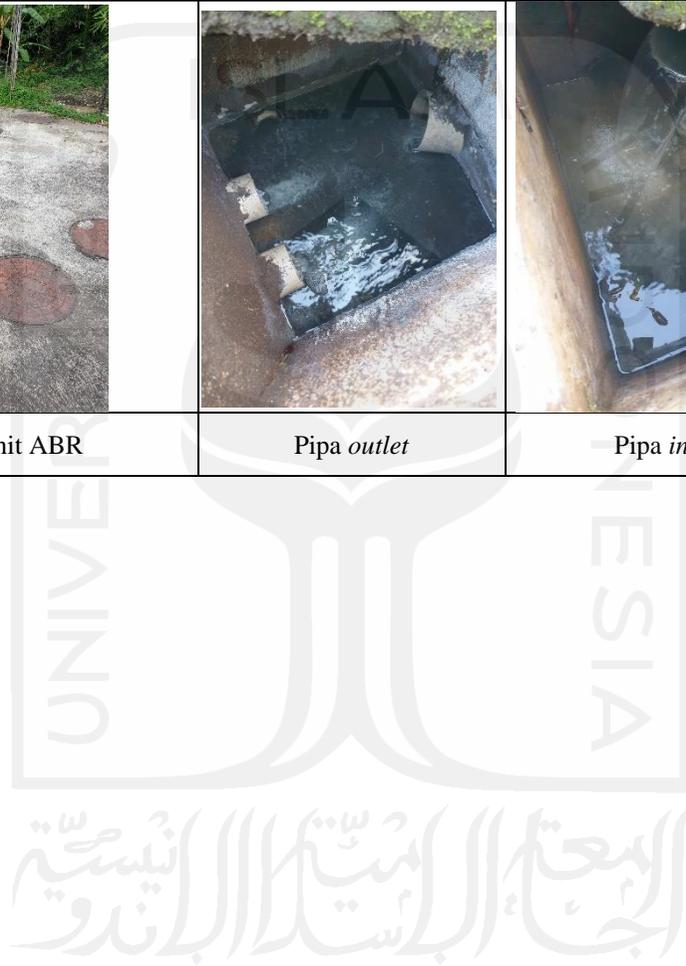
Operasional									
No	Kelurahan	Nama IPAL	Tahun pengoperasian	Status IPAL	Jumlah SR aktual	Penerima effluent	Deskripsi area sekitar	Masalah yang pernah/sering muncul	Pemantauan
1	Caturtunggal	Karya Asri Ambarrukmo	2012	berfungsi optimal	45 SR, 53 KK, 180 jiwa	Sungai Gajah Wong	IPAL terletak di dekat lapangan bersebelahan dengan rumah warga, dan digunakan oleh warga sekitar untuk meletakkan kayu dan menjemur pakaian. Badan air penerima effluent yakni Sungai Gajah Wong yang	Sering terjadi penyumbatan benda padat pada jaringan pipa	DLH (2x/tahun)

							berjarak sekitar 50 m dari IPAL.		
2	Sariharjo	Tambakrejo Bersih	2013	Berfungsi optimal	60 SR, 78 KK, 302 jiwa	Sungai Bendo	IPAL berlokasi di dalam gang pemukiman warga dengan elevasi terendah, terdapat kolam ikan dan kandang sapi di sekitar IPAL.	Sering terjadi penyumbatan benda padat pada jaringan pipa dan pipa pernah retak atau bocor	DLH (1x/tahun)

Tabel 4. 16 Dokumentasi IPAL Komunal pada Strata 4

No	IPAL Komunal	Dokumentasi			
		1	Karya Asri Ambarrukmo		
		Kondisi sekitar IPAL	Kompartemen unit ABR	Bak kontrol inlet	Bak kontrol outlet

2	Tambakrejo Bersih				
		Kompartemen unit ABR	Pipa outlet	Pipa inlet	Genangan air di sekitar IPAL

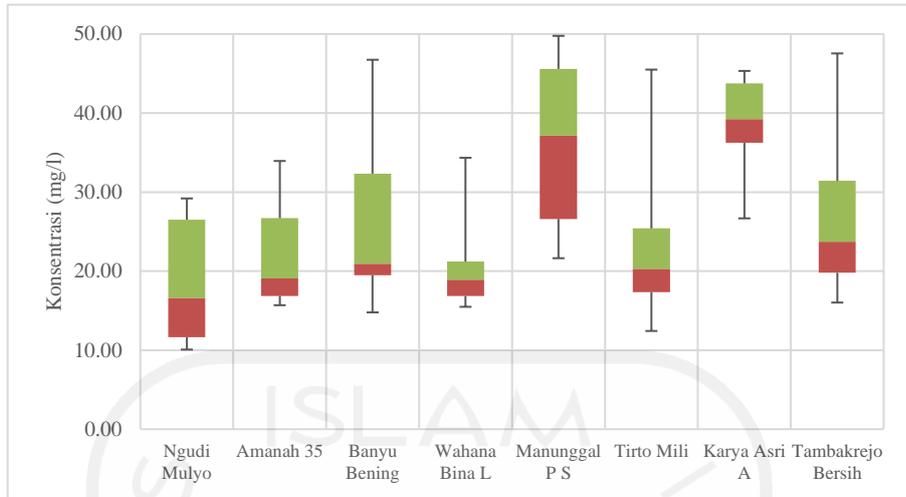


## 4.3 Hasil Pengujian Parameter Air Limbah Domestik

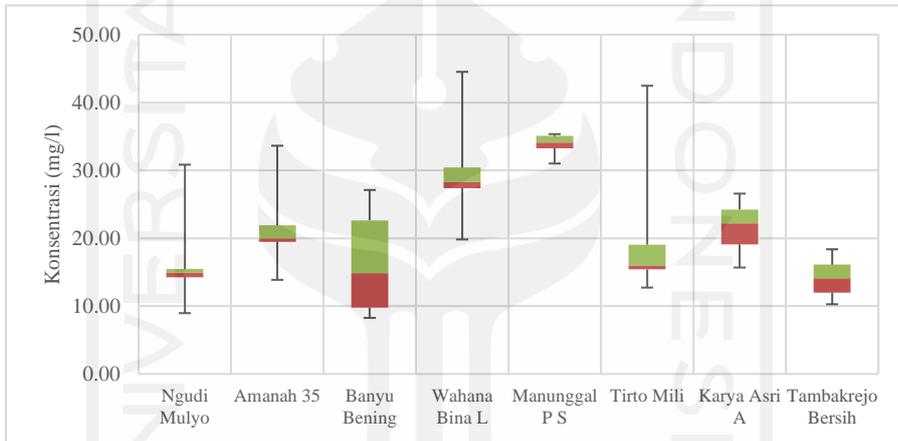
### 4.3.1 Amonia (NH<sub>3</sub>)

Amonia berasal dari dekomposisi tinja, air seni maupun oksidasi dari zat organik oleh mikroorganisme. Herlambang dan Marsidi (2003), menyebutkan amonia dapat terbentuk dari hidrolisis urea dari hasil sekresi metabolisme makhluk hidup yang berasal dari buangan permukiman penduduk yang disalurkan melalui jaringan perpipaan ke instalasi pengolahan air limbah untuk secara komunal diolah sebelum dibuang ke badan air. Hasil pengujian amonia pada sampel air limbah domestik yang diambil dari *inlet* dan *outlet* dengan total 8 IPAL Komunal yang mewakili masing-masing strata, kemudian dianalisis menggunakan *Box plot* (diagram *box-and-whisker*). *Box plot* merupakan salah satu teknik analisis data yang dapat menunjukkan karakteristik dan distribusi data (Junaidi, 2014).

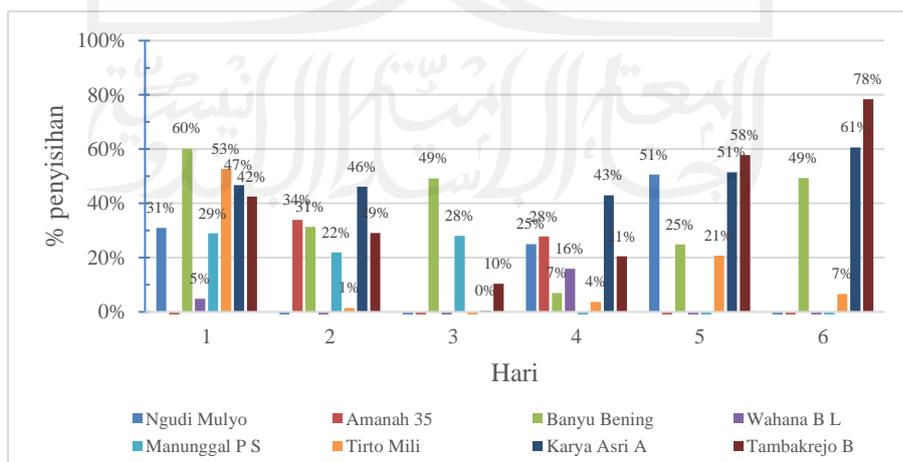
Sebaran konsentrasi amonia diseluruh IPAL Komunal sangat bervariasi yang mengakibatkan bentuk diagram tidak simetris yang tidak memiliki nilai ekstrim (*outlier*) seperti pada Lampiran 2. Berdasarkan hasil pengujian, konsentrasi *inlet* memiliki rentang antara 10-50 mg/l dimana konsentrasi tertinggi terdapat pada IPAL Komunal Manunggal Pringgodani Sejati sebesar 49,77 mg/l dan terendah pada Ngudi Mulyo sebesar 10,08 mg/l seperti pada gambar 4.2. Sedangkan gambar 4.3 menunjukkan penurunan konsentrasi pada *outlet* tertinggi terdapat pada IPAL Komunal Banyu Bening sebesar 8,26 mg/l kemudian disusul Ngudi Mulyo sebesar 8,97 mg/l. Dengan kata lain, hanya 2 IPAL Komunal tersebut yang memenuhi baku mutu Permen LHK No. 68 Tahun 2016 yaitu sebesar 10 mg/l. Namun, jika dilihat berdasarkan nilai rerata selama 6 kali pengujian diketahui seluruhnya konsentrasi amonia belum memenuhi baku mutu yaitu IPAL Komunal Ngudi Mulyo sebesar 16,55 mg/l, Amanah Tiga Lima sebesar 21,55 mg/l, Banyu Bening sebesar 16,41 mg/l, Wahana Bina Lingkungan sebesar 29,85 mg/l, Manunggal Pringgodani Sejati sebesar 33,82 mg/l, Tirta Mili sebesar 20,42 mg/l, Karya Asri Ambarukmo sebesar 21,60 mg/l dan Tambakrejo Bersih 14,17 mg/l.



Gambar 4. 3 Grafik Sebaran Amonia pada Inlet IPAL Komunal



Gambar 4. 4 Grafik Sebaran Amonia pada Outlet IPAL Komunal



Gambar 4. 5 Efisiensi Penyisihan Amonia

Pada kompartemen ABR diketahui terjadi proses perombakan bahan organik yang mengandung protein oleh bakteri secara anaerobik sehingga akan meningkatkan konsentrasi amonia. Harahap (2013) menyatakan bahwa semakin besar debit air limbah masuk dalam sistem maka kemampuan menurunkan kandungan amonia semakin kecil, begitu pula sebaliknya. Hal tersebut sejalan dengan hasil pengujian laboratorium 8 IPAL Komunal yang terletak pada area risiko tinggi. Bahkan IPAL Amanah Tiga Lima, Banyu Bening, Manunggal Pringgodani Sejati, Tirta Mili, Karya Asri Ambarukmo dan Tambakrejo Bersih terjadi peningkatan konsentrasi amonia dari *inlet* dan *outlet* yang dipengaruhi oleh pH dimana berada pada *range* 7 ke bawah yang mengakibatkan jumlah amonia yang terionisasi lebih banyak dibanding dengan amonia yang tidak terionisasi (Astika dkk., 2017). Selain itu, turunnya hujan saat pengambilan sampel mengakibatkan bercampurnya air hujan dengan air limbah maka kepekatan air limbah menjadi berkurang sehingga menurunkan persentase penyisihan seperti pada gambar 4.5. Nilai efisiensi terbesar terdapat pada IPAL Komunal Tambakrejo Bersih pada hari ke-6 sebesar 78% disusul oleh Karya Asri Ambarukmo sebesar 61%. Sumber terbesar dari amonia adalah pada tinja dan air seni. Air seni merupakan karakteristik yang paling dominan dalam air limbah domestik. Konsentrasi amonia air limbah domestik juga dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat di sekitar IPAL Komunal. Selain konsentrasi influen yang tergolong tinggi, IPAL Komunal yang menggunakan ABR sebagai teknologi pengolahannya belum mampu menyisihkan konsentrasi amonia secara optimal. Hal ini dikarenakan unit ABR lebih fokus pada pengolahan zat organik pada air limbah. Amonia yang dioksidasi oleh bakteri menjadi nitrit dan nitrat dan proses ini dapat menyebabkan deplesi oksigen terlarut (DO) dan kemungkinan kematian ikan. Reaksi nitrifikasi juga menghasilkan ion  $H^+$ , yang dapat menyebabkan penurunan pH jika alkalinitas air tidak mencukupi (Widayat dkk., 2010). Hal ini disebabkan jika suhu dan pH meningkat, sementara oksigen terlarut menurun, maka kadar amonia akan menjadi tinggi dalam badan air (Sumantri & Cordova, 2011)

#### 4.3.2 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

BOD atau *biological oxygen demand* adalah sejumlah oksigen terlarut (DO) yang diperlukan mikroorganisme untuk menguraikan bahan atau polutan organik yang memang telah siap (*readily decomposable organic matter*) atau mudah diurai secara aerobik (Boyd, 1990). Menurut Metcalf & Eddy (1991), parameter BOD digunakan sebagai parameter pencemar air limbah karena beberapa alasan dan memiliki hubungan dalam pengolahan air limbah diantaranya BOD penting untuk mengetahui perkiraan jumlah oksigen yang akan diperlukan untuk menstabilkan bahan organik yang ada secara biologi, untuk mengetahui ukuran fasilitas unit pengolahan limbah, untuk mengukur efisiensi suatu proses perlakuan dalam pengolahan limbah, dan untuk mengetahui kesesuaiannya dengan batasan yang diperbolehkan bagi pembuangan air limbah. Singkatnya, nilai BOD berguna untuk mengetahui apakah air limbah tersebut mengalami biodegradasi atau tidak.

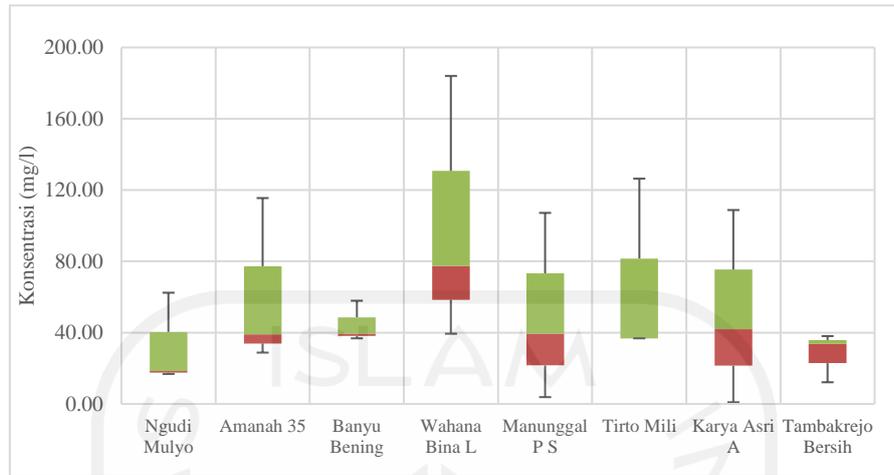
*Box plot* atau diagram *box-and-whisker* dapat digunakan untuk menampilkan sebaran hasil pengujian BOD yang diambil pada *inlet* dan *outlet* sebanyak 3 (tiga) kali pengulangan dengan hasil yang bervariasi. Pengambilan sampel hanya dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan karena dianggap dapat diwakili oleh parameter COD melalui rasio BOD/COD. Konsentrasi tertinggi *inlet* seperti yang terdapat pada gambar 4.4 sebesar 182,4 mg/l dan terendah Ngudi Mulyo sebesar 17,6 mg/l. Sementara penurunan konsentrasi pada *outlet* tertinggi terjadi pada IPAL Karya Asri Ambarukmo dan Manunggal Pringgodani Sejati sebesar 1 mg/l dan 3,84 mg/l yang selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.5. Berdasarkan nilai rerata, 7 IPAL Komunal telah memenuhi baku mutu yakni IPAL Komunal Ngudi Mulyo sebesar 32,53 mg/l, Amanah Tiga Lima sebesar 61,12 mg/l, Banyu Bening sebesar 44,69 mg/l, Manunggal Pringgodani Sejati sebesar 50,13 mg/l, Tirto Mili sebesar 66,67 mg/l, Karya Asri Ambarukmo sebesar 50,56 mg/l dan Tambakrejo Bersih 27,95 mg/l serta hanya IPAL Wahana Bina Lingkungan sebesar 100,28 mg/l yang tidak memenuhi baku mutu Perda DIY No. 7 Tahun 2016 yaitu sebesar 75 mg/l. Berdasarkan gambar 4.8 efisiensi penyisihan terbesar terjadi pada IPAL Komunal Amanah 35 pada hari pengambilan sampel

ke-2 sebesar 84%, Manunggal Pringgodani Sejati pada hari ke-1 sebesar 95% dan Karya Asri Ambarukmo pada hari ke-3 sebesar 99%. Hal ini memang telah sesuai kriteria desain yaitu BOD sekitar 70-95% dan COD 65-90% (Sasse L. , 1998). Namun, tetap saja terjadi fluktuasi kemampuan penyisihan selama 3 kali pengambilan sampel pada 8 IPAL Komunal dimana sebagian lain ini belum memenuhi kriteria desain.

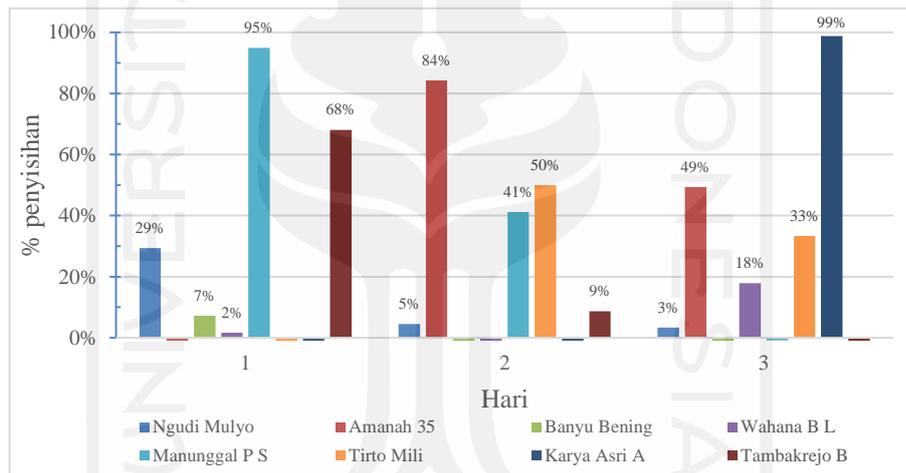
Hasil obeservasi secara fisik saat pengambilan sampel di seluruh IPAL Komunal yang menjadi lokasi penelitian terlihat adanya buih – buih yang mengindikasikan bahwa limbah tersebut mengandung detergen yang dihasilkan dari proses pencucian menggunakan sabun cuci piring dan cairan pembersih yang dibuat dari surfaktan sintetik. Adanya detergen dalam air limbah dapat mengganggu kehidupan ekosistem dalam air serta menghambat kelarutan oksigen sehingga oksigen terlarut menjadi rendah sedangkan nilai BOD dan COD menjadi tinggi (Fardiaz, 1992). Bila nilai BOD dan COD telah cukup tinggi dan melebihi baku mutu, maka sudah dapat diduga ada indikasi pencemaran bahan organik sebelum di buang ke badan air.



Gambar 4. 6 Grafik Sebaran BOD di Inlet IPAL Komunal



Gambar 4. 7 Grafik Sebaran BOD di Outlet IPAL Komunal



Gambar 4. 8 Efisiensi Penyisihan BOD

#### 4.3.3 Chemical Oxygen Demand (COD)

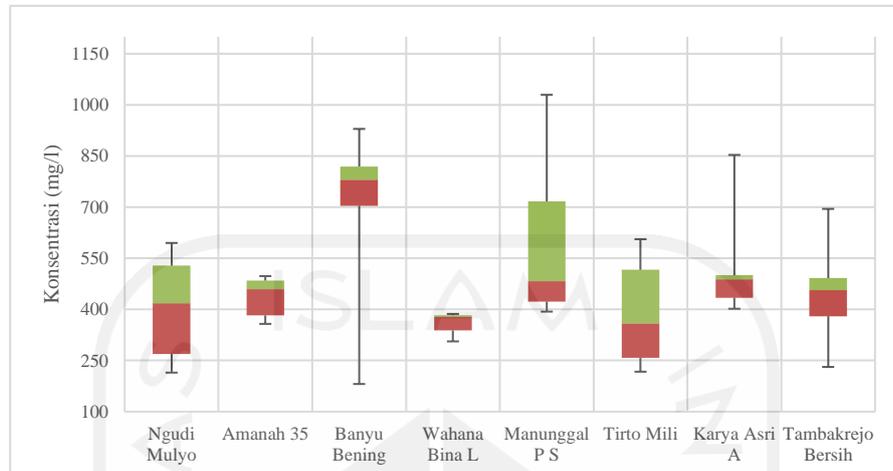
COD adalah sejumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang biodegradable dan non-biodegradable secara kimia. Pengukuran COD menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak di pecah secara biokimia (Ginting, 2007). Sehingga COD dapat disebut sebagai jumlah total bahan organik yang ada dalam air atau perairan, baik yang mudah urai maupun yang sulit urai. Dengan memperbandingkan nilai COD dan BOD, akan diketahui gambaran jumlah bahan organik perssisten (sulit urai) yang terkandung di dalamnya (Atima, 2015). Nilai COD akan selalu lebih besar daripada BOD karena kebanyakan

senyawa lebih mudah teroksidasi secara kimia daripada secara biologi (Purwatiningrum, 2018).

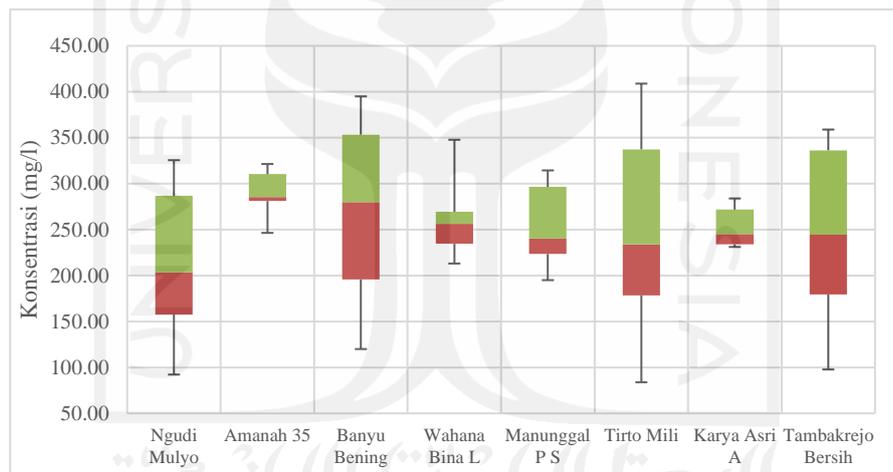
Hasil pengujian pada gambar 4.6 dan 4.7 menampilkan sebaran konsentrasi COD pada *inlet* dan *outlet* yang bervariasi dengan median yang tidak simetris. Konsentrasi tertinggi pada *inlet* terjadi pada IPAL Manunggal Pringgadani Sejati sebesar 1029,72 mg/l dan terendah yaitu Banyu Bening sebesar 181,11 mg/l dengan konsentrasi rerata *inlet* berkisar antara 359-697 mg/l. Sementara konsentrasi *outlet* terjadi penurunan terbesar pada IPAL Komunal Tirto Mili sebesar 83,89 mg/l, disusul Ngudi Mulyo 92,22 mg/l, dan Tambakrejo Bersih sebesar 97,78 mg/l. Namun, jika dilihat berdasarkan nilai rerata selama 6 kali pengujian diketahui seluruhnya konsentrasi amonia belum memenuhi baku mutu yaitu IPAL Komunal Ngudi Mulyo sebesar 213,52 mg/l, Amanah Tiga Lima sebesar 289,44 mg/l, Banyu Bening sebesar 270 mg/l, Wahana Bina Lingkungan sebesar 262,36 mg/l, Manunggal Pringgadani Sejati sebesar 253,8 mg/l, Tirto Mili sebesar 248,7 mg/l, Karya Asri Ambarukmo sebesar 252,64 mg/l dan Tambakrejo Bersih 245 mg/l yang dimana belum memenuhi baku mutu Perda DIY No. 7 Tahun 2016 yaitu sebesar 200 mg/l. Berdasarkan gambar 4.11 sebagian besar efisiensi penyisihan COD belum memenuhi kriteria desain untuk unit ABR yaitu 65-90%, dimana efisiensi penyisihan terbesar terjadi pada IPAL Komunal Banyu Bening pada hari ke-3, ke-4 dan ke-5 sebesar 85%, 72% dan 65%. Diikuti oleh Tambakrejo Bersih pada hari ke-3 sebesar 80%, Manunggal Pringgadani Sejati pada hari ke-1 dan ke-2 sebesar 70% dan 76%

Menurut Azizah (2012), penurunan konsentrasi COD dalam air limbah dapat terjadi akibat terkonversinya senyawa organik menjadi gas  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$  dan  $CH_4$  dan peningkatan waktu kontak yang mengakibatkan biodegradasi organik berlangsung lebih lama sehingga konsentrasi COD semakin rendah (Mulyani dkk., 2012). Namun berdasarkan nilai rerata *outlet* seluruh IPAL Komunal belum memenuhi baku mutu Perda DIY No. 7 tahun 2016 sebesar 200 mg/l. Tingginya nilai COD secara umum disebabkan oleh tingginya aktivitas sehari-hari masyarakat seperti mandi dan mencuci yang mempengaruhi debit air

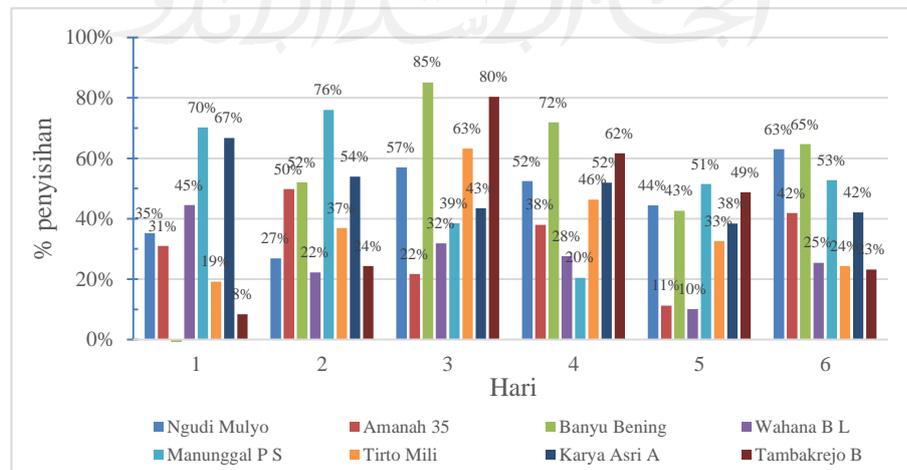
limbah yang masuk ke IPAL. Selain itu, mungkin disebabkan akibat rendahnya waktu kontak dan ketebalan lapisan selimut lumpur pada dasar reaktor ABR.



Gambar 4. 9 Grafik Sebaran COD pada Inlet IPAL Komunal



Gambar 4. 10 Grafik Sebaran COD pada Outlet IPAL Komunal

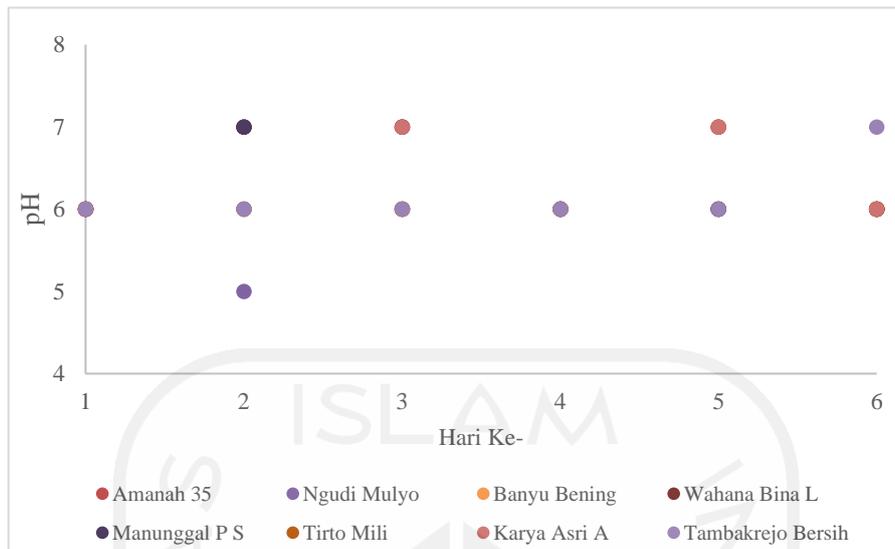


Gambar 4. 11 Efisiensi Penyisihan COD

#### 4.3.4 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH air digunakan untuk mengekspresikan kondisi keasaman (konsentrasi ion hidrogen) air limbah dengan skala antara 1–14. Pengolahan air limbah secara anaerobik memiliki pH optimum berkisar antara 6 - 8,5 (Banefield & Randall, 1980). Berdasarkan pengukuran pH pada **gambar 4.9** menggunakan indikator pH universal didapatkan nilai pH pada *inlet* dan *outlet* seluruh IPAL umumnya memiliki nilai berkisar antara 6-7, kecuali pada outlet IPAL Komunal Ngudi Mulyo pada hari ke-3 yaitu 5. Nilai pH juga mengalami peningkatan dan penurunan, adanya peningkatan nilai pH menandakan proses *methanogenesis* berjalan dengan baik. IPAL Komunal menggunakan proses biologi secara anaerob yang memanfaatkan mikroorganisme dalam mendegradasi polutan air limbah hanya akan berkembang dengan baik pada kondisi pH netral, dikarenakan bakteri metanogenik bekerja secara optimal pada kondisi pH netral (Lettinga & Haandel, 1994). Sehingga proses dekomposisi bahan organik berlangsung lebih cepat (Effendi, 2003).

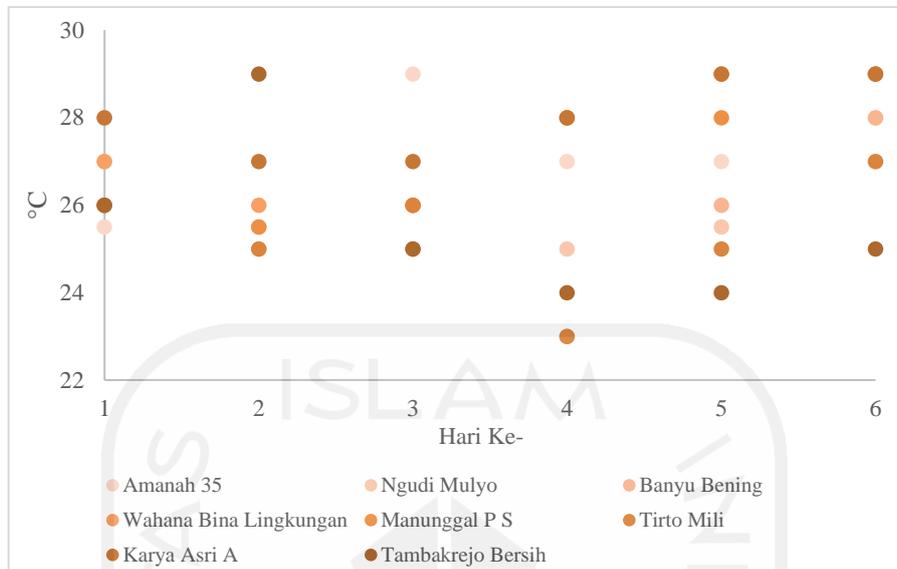
Jika dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik dalam Perda DIY No.7 tahun 2016, nilai pH *inlet* dan *outlet* masih memenuhi baku mutu air limbah domestik dalam rentang nilai 6–9. Perubahan pH di suatu air dapat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari biota air yang hidup di dalamnya, misalnya pada pH rendah proses nitrifikasi akan berakhir dan toksisitas logam mengalami peningkatan. Air yang mempunyai pH 6,7–8,6 mendukung populasi makhluk hidup dalam air. Dalam rentang tersebut, pertumbuhan dan perkembangbiakan makhluk hidup air tidak akan terganggu (Sastrawijaya, 2009).



Gambar 4. 12 Grafik pH pada Outlet IPAL Komunal

#### 4.3.5 Suhu

Air limbah pada umumnya mempunyai suhu yang lebih tinggi daripada lingkungan sekitar. Pengukuran suhu pada *inlet* dan *outlet* IPAL Komunal menggunakan termometer menunjukkan nilai yang hampir seragam berkisar antara 25-29°C. Pengamatan suhu dilakukan mulai pukul 06:30 sampai 08:50 WIB dimana waktu pagi belum banyak penetrasi sinar matahari. Berdasarkan Perda DIY No. 7 tahun 2016, suhu air limbah yang dipersyaratkan  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  terhadap suhu udara. Suhu udara rerata saat pengambilan sampel berkisar dari 22-26°C. Sehingga suhu hasil pengukuran masih termasuk ke dalam baku mutu suhu yang dipersyaratkan. Suhu merepresentasikan aktivitas kimiawi dan biologis yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam air limbah. Kenaikan suhu mempengaruhi penyisihan parameter organik seperti COD yang masuk pada unit ABR sehingga substrat menjadi lebih mudah didegradasi (Sasse, 2009). Sehingga umumnya terjadi kenaikan suhu pada *outlet*. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Peningkatan suhu dapat mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, volatilisasi, penurunan kelarutan gas dalam air, dan juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme akuatik yang selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen terlarut (Sumantri & Cordova, 2011).



Gambar 4. 13 Grafik Suhu pada Outlet IPAL Komunal

#### 4.4 Analisis Skoring dan Pembobotan

Analisis skoring dan pembobotan dapat dilakukan setelah pengumpulan data sekunder dan data primer. Masing-masing aspek penilaian yang telah dirancang diperkirakan berpengaruh terhadap sanitasi pada IPAL Komunal yang secara garis besar dibagi menjadi 4 (empat) aspek utama yaitu aspek perencanaan, kinerja, pembiayaan, dan kelembagaan yang selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

##### 4.4.1 Aspek Perencanaan

###### A. Kesesuaian Jumlah Pengguna dengan Kapasitas Rencana

Kesesuaian jumlah pengguna dengan perencanaan yang dimaksud dalam hal ini adalah persentase pelayanan sambungan rumah terhadap jumlah kepala keluarga (KK) atau dapat disebut juga sebagai cakupan pelayanan yang dibagi menjadi 3 (tiga) kategori yaitu >100% (1), <100% (2) dan 100% (3). Sebanyak 8 IPAL Komunal umumnya memiliki cakupan pelayanan sebesar 100% dan kurang dari 100%, kecuali IPAL Komunal Banyu Bening yang lebih dari 100% yaitu sebesar 119%. Jumlah pengguna sangat mempengaruhi beban pengolahan dan dapat dikatakan *overload* atau *over desain capacity* pencemar jika pelayanan lebih dari 100% (Saputra dkk., 2016). Selain itu, Menurut Palangda (2015), jumlah pengguna yang melebihi kapasitas rencana berpotensi memperpendek

umur IPAL karena dipaksa bekerja melebihi kapasitas sebagaimana mestinya dan berujung pada kinerja IPAL menjadi tidak optimal dan kualitas air buangan IPAL memenuhi baku mutu air limbah.

#### B. Usia IPAL Komunal

Usia layan sangat berhubungan erat dengan beban pengolahan yang masuk dan diperkirakan kemampuan pengolahan menurun seiring bertambahnya usia IPAL Komunal serta tidak jarang muncul bau yang menyengat. Dalam penelitian ini, usia IPAL dibagi menjadi 11-20 tahun (1), 6-10 tahun (2) dan  $\leq 5$  tahun (3). Secara umum, IPAL Komunal pada area risiko sanitasi tinggi masuk dalam kategori 6-10 tahun, kecuali IPAL Amanah Tiga Lima yang berusia 3 tahun. Pemeliharaan dan perawatan diperlukan untuk memperpanjang masa layan IPAL Komunal salah satunya dengan cara rutin melakukan pengecekan pada bak kontrol dan *manhole* serta penggelontoran air.

#### C. Kondisi Unit IPAL

Kondisi unit IPAL dapat dikategorikan menjadi tidak terawat (1), kurang terawat (2) dan terawat (3). Berdasarkan observasi, IPAL Komunal yang berada pada area risiko sanitasi tinggi sektor air limbah berkategori kurang terawat dan terawat, kecuali pada IPAL Komunal Wahana Bina Lingkungan yang tidak terawat. Peneliti menemukan bahwa kondisi IPAL Komunal dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya adalah keadaan kepengurusan dimana IPAL Komunal yang memiliki struktur keanggotaan yang jelas dan dilengkapi SOP cenderung terawat. Selain itu, partisipasi masyarakat sebagai pemanfaat pada acara kerja bakti dan iuran yang ditarik secara rutin sangat berpengaruh pada kondisi IPAL Komunal.

### 4.4.2 Aspek Kinerja

#### A. Masalah Operasional

Masalah operasional merupakan masalah yang sering atau pernah terjadi selama pengoperasian IPAL Komunal yang dibagi menjadi 3 kategori yakni kerusakan unit pengolahan (1), kebocoran atau penyumbatan jaringan perpipaan (3) dan tidak ada kerusakan atau

kebocoran. Secara umum beberapa masalah yang sering atau pernah muncul berdasarkan wawancara kepada pengurus IPAL dan observasi mandiri adalah penyumbatan pada jaringan perpipaan. Penyumbatan dapat berasal dari minyak dan lemak, benda padat seperti sikat gigi, kemasan plastik hingga pembalut. Selain itu, air hujan dapat masuk ke unit pengolahan akibat *manhole* tidak tertutup rapat dan sering dibuka-tutup menyebabkan kondisi optimal anaerobik tidak dapat tercapai sehingga kinerja mikroorganisme pengolah kurang optimal dan konsentrasi COD menjadi tinggi. Operasional dan Pemeliharaan dilakukan oleh pengurus IPAL Komunal dilakukan secara kuratif yaitu ketika ada permasalahan baik pada sambungan rumah, perpipaan dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) baru kemudian dilakukan perbaikan. Pengurus IPAL juga mengakui bahwa masih banyak pemanfaat yang belum tertib dan sengaja membuang benda yang berujung pada penyumbatan. Masalah operasional berkaitan secara langsung dengan operasi dan pemeliharaan pada sambungan rumah, pipa air limbah (*sewer*), dan unit IPAL.

- Sambungan rumah (SR) dimana terdapat bak kontrol di halaman rumah merupakan unit yang penting dikontrol secara rutin, hal ini untuk memastikan bahwa aliran berjalan dengan baik. Kotoran berupa sampah atau akumulasi minyak yang membatu harus dibuang. Untuk mencegah penyumbatan, secara rutin harus dilakukan penggelontoran dengan air yang cukup, sehingga kotoran yang menyangkut di dalam pipa dapat hanyut, sehingga tidak mengganggu aliran.
- Jalur perpipaan air limbah merupakan atribut yang sangat penting dalam sistem jaringan pipa air limbah terpusat, untuk itu harus dilakukan inspeksi jalur pipa untuk memastikan semua jalur dalam keadaan baik, tutup *manhole* berada pada tempatnya dan dalam kondisi baik. Harus dipastikan bahwa aliran dalam pipa berjalan dengan baik. Untuk mengetahui aliran berjalan baik dapat dilakukan dengan penggelontoran bersama setiap SR pada setiap blok pelayanan.

- Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) merupakan bagian paling vital dalam pengelolaan air limbah yang pada umumnya menggunakan unit pengolahan biologis. Apabila proses biologis ini berjalan dengan baik, maka akan terjadi penurunan konsentrasi atau perbaikan kualitas pada efluen (pipa keluar). Tanda bahwa kualitasnya baik secara fisik dapat dilihat yaitu air relatif jernih, relatif tidak ada partikel dalam aliran, dan bau tidak berlebihan.

#### B. Kesesuaian terhadap Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter yang diuji pada penelitian ini yaitu Amonia, BOD dan COD. Masing-masing parameter memiliki baku mutu yang merupakan batas atau tingkat unsur pencemar yang dapat ditoleransi keberadaannya dalam air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Skor masing-masing parameter dapat dikategorikan menjadi tidak memenuhi (1) dan memenuhi (3). Nilai rerata hasil pengujian selama 6 kali pengambilan sampel mengungkapkan parameter BOD memenuhi baku mutu Perda DIY No.7 tahun 2016 sebesar 75 mg/l kecuali IPAL Komunal Wahana Bina Lingkungan. Sementara rerata nilai amonia dan COD di seluruh IPAL Komunal masih belum memenuhi baku mutu Permen LHK No.68 tahun 2016 dan Perda DIY No.7 tahun 2016 sebesar 10 mg/l dan 200 mg/l.

#### C. Efisiensi Penyisihan Parameter Air Limbah

Efisiensi penyisihan pengolahan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan IPAL dalam menurunkan parameter pencemar. Kondisi lingkungan dalam reaktor sangat mempengaruhi efisiensi penyisihan parameter karena mikroorganisme tidak dapat bekerja secara optimal dalam menguraikan bahan organik. Secara umum kriteria desain ABR dapat menurunkan BOD hingga 70-95%, COD 65-90% dan amonia sebesar 40-80% (Ditjen Cipta Karya, 2017). Namun, berdasarkan pengujian sampel pada outlet diketahui nilai rerata efisiensi ketiga parameter tersebut terbilang sangat kecil dan belum memenuhi kriteria desain. Profil konsentrasi senyawa organik bervariasi sepanjang ABR, hal ini dikarenakan adanya peningkatan waktu kontak air limbah. Bakteri di

dalam bioreaktor mengapung dan mengendap sesuai karakteristik aliran dan gas yang dihasilkan, tetapi bergerak secara horizontal ke ujung reaktor secara perlahan, sehingga konfigurasi tersebut mampu menunjukkan tingkat penyisihan COD dan BOD yang tinggi (Foxon dkk., 2006). Namun hal tersebut belum terjadi pada IPAL Komunal yang berada pada area risiko sanitasi tinggi dimana efisiensi penyisihan parameter COD dan BOD masih rendah yang disebabkan oleh waktu retensi akibat kurangnya pengaruh dari hidrodinamik dan derajat pengadukan atau keberadaan kontak antara substrat dan bakteri untuk mengontrol transfer massa dan kinerja reaktor. Selain itu belum terbentuknya lapisan selimut lumpur di dasar pada setiap kompartemen yang berfungsi memperlambat aliran dan retensi air limbah dikarenakan aliran air limbah mengalir melalui lapisan lumpur yang berada di bawah sekat yang menggantung. Proses awal pembibitan dan aklimatisasi air limbah juga menentukan pertumbuhan bakteri pada IPAL. Secara umum, dapat disebutkan bahwa kualitas efluen pada sistem ABR tergantung pada dua faktor, yaitu waktu kontak air limbah dengan biomassa atau jumlah padatan *biodegradable* dan retensi biomassa sebagai akibat pengendapan pada setiap kompartemen (Hastuti dkk., 2017).

#### D. Kondisi fisik Air Hasil Olahan (*Outlet*)

Fisik air olahan (*outlet*) dapat dilihat sebagai salah satu indikator yang menandakan kemampuan unit pengolahan dalam mengolah air limbah. Selama proses penguraian zat organik, mikroorganisme dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air. Penguraian zat organik oleh mikroorganisme pada sistem anaerobic menyebabkan timbulnya gas seperti  $H_2S$  dan  $NH_3$  yang berbau tidak sedap (Aswir, 2006). Hal tersebut sejalan dengan hasil observasi saat pengambilan sampel, *outlet* IPAL Komunal relatif keruh dan berbau menyengat (1) dan jernih namun berbau menyengat (2), kecuali pada IPAL Banyu Bening, Ngudi Mulyo dan Tirto Mili dengan kondisi jernih dan tidak berbau menyengat (3). Hal ini mengindikasikan proses berjalan dengan baik seperti pada IPAL Ngudi

Mulyo dan Tirto Mili pengolahan terjadi melalui 2 unit yaitu ABR dan RBC sehingga meningkatkan kualitas *effluent*.

#### E. Frekuensi Pengurasan Lumpur

Salah satu faktor utama dalam pemeliharaan IPAL Komunal adalah frekuensi pengurasan lumpur. Pada penelitian ini frekuensi pengurasan lumpur dapat dikategorikan menjadi tidak pernah dikuras (1), pengurasan tiap 1 tahun (12 bulan) (2) dan pengurasan tiap 6 bulan (3). Menurut Khansa & Herumurti (2020), idealnya pengurasan lumpur dilakukan 2-3 tahun sekali. Namun, pengurasan biasanya dapat juga dilakukan sebelum 2-3 tahun karena telah terjadi penumpukan lapisan lumpur seperti yang terjadi pada IPAL Komunal yang berada pada area risiko sanitasi tinggi. Umumnya IPAL dikuras 6 bulan sekali yaitu IPAL Komunal Amana Tiga Lima, Ngudi Mulyo, Manunggal Pringgodani Sejati, Tirto Mili dan Tambakrejo Bersih. Ada juga IPAL Komunal yang paling dikuras minimalnya 1 tahun sekali seperti IPAL Komunal Banyu Bening, Wahana Bina lingkungan dan Karya Asri Ambarukmo. Namun, akibat adanya pandemi *COVID-19*, pengurasan tidak dapat dilakukan sesuai jadwal karena banyak kondisi ekonomi para pemanfaat yang terdampak oleh pandemi. IPAL Komunal yang memiliki akses jalan yang cukup lebar biasanya menyewa mobil sedot lumpur milik DLH Kabupaten Sleman dengan biaya sekitar Rp. 300.000. Sedangkan bila akses tidak memungkinkan, pengurus biasa menyiasatinya dengan pengurasan menggunakan tenaga warga saat kegiatan gotong royong.

Pengurasan lumpur yang tidak teratur menyebabkan endapan lumpur terbawa menuju *outlet* yang menyebabkan *effluent* air limbah dapat mencemari lingkungan. Kadar air lumpur pada unit ABR umumnya cukup tinggi yaitu 88% (Getahun dkk., 2020). Selain itu, lumpur air limbah akan menyebabkan masalah lingkungan apabila tanpa stabilisasi karena adanya kandungan organik sintetik, logam berat, dan zat organik.

### 4.4.3 Aspek Pembiayaan

#### A. Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya operasional dan pemeliharaan merupakan biaya yang digunakan dan dibutuhkan untuk pengoperasian dan pemeliharaan jaringan perpipaan dan unit pengolahan IPAL Komunal yang dapat bersumber dari pemerintah seperti APBDDesa, hibah dari donator hingga iuran pemanfaat. Berdasarkan wawancara peneliti kepada pengurus IPAL, biaya operasional seluruhnya bergantung pada iuran warga yang secara umum sebesar lebih dari Rp. 5.000-10.000. Pada awal pembangunan IPAL komunal, pembiayaan ditanggung semua oleh Pemerintah karena memang membutuhkan dana yang cukup besar. Operasi dan pemeliharaan rutin dibiayai oleh masyarakat yang dikelola oleh KPP seperti pembersihan saluran dari sampah, penggelontoran rutin, pemeliharaan bangunan rutin seperti pemeliharaan material yang mengandung logam agar terlindungi dari korosi. Penarikan biaya kepada pemanfaat merupakan salah satu bentuk pelibatan masyarakat secara aktif dengan besaran iuran yang telah disepakati sebelumnya pada kegiatan arisan atau PKK. Namun, tetap saja tidak semua pemanfaat taat bayar iuran sesuai waktunya seperti pada IPAL Amanah Tiga Lima dan Wahana Bina Lingkungan yang disebabkan oleh keadaan ekonomi maupun kurangnya rasa kepedulian masyarakat terkait adanya IPAL Komunal. Iuran yang dikumpulkan setiap bulan tersebut masih tidak mencukupi untuk biaya pemeliharaan terutama bila terjadi kerusakan berat atau keperluan penyedotan lumpur. Apabila ada kerusakan yang membutuhkan dana besar, masyarakat akan diminta iuran diluar iuran wajib tiap bulannya karena tidak tersedianya simpanan dana (Susanthi dkk., 2018).

#### **4.4.4 Aspek Kelembagaan**

##### **A. Struktur Kepengurusan IPAL Komunal**

Menurut Mulia (2015), setelah pelaksanaan konstruksi IPAL sebagai sarana sanitasi terbangun diperlukan organisasi yang secara jelas dan terstruktur mengelola agar operasional dan pemeliharaan dapat berjalan lancar yang beranggotakan pemanfaat sehingga dinamakan KPP/KSM. Kehadiran KPP/KSM yang dilengkapi standar operasional

prosedur (SOP) dinilai sangat mempengaruhi kinerja IPAL secara tidak langsung. KPP/KSM dinilai memiliki peran penting dalam pengelolaan IPAL komunal, terutama terkait dengan pengelolaan dan pemeliharaan fasilitas (Susanthi, et al., 2018). Secara lengkap Kementerian PU (2013) telah menjabarkan peran anggota KPP/KSM diantaranya:

1. Menyusun rencana kerja, mekanisme operasional dan pemeliharaan IPAL beserta salurannya
2. Mengumpulkan dan mengelola dana untuk biaya operasional dan pemeliharaan atau perbaikan yang berasal dari iuran pemanfaat
3. Mengoperasikan dan memelihara IPAL Komunal beserta saluran perpipaannya
4. Melakukan kampanye kesehatan

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada pengurus dan warga sekitar IPAL, umumnya IPAL Komunal pada area risiko sanitasi tinggi memiliki struktur kepengurusan. Namun, tidak semua memiliki SOP yang jelas yang hanya dimiliki oleh IPAL Ngudi Mulyo, Manunggal Pringgodani Sejati dan Tirto Mili. Meski sudah memiliki lembaga pengelola tetapi kegiatan pemeliharaan bangunan IPAL Komunal belum berjalan optimal karena tidak dilengkapi dengan SOP yang jelas. Menurut Massoud dan Akhram (2010), faktor sumber daya manusia yang meliputi kemauan dan kemampuan masyarakat dapat mempengaruhi efektifitas sistem pengelolaan limbah domestik. Selain itu, hasil wawancara kepada pengurus terkait penguatan kapasitas kelembagaan yang diberikan kepada pengelola IPAL komunal pada area risiko sanitasi tinggi didapatkan hasil dimana hanya sedikit anggota KPP yang pernah mendapatkan pelatihan khusus maupun seminar terkait pengelolaan air limbah domestik maupun pengoperasian dan perawatan unit IPAL. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak anggota KPP/KSM yang belum mendapatkan pelatihan tersebut yang disebabkan oleh keengganan untuk mengeluarkan biaya pribadi untuk mengikuti pelatihan terkait.

#### 4.4.5 Analisis Skoring dan Pembobotan

Setelah ditentukan besaran faktor pembobotan menggunakan *factor rating method*, dapat dilakukan skoring dan pembobotan berdasarkan uraian beberapa aspek penilaian di atas yang berasal dari hasil pengujian sampel air, observasi dan wawancara kepada pengurus IPAL Komunal (Lampiran 1) dengan nilai hasil berupa skor yang menggambarkan seberapa berpengaruhnya IPAL Komunal pada area risiko tinggi seperti pada tabel 4.17 dan 4.18 di bawah ini:



Tabel 4. 17 Aspek Penilaian dalam Skoring dan Pembobotan IPAL Komunal (1)

Aspek Penilaian	Faktor Pembobotan	IPAL Komunal							
		Amanah 35	Ngudi Mulyo	Banyu Bening	Wahana Bina L	Manunggal Pringgodani S	Tirto Mili	Karya Asri Ambarukmo	Tambakrejo Bersih
<b>1. Perencanaan</b>									
Kesesuaian jumlah pengguna dengan kapasitas rencana	8%	3	3	1	2	2	3	2	2
Usia IPAL	8%	3	2	2	2	2	2	2	2
Kondisi Unit IPAL	9%	2	3	2	1	3	3	2	3
<b>2. Pembiayaan</b>									
Biaya O & M	11%	3	3	3	2	3	3	3	2
<b>3. Kinerja</b>									
Masalah Operasional	8%	3	3	2	2	3	3	2	3
Baku Mutu Amonia	5%	1	1	1	1	1	1	1	1
Baku Mutu BOD	5%	3	3	3	1	3	3	3	3
Baku Mutu COD	7%	1	1	1	1	1	1	1	1
Efisiensi Penyisihan Amonia	5%	1	1	1	1	1	1	2	1
Efisiensi Penyisihan BOD	5%	1	1	1	1	1	1	1	1
Efisiensi Penyisihan COD	7%	1	1	1	1	1	1	1	1
Kondisi Fisik Effluen	3%	1	3	3	1	1	3	1	2
Pengurasan Lumpur	8%	3	3	2	2	3	3	2	3
<b>4. Kelembagaan</b>									
Struktur kepengurusan	11%	2	3	2	2	3	3	2	2
<b>Total</b>	<b>100%</b>								
SD	0,49								

Tabel 4. 18 Aspek Penilaian dalam Skoring dan Pembobotan IPAL Komunal (2)

IPAL Komunal							
Amanah 35	Ngudi Mulyo	Banyu Bening	Wahana Bina L	Manunggal Pringgodani S	Tirto Mili	Karya Asri Ambarukmo	Tambakrejo Bersih
<b>1. Perencanaan</b>							
0,24	0,24	0,08	0,16	0,16	0,24	0,16	0,16
0,24	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
0,18	0,27	0,18	0,09	0,27	0,27	0,18	0,27
<b>2. Pembiayaan</b>							
0,33	0,33	0,33	0,22	0,33	0,33	0,33	0,22
<b>3. Kinerja</b>							
0,24	0,24	0,16	0,16	0,24	0,24	0,16	0,24
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,15	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,15	0,15
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,03	0,09	0,09	0,03	0,03	0,09	0,03	0,06
0,24	0,24	0,16	0,16	0,24	0,24	0,16	0,24
<b>4. Kelembagaan</b>							
0,22	0,33	0,22	0,22	0,33	0,33	0,22	0,22
<b>2,16</b>	<b>2,34</b>	<b>1,82</b>	<b>1,54</b>	<b>2,2</b>	<b>2,34</b>	<b>1,89</b>	<b>2,01</b>

Hasil skoring dan pembobotan memiliki interval yang digunakan untuk mengetahui perbedaan pengaruh yang terjadi seperti pada tabel 4.19 di bawah ini:

Tabel 4. 19 Interval Skor

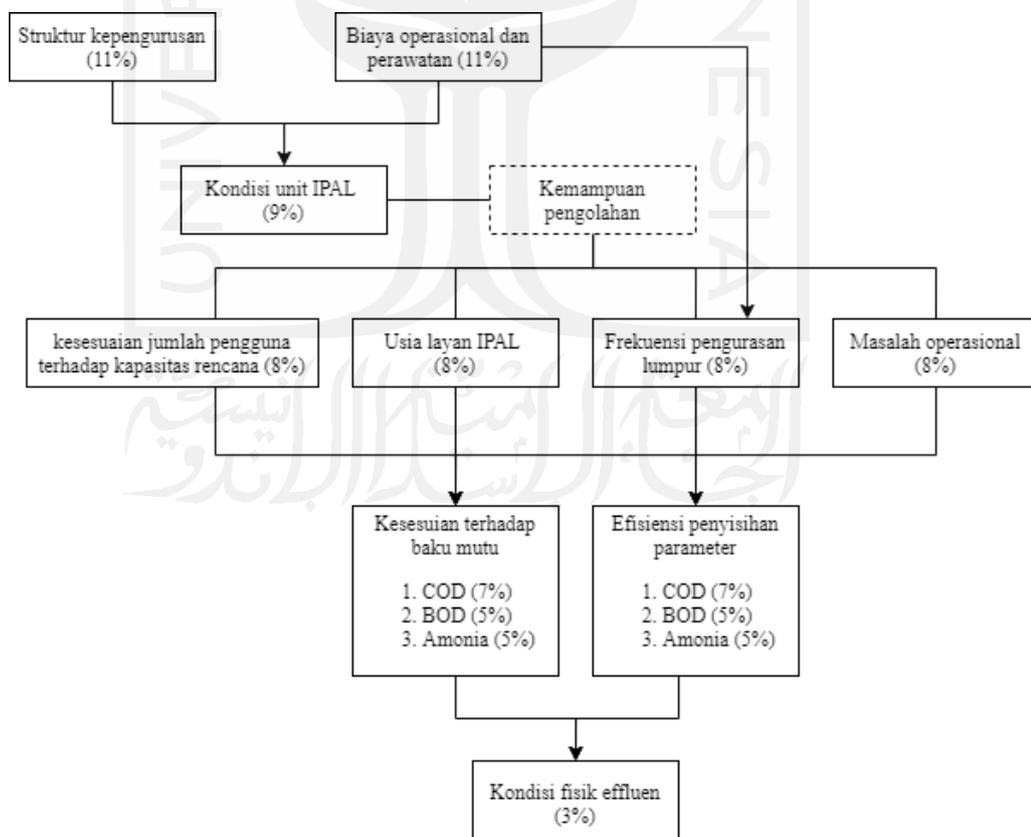
Interval Skor	Keterangan
2,28-2,77	Tinggi
1,79-2,28	Sedang
1,31-1,79	Rendah

Berdasarkan penghitungan hasil skoring pada beberapa aspek penilaian di atas maka didapatkan suatu indeks pada tabel 4.20 yang menunjukkan seberapa berpengaruhnya IPAL Komunal dalam pengelolaan air limbah domestik yang berada pada area risiko sanitasi tinggi sebagai berikut:

Tabel 4. 20 Kategori Pengaruh IPAL Komunal

Strata	IPAL Komunal	Skor	Pengaruh
1	Amanah 35	2,16	Sedang
	Ngudi Mulyo	2,34	Tinggi
2	Banyu Bening	1,82	Sedang
	Wahana Bina L	1,54	Rendah
3	Manunggal Pringgodani S	2,2	Sedang
	Tirto Mili	2,34	Tinggi
4	Karya Asri Ambarukmo	1,89	Sedang
	Tambakrejo Bersih	2,01	Sedang

#### 4.4.6 Hasil Analisis Skoring dan Pembobotan



Gambar 4. 14 Skema Hubungan Antar Indikator Penilaian

Berdasarkan gambar 4.11 dalam penentuan besaran faktor pembobotan, peneliti mencoba merunut keseluruhan aspek penilaian yang didalamnya terdapat faktor yang diduga mempengaruhi pengelolaan air limbah pada IPAL Komunal. Struktur kepengurusan yang dilengkapi SOP dan iuran yang taat dibayarkan oleh pemanfaat diduga mempengaruhi kondisi perawatan unit pengolahan menjadi semakin baik dan teratur seperti kondisi manhole yang terawat dan sebagainya. Sementara itu, kemampuan IPAL Komunal dalam mengolah air limbah domestik secara optimal dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kesesuaian jumlah pengguna terhadap kapasitas rencana yang nantinya mempengaruhi debit air limbah yang masuk ke IPAL, usia layan IPAL Komunal, frekuensi pengurusan lumpur dan adanya masalah operasional seperti kebocoran atau penyumbatan pada jaringan perpipaan hingga kerusakan unit pengolahan. Faktor-faktor tersebut secara langsung maupun tidak langsung dapat berpengaruh pada kesesuaian effluen terhadap baku mutu dan efisiensi penyisihan parameter air limbah yang dicirikan air oleh COD, BOD, amonia, pH dan suhu. Dengan memperbandingkan nilai COD dan BOD, akan diketahui gambaran jumlah bahan organik perssisten (sulit urai) yang terkandung di dalamnya (Atima, 2015). Nilai COD akan selalu lebih besar daripada BOD karena kebanyakan senyawa lebih mudah teroksidasi secara kimia daripada secara biologi (Purwatinigrum, 2018). Hal inilah yang mendasari persentase COD lebih besar daripada BOD dan amonia. Kemampuan IPAL Komunal dalam menyisihkan parameter pencemar dapat dilihat secara fisik melalui warna dan bau pada effluen. Sehingga dapat disimpulkan dalam penelitian ini bahwa aspek teknis secara statistik berdasarkan akumulasi aspek penilaian perencanaan dan kinerja lebih berpengaruh dibandingkan aspek non teknis yaitu aspek penilaian pembiayaan dan kepengurusan. Namun, jika ditelusuri lebih jauh dapat dikatakan aspek teknis maupun non teknis sama-sama memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengelolaan air limbah domestik menggunakan IPAL Komunal.

Hasil identifikasi yang telah peneliti jabarkan diatas sejalan dengan penelitian oleh Hastuti dkk (2017) yang menyatakan bahwa setelah pembangunan ternyata IPAL komunal belum dapat berkontribusi dalam mengurangi tingkat

pencemaran badan air. Hal ini disebabkan oleh belum tercapainya baku mutu efluen, ketidaksesuaian persyaratan teknis, tidak memperhatikan unit penunjang IPAL/prosedur operasi, kurangnya partisipasi masyarakat untuk pemeliharaan serta penggunaan yang melebihi kapasitas IPAL.

Berdasarkan tabel 4.20, pengaruh IPAL Komunal menunjukkan bahwa secara umum IPAL Komunal memiliki pengaruh sedang terhadap pengelolaan air limbah domestik pada area risiko sanitasi tinggi. Kecuali IPAL Komunal Wahana Bina Lingkungan yang memiliki pengaruh rendah. Sementara pengaruh tinggi hanya terdapat pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili yang memiliki pengaruh tinggi. Pada umumnya, pengaruh sedang dimaksudkan kepada IPAL Komunal yang telah memiliki kesesuaian jumlah pengguna terhadap kapasitas rencana (100%), memiliki usia dalam rentang 3-9 tahun, pemanfaat yang cukup taat membayar iuran, tidak terjadi masalah operasional yang berarti seperti kerusakan unit pengolahan maupun jaringan perpipaan, frekuensi pengurasan lumpur seminimal mungkin dilakukan 1 (satu) kali setiap tahun, dan keadaan fisik effluent yang keruh-jernih dan sedikit bau. Sementara itu, kualitas air hasil olahan yang belum memenuhi baku mutu dan efisiensi penyisihan parameter pencemar yang terbilang rendah terjadi baik pada IPAL Komunal yang memiliki pengaruh tinggi, sedang maupun rendah. Aspek penilaian yang menyebabkan terdapat IPAL Komunal yang memiliki pengaruh tinggi adalah kondisi kepengurusan yang disertai SOP.

#### **4.4.7 Kesesuaian Stratifikasi terhadap Hasil Analisis Skoring dan Pembobotan**

Hasil analisis skoring dan pembobotan menunjukkan adanya ketidaksesuaian dengan *stratified random sampling* yang sebelumnya telah dilakukan dalam penentuan lokasi. Kriteria dalam proses stratifikasi yaitu kepadatan penduduk, beban organik, rasio cakupan pelayanan, dan usia IPAL Komunal. Kemudian dirumuskan Hipotesis dimana semakin tinggi strata maka risiko sanitasi semakin tinggi. Namun, hal ini tidak sesuai dengan hasil analisis skoring dimana justru IPAL yang memiliki pengaruh rendah berada pada strata 2 yaitu IPAL Komunal Wahana Bina Lingkungan. Sementara IPAL Komunal yang berada pada strata 1 yaitu Amanah Tiga Lima, strata 2 Banyu Bening, strata 3

Manunggal Pringgodani Sejati, strata 4 Karya Asri Ambarukmo dan Tambakrejo Bersih memiliki pengaruh sedang. Adapun IPAL Komunal yang memiliki pengaruh tinggi dalam pengelolaan air limbah domestik berada pada strata 1 dan 4 yaitu IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili. Hasil ini memperlihatkan bahwa umumnya IPAL Komunal telah memberikan pengaruh yang cukup berarti dalam pengelolaan air limbah domestik, khususnya pada area risiko sanitasi tinggi. Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian tersebut adalah kurangnya kriteria dalam proses stratifikasi. Kriteria yang mungkin dapat ditambahkan yaitu perawatan dan pemeliharaan pada unit IPAL dan jaringan perpipaan.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan di atas, peneliti menyimpulkan sesuai tujuan penelitian yaitu:

1. Berdasarkan pengujian pada *inlet* dan *outlet* untuk parameter amonia dan COD selama 6 (enam) kali pengambilan sampel dan BOD dengan 3 (tiga) kali pengambilan didapatkan nilai rerata yang melebihi baku mutu Permen LHK No. 68 tahun 2016 dan Perda DIY No. & tahun 2016, kecuali parameter BOD yang memenuhi baku mutu Perda DIY No. 7 tahun 2016. Sementara nilai efisiensi pengolahan masih terbilang kecil dan belum sesuai kriteria desain.
2. IPAL Komunal memiliki pengaruh terhadap area risiko sanitasi yang dibagi menjadi pengaruh rendah, sedang dan tinggi. IPAL Komunal Amanah Tiga Lima, Banyu Bening, Karya Asri Ambarukmo, Manunggal Pringgodani Sejati, dan Tambakrejo Bersih memiliki pengaruh sedang. Sementara IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili berpengaruh tinggi dan hanya IPAL Komunal Wahana Bina Lingkungan yang memiliki pengaruh rendah.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Peneliti

Untuk penelitian lanjutan, salah satu kriteria dalam stratifikasi penentuan lokasi penelitian yang dapat ditambahkan yaitu kriteria perawatan dan pemeliharaan IPAL Komunal. Penambahan kriteria tersebut dilakukan untuk menjamin adanya kesesuaian dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Selain itu, sebaiknya AHP digunakan dalam proses penentuan persentase pembobotan jika menggunakan analisis skoring dan pembobotan karena

prioritas pengambilan keputusan yang lebih terjamin dan mengarah ke tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti.

## 2. Masyarakat

Masyarakat sebagai pemanfaat dapat berpartisipasi secara aktif dalam memelihara IPAL Komunal seperti dengan tidak membuang benda padat yang bisa masuk dalam saluran perpipaan, melengkapi sambungan rumah dengan perangkat lemak dan rajin melakukan penggelontoran. Selain itu, iuran secara rutin dan mengikuti kegiatan gotong royong untuk membersihkan lingkungan sekitar IPAL juga sangat membantu pengelola dalam memelihara IPAL Komunal.

## 3. Pemerintah

Pemerintah daerah dapat segera menerbitkan peraturan pembentukan UPTD yang juga bertanggungjawab dalam membina KSP/KPP dan mengadakan pertemuan rutin mempertemukan seluruh pengurus IPAL Komunal se-Kabupaten Sleman sekaligus memberikan pelaporan. Sehingga dapat diketahui berbagai permasalahan yang dihadapi setiap IPAL Komunal. Akibat pandemi yang tidak memungkinkan diadakan pertemuan secara tatap muka, pemerintah dapat menyiasatinya dengan pertemuan daring dengan konsep webinar. Selain itu, DLH sebaiknya melakukan pemantauan secara berkala setiap triwulan terhadap kualitas *effluent*.

## 4. Pengurus IPAL Komunal

Pengurus IPAL ada baiknya melakukan pengecekan dan pembersihan secara berkala pada perangkat dan bak kontrol serta menghimbau pemanfaat untuk selalu tertib membayar iuran dan aktif dalam kegiatan gotong royong. Pengurus IPAL Komunal yang telah tergabung dalam asosiasi KSM Sanitasi (AKSANSI) sebaiknya aktif dalam forum komunikasi antar KSM Sanitasi karena bermanfaat untuk saling berbagi pengalaman dalam mengelola sarana sanitasi dan juga dapat membantu dalam mengatasi masalah teknis yang terjadi di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, R; Kemala, S L; Jamilah. (2013). Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air dan Debit Sungai pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(1), 615-625.
- Aly, S. H., Hustim, M., & Palangda, D. (2015). Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat di Kecamatan Tallo Kotamadya Makassar. *Tugas Akhir*.
- Andrini, D. (2018). Evaluasi Sanitasi Lingkungan di Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. *Tugas Akhir*.
- Asmadi, & Suharno. (2012). *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Astika, A. U., Sudarno, & Zaman, B. (2017). Kajian Kinerja Bak Settler, Anaerobic Baffled Reactor (ABR) dan Anaerobic Filter (AF) Pada Tiga Tipe IPAL di Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1).
- Aswir. (2006). Analisis Pencemaran Air Sungai Tapung. *Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro*.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Iimbah. *Jurnal Biology Science & Education*, 4(1), 83-93.
- Azizah, N. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, Dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey Dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Teknologi Aplikasi Pangan*, 1(3).
- Banefield, L. D., & Randall, C. W. (1980). *Biological Process Design For Wastewater Treatment*. Englewood Cliffs: Prentice Hall Inc.
- Bappeda. (2015). *Strategi Sanitasi Kabupaten Sleman*. Sleman: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah.
- Boyd, C. E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station: Auburn University.
- Darmawijaya, M. I. (1990). *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta: UGM Press.
- Diavid, G. H., Saraswati, S. P., & Nugroho, A. S. (2018). Evaluasi Kelayakan Kinerja Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik : Studi Kasus di

- Kabupaten Sleman. *Seminar Nasional teknologi Terapan (MESIN)*, 1(4), 43-52.
- Ditjen Cipta Karya. (2017). *Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja : Buku A*. Jakarta: Kementrian PU.
- DLH. (2010). *Data Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Sleman*.
- DLH. (2018). *Data Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Sleman*.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Foxon , K. M., Bukley, C. A., Brouckaert, C. J., Dama, P., Mtembu , Z., Rodda , N., . . . Bux , F. (2006). *Evaluation of the Anaerobic Baffled Reactor for Sanitation in Dense Peri-urban Settlements*. Water Research Commission Report No. 1248/1/06.
- Getahun, S., Septien, S., Mata, J., Somorin, T., Mabbett, I., & Buckley, C. (2020). Drying characteristics of faecal sludge from different on-site sanitation facilities. *Journal of environmental management*, 110267.
- Ginting, P. (2007). *Sistem Pengelolaan Lingkungan Dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya.
- Hastuti, E., Nuraeni, R., & Darwati, S. (2017). Pengembangan Proses pada Sistem Anaerobic Baffled Reactor (ABR) untuk Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Jurnal Permukiman*, 12(2), 70-79.
- Heizer, J., & Render, B. (2008). *Operation Management 9th Edition*. Jakarta: Salemba Empat Jakarta.
- Herlambang, A., & Marsidi, R. (2003). Proses Denitrifikasi dengan Sistem Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Nitratvg. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 4(1), 46-55.
- Joanna, S., Aneta, T., & Zygmunt, L. (2018). Study on the Influence of Selected Technological Parameters of a Rotating Biological Contactor on the Degree of Liquid Aeration. *Journal of Ecological Engineering*, 6(19), 247-253.

..

- Karyadi. (2010). Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di Rt 30 Rw 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. *Skripsi Fakultas Ilmu Sosial & Ekonomi Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Khansa, H. A., & Herumurti, W. (2020). Perencanaan Tipikal Unit Pengolahan Skala Kecil Lumpur IPAL Domestik Kabupaten Gresik. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 216-223.
- Laporan Swakelola Perencanaan Pembangunan Sektor Cipta Karya. (2013). DIY.
- Lettinga, G., & Haandel, A. C. (1994). *Anaerobic Sewage Treatment : A Practical Guide for Regions With A Hot Climate*. England: John wiley and Son.
- Saaty, T. L. (2008). *Decision Making with the Analytic Hierarchy Process*. Int. J. Services Sciences, 83-98.
- Sasse, L. (1998). *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries (DEWATS)*. Germany: Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA).
- Mardapi, D. (2008). *Teknik Penyusunan Instrumen Tes Dan Non Tes*. Yogyakarta: Mitra Cendekia Press.
- Metcalf, & Eddy. (1991). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Mulia, G. J. (2015). Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Gresik. *Tugas Akhir*.
- Mulyani, Sasongko, & Soetrisnanto. (2012). Pengaruh Preklorinasi Terhadap Proses Start Up Pengolahan Limbah Cair Tapioka Sistem Anaerobic Baffled Reactor. *Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro*, 8(1), 21-27.
- PERMEN LH Nomor 1. (2010). *Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*.
- PERMEN LHK Nomor 68. (2016). *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- PERMEN PUPR Nomor 4. (2017). *Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*.

- Purwatinigrum, O. (2018). Gambaran Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal di Kelurahan Simokerto, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 243-253.
- Ranudi, R. W. (2018). Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Sleman. *Tugas Akhir*.
- Rhomaidhi, T. (2008). Pengelolaan Sanitasi Secara Terpadu Sungai Widuri Studi Kasus Kampung Nitiprayan Yogyakarta. *Tugas Akhir: Universitas Islam Indonesia*, 22.
- Rifai, A., & Nugroho, R. (2007). Kajian Pendahuluan Kelayakan Penerapan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Komunal di Permukiman Kota Bogor. *JAI*, 3(2).
- Rizal, & Waliyadi, E. (2014). *Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Sistem Rotating Biological Contactor (RBC) Kelurahan Sebengkok Kota Tarakan*. Tarakan: FPIK Universitas Borneo Tarakan (UBT).
- Said, I. N., & Sya'bani, M. R. (2014). Penghilangan Amonia di Dalam Air Limbah Domestik dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *JAI*, 7(1).
- Said, N. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Erlangga.
- Said, N. I., & Utomo, K. (2018). Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Lumpur Aktif yang Diisi dengan Media Bioball. *JAI*, 3(2), 160-174.
- Said, Nusa Idaman. (2008). *Teknologi Pengolahan Air Minum Teori dan Pengalaman Praktis*. Jakarta: PTL-BPPT.
- Samsuhadi. (2012). Tata Cara Pemilihan Lokasi IPLT dan IPAL dengan Menggunakan Sistem Skor. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 157-168.
- Saputra, M., Hartati, E., & Halomoan, N. (2016). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Waduk Melati, Kota Jakarta Pusat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 22(2), 52-62.
- Sasse. (2009). *Decentralized Wastewater Treatment System and Sanitation in Developing Countries (DEWATS)*. Bremen: Borda.
- Sasse, L. (1998). *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries (DEWATS)*. Bremen: Borda.

- Sastrawijaya, A. T. (2009). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Soeparman, & Suparmin. (2001). *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *JRL*, 12(1), 41-57.
- Sumantri, A., & Cordova, M. R. (2011). Dampak Limbah Domestik Perumahan Skala Kecil Terhadap Kualitas Air Ekosistem Penerimaannya dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat. *JPSL*, 1(2), 127-134.
- Supriyantini, E., Nuraini, R. A., & Fadmawati, A. P. (2017). Studi Kandungan Bahan Organik Pada Beberapa Muara Sungai Di Kawasan Ekosistem Mangrove, Di Wilayah Pesisir Pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 29-38.
- Susanthi, D., Purwanto, M. Y., & Suprihatin. (2018). Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 229-238.
- Susanthi, D., Purwanto, M. Y., & Suprihatin. (2018). Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal di Kota Bogor. *Jurnal Permukiman*, 13(1), 21-30.
- TTPS. (2010). *Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi*. Jakarta: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- USAID IUWASH. (2016). *Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik - Terpusat Skala Permukiman*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Widayat, W., Suprihatin, & Herlambang, A. (2010). Penyisihan Amonia Dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Renged dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon. *Jurnal Air Indonesia*, VI, 64-76.
- Wijayaningrat, A. T. (2018). Evaluasi Kinerja IPAL Komunal di Kecamatan Banguntapan dan Bantul D.I. Yogyakarta Ditinjau Dari Parameter Fisik dan Kimia. *Tugas Akhir*.

- Wulandari. (2014). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju-Sumatera Selatan. *Skripsi Jurusan Teknil Sipil Universitas Sriwijaya Sumatera Selatan.*
- Yusman. (2007). Studi Kelayakan Bisnis. *Skripsi Jurusan Ekonomi dan Bisnis Universitas Mercu Buana.*



## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Isian Nilai untuk Skoring dan Pembobotan

<b>INDIKATOR PENILAIAN</b>									
No.	Indikator Penilaian	Strata 1		Strata 2		Strata 3		Strata 4	
		Amanah 35	Ngudi Mulyo	Banyu Bening	Wahana Bina Lingkung an	Manunggal Pringgoda ni Sejati	Tirto Mili	Karya Asri Ambaruk mo	Tambakr ejo Bersih
<b>Perencanaan</b>									
1	Kesesuaian jumlah pengguna dengan perencanaan (% SR/KK)	100%	100%	119%	98%	69%	100%	85%	77%
2	Baku Mutu Parameter Kualitas Air (mg/l)								
	a. BOD	61,12	32,53	44,69	100,28	50,13	66,67	50,56	27,95
	b. COD	289,44	213,52	270,00	262,36	253,80	248,70	252,64	245,00
	c. Ammonia	21,55	16,55	16,41	29,85	33,82	20,42	21,60	14,17
4	Usia IPAL Komunal (Th)	3	6	6	10	8	7	9	8
<b>Kinerja</b>									
3	Efektivitas Penyisihan Parameter Kualitas Air								
	a. BOD	-20%	12%	-67%	-49%	45%	24%	14%	23%
	b. COD	32%	47%	52%	27%	52%	37%	49%	41%
	c. Ammonia	-1%	3%	37%	-52%	-3%	10%	41%	40%

5	Masalah Operasional IPAL Komunal	Air hujan masuk ke IPAL dan menyebabkan bau	Tidak ada kerusakan/kebocoran	Penyumbatan oleh lemak dan benda padat	Penyumbatan benda padat dan masuknya air hujan	Tidak ada kerusakan/kebocoran	Tidak ada kerusakan/kebocoran	Tidak ada kerusakan/kebocoran	Tidak ada kerusakan/kebocoran
6	Kondisi Fisik Outlet IPAL Komunal	Keruh dan berbau	Jernih dan berbau	Jernih dan tidak berbau	Keruh dan berbau	Keruh dan berbau	Jernih dan berbau	Keruh dan berbau	Jernih dan berbau
7	Pengurasan Lumpur	setiap semester (6 bulan)	setiap semester (6 bulan)	Setiap 1 tahun (12 bulan)	Setiap 1 tahun (12 bulan)	setiap semester (6 bulan)	setiap semester (6 bulan)	Setiap 1 tahun (12 bulan)	setiap semester (6 bulan)
<b>Kelembagaan</b>									
8	Struktur Kepengurusan IPAL Komunal	Ada struktur keanggotaan	Ada struktur keanggotaan dan SOP	Ada struktur keanggotaan	Ada struktur keanggotaan	Ada struktur keanggotaan dan SOP	Ada struktur keanggotaan dan SOP	Ada struktur keanggotaan	Ada struktur keanggotaan dan SOP
<b>Pembiayaan</b>									
9	Biaya O & P	Rp. 6.000	Rp. 7500	Rp. 6.000	Rp. 5000	Rp. 7500	Rp. 7500	Rp. 6.000	Rp. 5000

**Lampiran 2** Aspek Penilaian dalam Skoring dan Pembobotan

<b>ASPEK PENILAIAN</b>		
<b>No.</b>	<b>Aspek</b>	<b>Skor</b>
<b>Perencanaan</b>		
1	Kesesuaian jumlah pengguna dengan perencanaan	
	>100%	1
	< 100%	2
	100%	3
2	Usia IPAL	
	11 - 20 tahun	1
	6 - 10 tahun	2
	≤ 5 tahun	3
3	Kondisi Unit IPAL	
	Tidak terawat	1
	Kurang terawat	2
	Terawat	3
<b>Pembiayaan</b>		
1	Biaya Operasional dan Perawatan	
	Tidak ada iuran	1
	Rp. ≤ 5.000	2
	Rp. 6.000-10.000	3
<b>Kinerja</b>		
1	Masalah Operasional IPAL Komunal	
	Kerusakan unit	1
	Kebocoran/penyumbatan jaringan perpipaan	2
	Tidak ada kerusakan/kebocoran	3
2	Baku Mutu Parameter Amonia	
	> 10 mg/l	1
	< 10 mg/l	3
3	Baku Mutu Parameter BOD	
	> 75 mg/l	1
	< 75 mg/l	3
4	Baku Mutu Parameter COD	
	> 200 mg/l	1
	< 200 mg/l	3
5	Efisiensi Penyisihan Parameter Amonia	

	< 40%	1
	40-80%	2
	> 80%	3
6	Efisiensi Penyisihan Parameter BOD	
	< 70%	1
	70 - 95%	2
	> 95%	3
7	Efisiensi Penyisihan Parameter COD	
	< 65%	1
	65 - 90%	2
	> 90%	3
8	Kondisi Fisik Outlet IPAL Komunal	
	Keruh dan berbau	1
	Jernih dan berbau	2
	Jernih dan tidak berbau	3
9	Pengurasan Lumpur	
	Tidak pernah dikuras	1
	1 tahun sekali	2
	Setiap 6 bulan	3
<b>Kelembagaan</b>		
1	Struktur Kepengurusan IPAL Komunal	
	Tidak ada struktur keanggotaan dan SOP	1
	Ada struktur keanggotaan	2
	Ada struktur keanggotaan dan SOP	3

### Lampiran 3 Tabel Box Plot Amonia

Outlet								
Nilai	Ngudi Mulyo	Amanah 35	Banyu Bening	Wahana Bina L	Manunggal P S	Tirto Mili	Karya Asri A	Tambakrejo Bersih
Min	8,97	13,87	8,26	19,82	31,01	12,73	15,69	10,28
Median	14,90	19,97	14,88	28,29	34,09	15,99	22,19	14,13
Max	30,85	33,64	27,12	44,53	35,35	42,47	26,58	18,38
Mean	<b>16,55</b>	<b>21,55</b>	<b>16,41</b>	<b>29,85</b>	<b>33,82</b>	<b>20,42</b>	<b>21,60</b>	<b>14,17</b>
Sd	7,41	6,57	8,11	8,11	1,63	11,06	4,09	3,08
Inlet								
Min	10,08	15,69	14,78	15,49	21,64	12,43	26,68	16,02
Median	16,60	19,07	20,93	18,92	37,11	20,28	39,23	23,70
Max	29,20	33,94	46,74	34,34	49,77	45,50	45,33	47,55
Mean	18,71	22,19	26,42	20,97	36,19	23,66	38,49	27,24
Sd	8,65	7,55	12,30	6,96	11,92	11,73	6,93	11,66

### Lampiran 4 Tabel Box Plot BOD

Inlet								
Nilai	Ngudi Mulyo	Amanah 35	Banyu Bening	Wahana Bina L	Manunggal P S	Tirto Mili	Karya Asri A	Tambakrejo Bersih
Min	17,60	39,36	17,60	48,00	39,04	55,20	39,36	35,52
Median	19,04	77,12	19,68	68,80	76,16	73,60	72,00	36,80
Max	88,32	182,40	62,40	78,72	182,40	114,24	77,12	38,08
Mean	41,65	99,63	33,23	65,17	99,20	81,01	62,83	36,80
sd	40,42	74,13	25,29	15,68	74,41	30,21	20,48	1,28
Outlet								
Nilai	Ngudi Mulyo	Amanah 35	Banyu Bening	Wahana Bina L	Manunggal P S	Tirto Mili	Karya Asri A	Tambakrejo Bersih
Min	16,80	28,80	36,80	39,40	3,84	36,80	0,96	12,16
Median	18,40	39,04	39,36	77,44	39,36	36,80	41,92	33,60
Max	62,40	115,52	57,92	184,00	107,20	126,40	108,80	38,08
Mean	32,53	61,12	44,69	<b>100,28</b>	50,13	66,67	50,56	27,95
sd	25,88	47,39	11,53	74,96	52,52	51,73	54,44	13,85

**Lampiran 5** Tabel Box Plot COD

Inlet								
Nilai	Ngudi Mulyo	Amanah 35	Banyu Bening	Wahana Bina L	Manunggal P S	Tirto Mili	Karya Asri A	Tambakrejo Bersih
Min	214,44	357,50	181,11	306,11	393,61	217,22	401,94	231,11
Median	418,61	459,58	781,11	378,33	482,50	359,58	488,06	456,81
Max	595,00	497,78	929,72	386,67	1029,72	606,11	853,33	695,00
Mean	405,19	437,36	697,31	359,81	597,78	389,21	525,32	449,63
sd	160,14	63,42	265,29	34,78	255,27	164,47	165,90	154,25
Outlet								
Nilai	Ngudi Mulyo	Amanah 35	Banyu Bening	Wahana Bina L	Manunggal P S	Tirto Mili	Karya Asri A	Tambakrejo Bersih
Min	92,22	246,39	120,00	213,06	195,00	83,89	231,11	97,78
Median	203,33	285,28	279,72	256,11	240,14	233,89	245,00	244,31
Max	325,56	321,39	395,00	347,78	314,44	408,89	283,89	358,89
Mean	<b>213,52</b>	<b>289,44</b>	<b>270,00</b>	<b>262,36</b>	<b>253,80</b>	<b>248,70</b>	<b>252,64</b>	<b>245,00</b>
sd	91,04	27,51	108,50	47,09	49,48	122,15	23,53	104,84

**Lampiran 6** Dokumentasi Pengambilan Sampel Air pada IPAL Komunal



a. Pengambilan sampel pada Inlet IPAL Amanah Tiga Lima



b. Identifikasi jumlah pengenceran BOD



c. Sampel outlet IPAL Manunggal Pringgodani Sejati

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

**Lampiran 7** Dokumentasi Pengujian Sampel Air Limbah

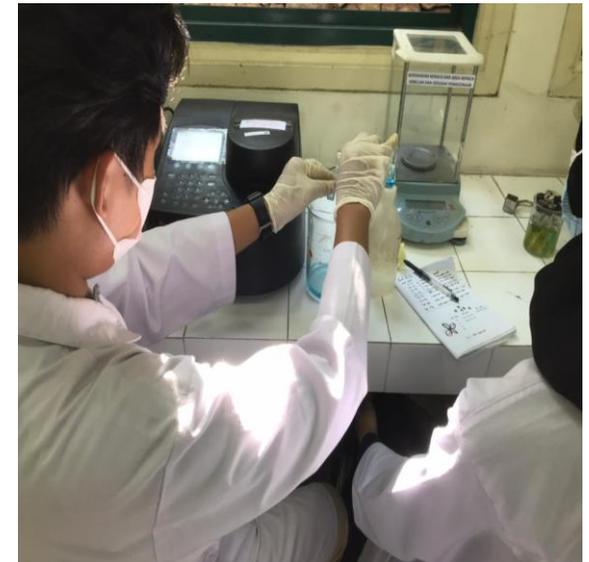
A. Amonia



a. Persiapan larutan pereaksi uji amonia



b. Sampel berwarna biru setelah diberi larutan pereaksi



c. Pengujian sampel dengan spektrofotometer panjang gelombang 640 nm

## B. BOD



a. Inkubasi  $DO_5$



b. Persiapan larutan untuk pengujian  $DO_0$  dan inkubasi  $DO_5$

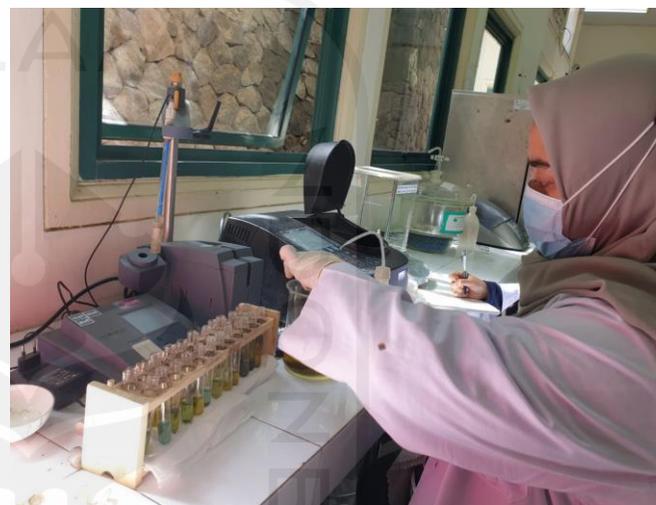


c. Titrasi  $DO_5$

### C. COD

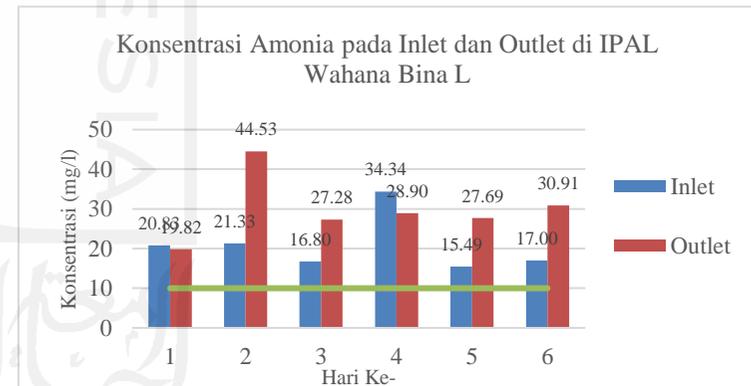
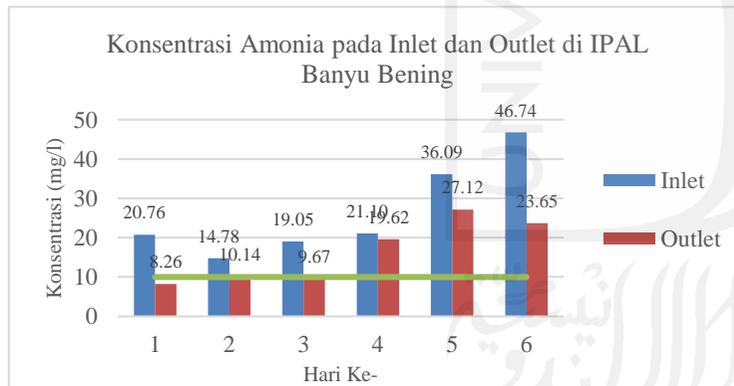
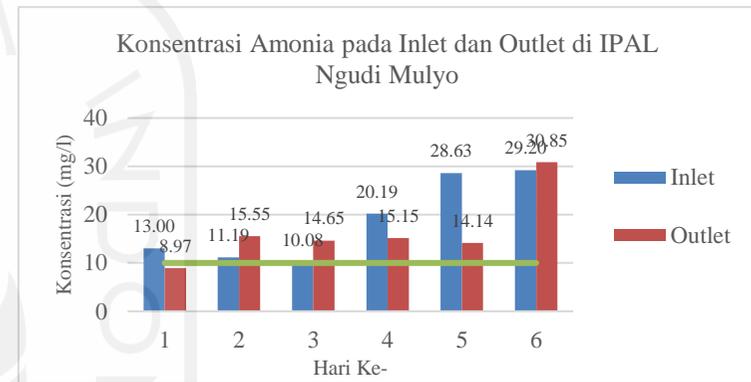
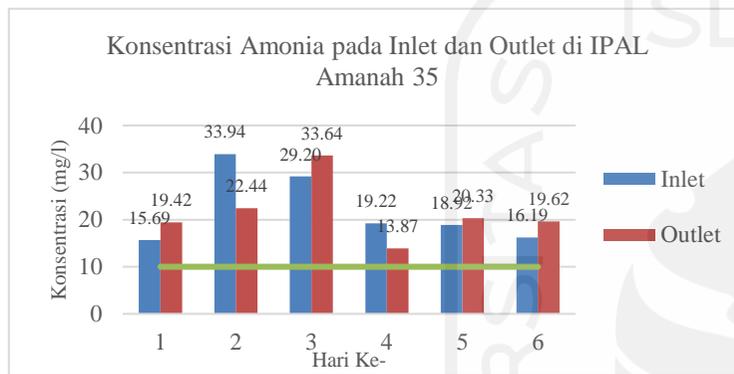


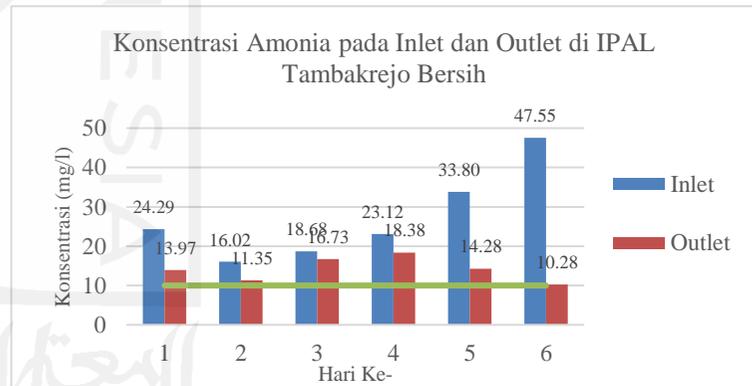
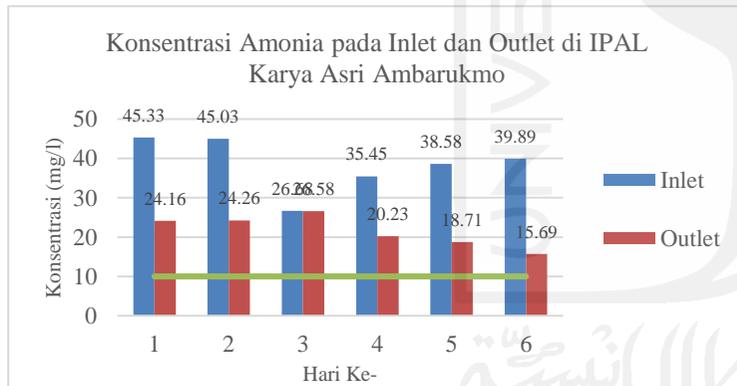
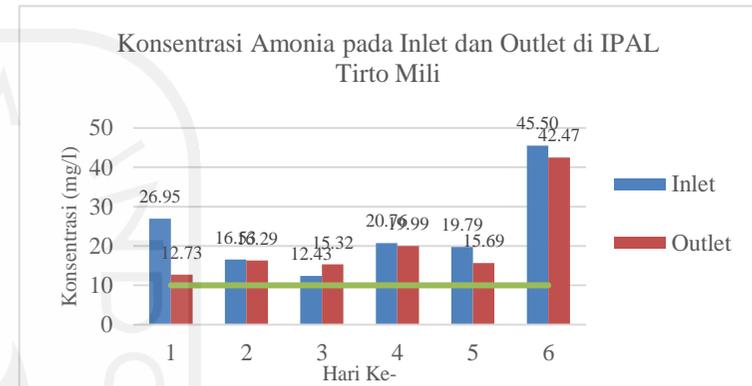
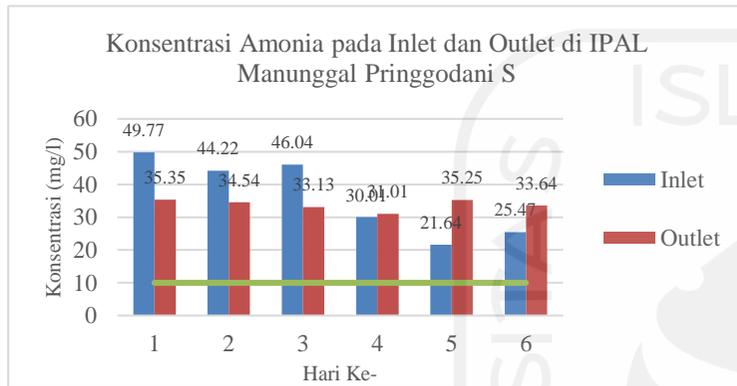
a. Pendinginan refluku sebelum diuji dengan spektrofotometer



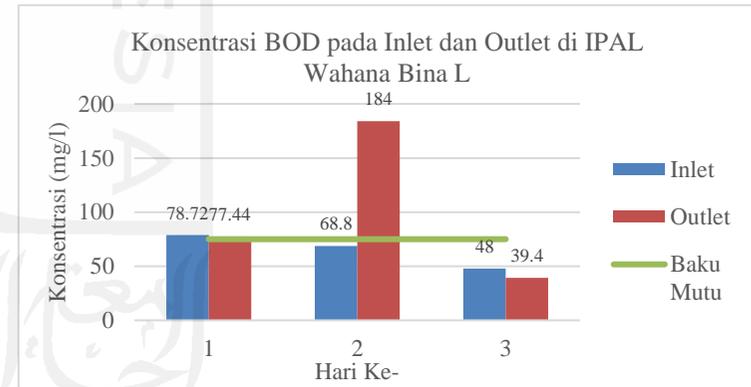
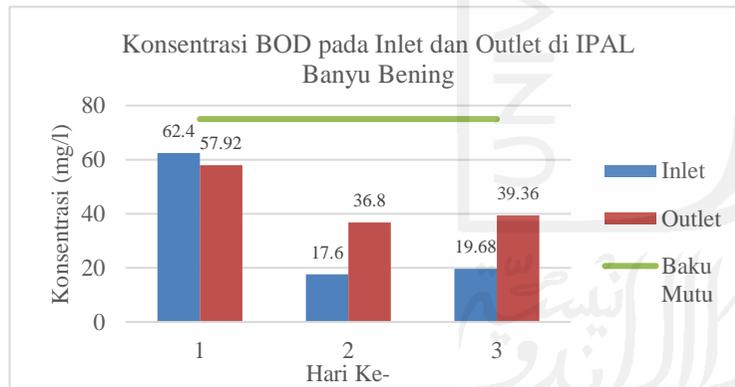
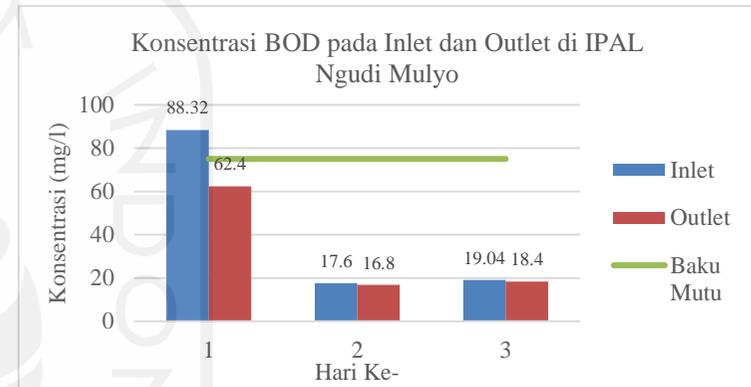
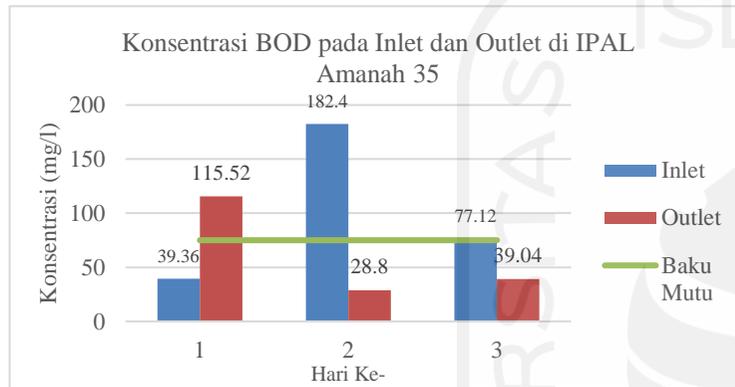
b. Pengujian COD dengan spektrofotometer panjang gelombang 600 nm

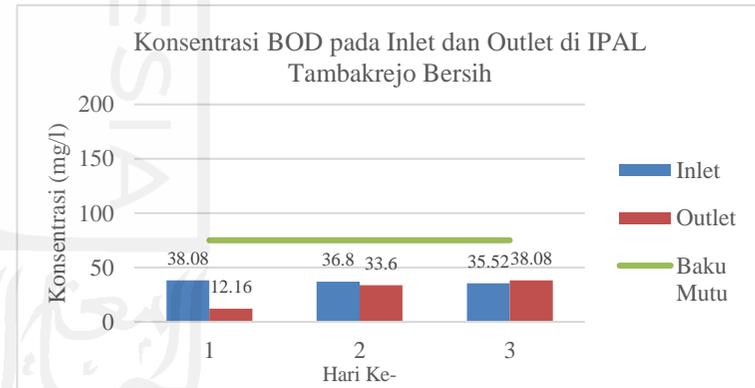
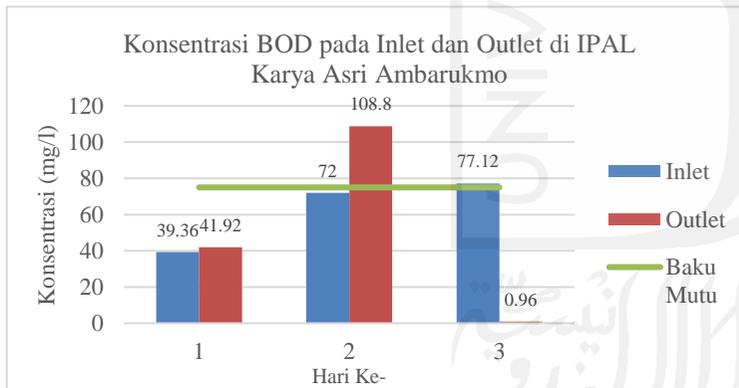
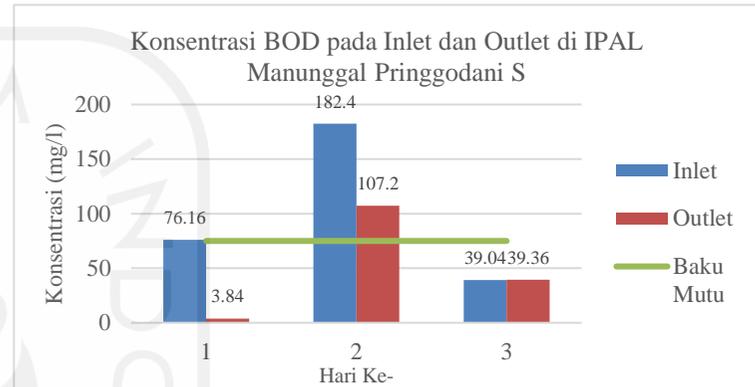
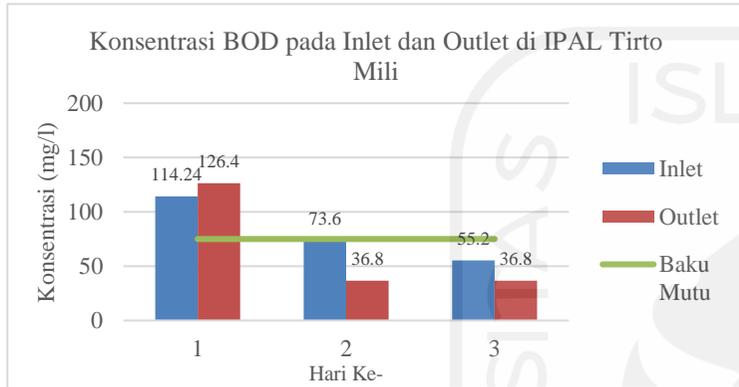
**Lampiran 8** Grafik Hasil Pengujian Amonia



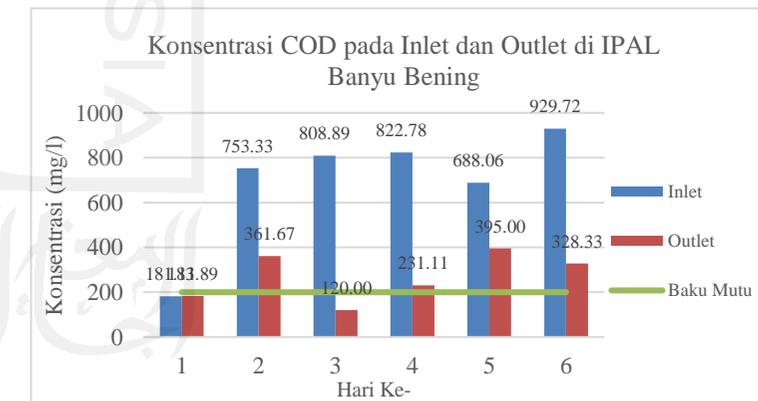
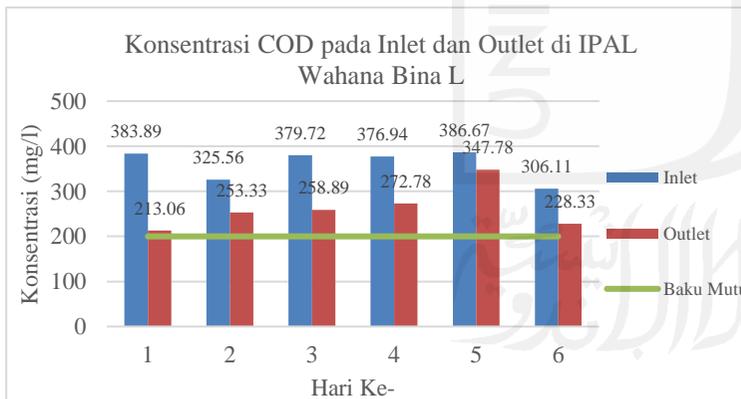
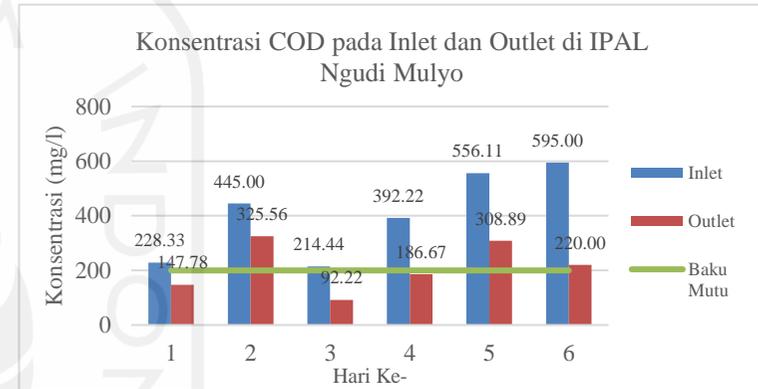
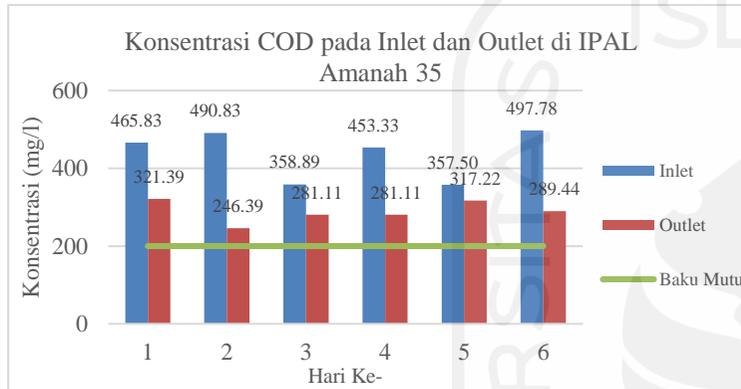


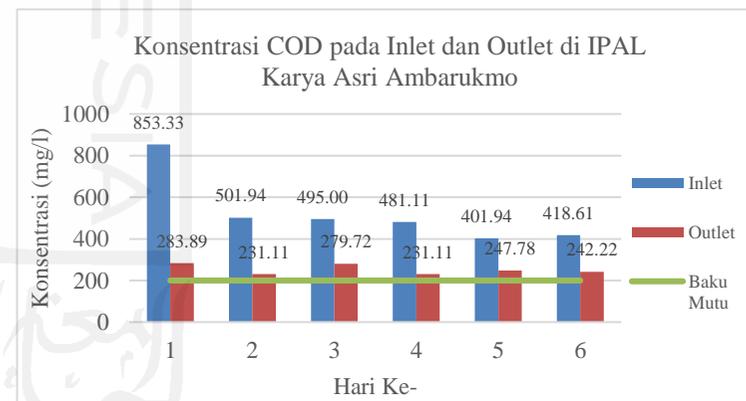
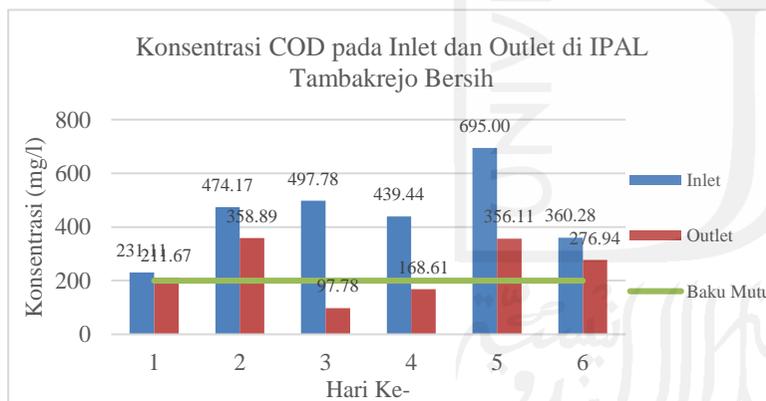
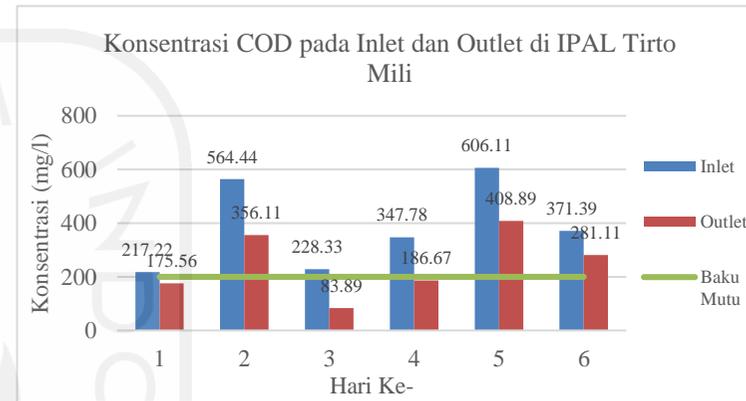
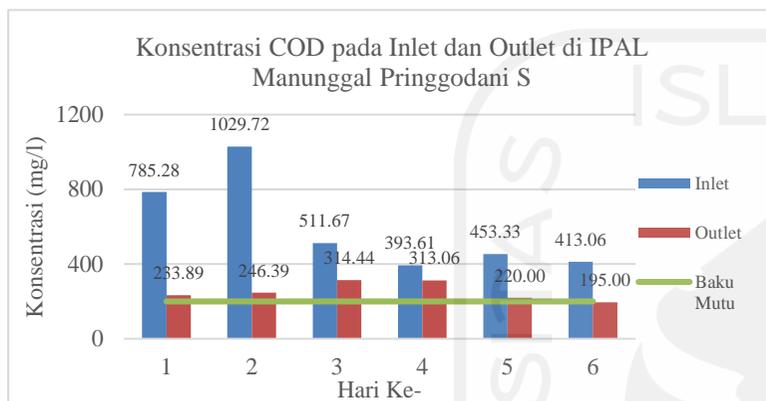
**Lampiran 9** Grafik Hasil Pengujian BOD



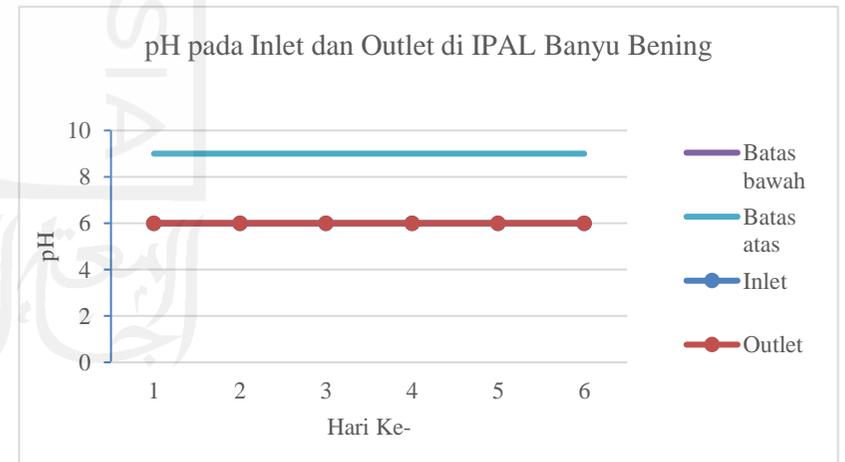
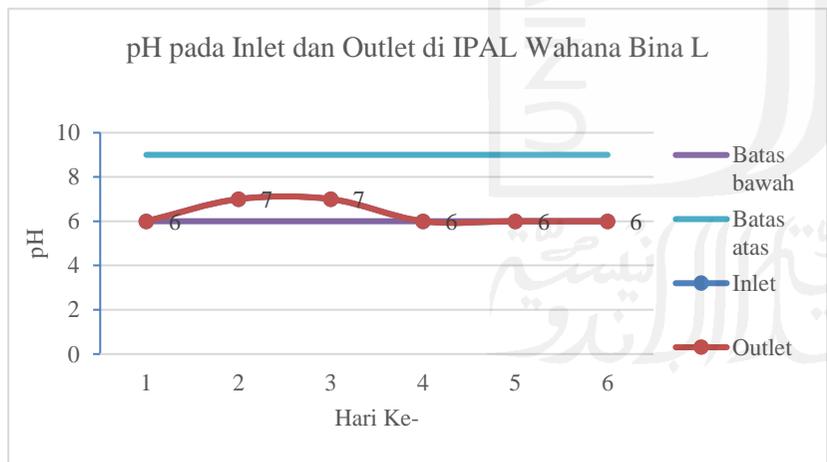
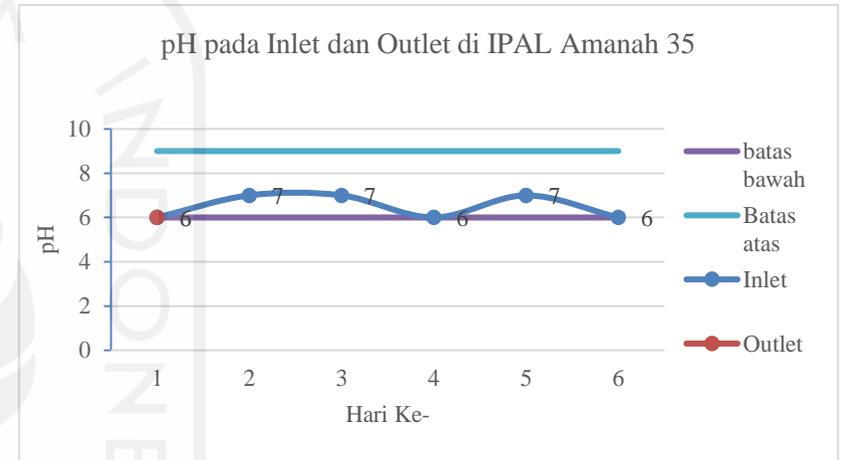
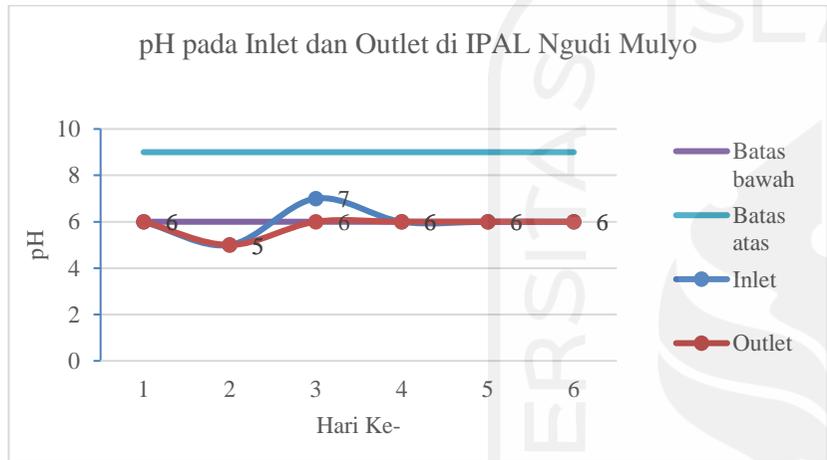


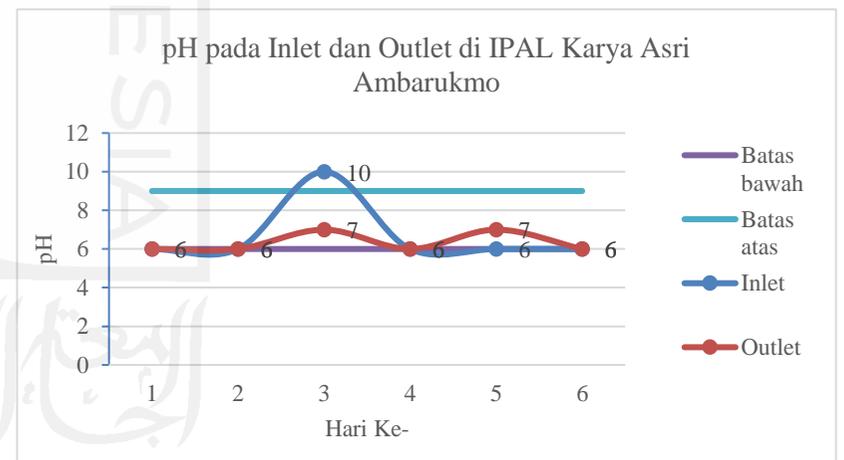
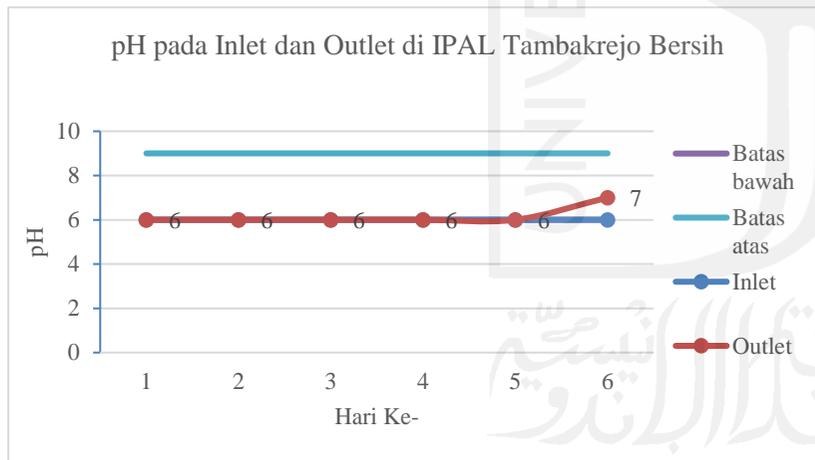
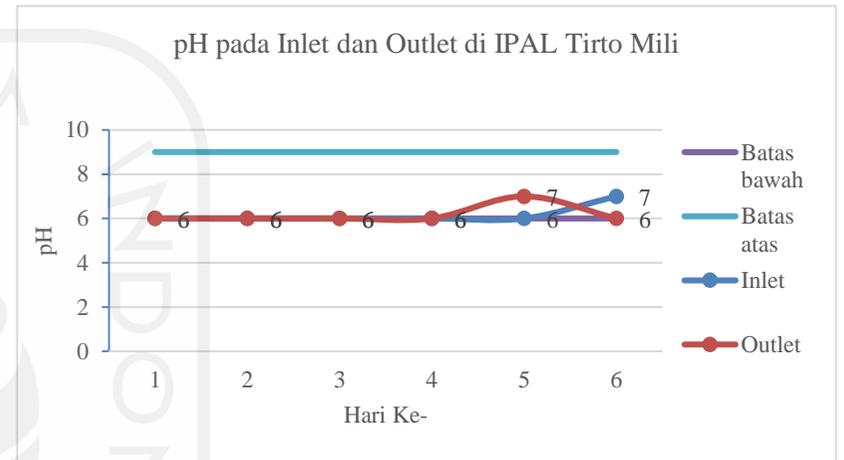
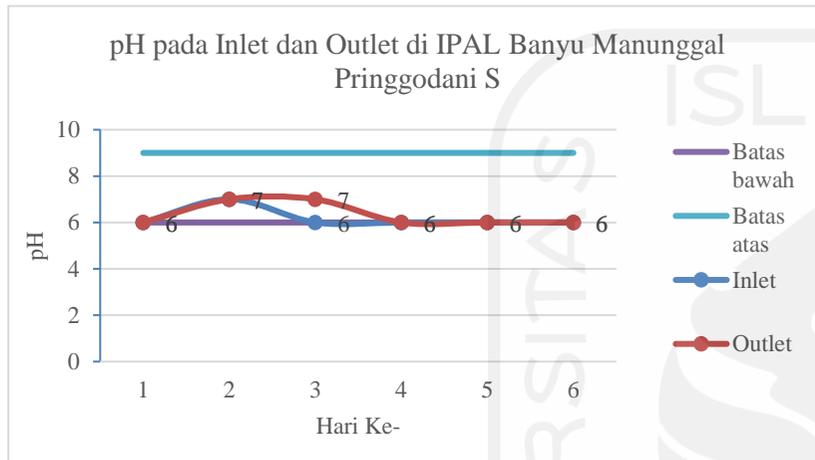
**Lampiran 10** Grafik Hasil Pengujian COD



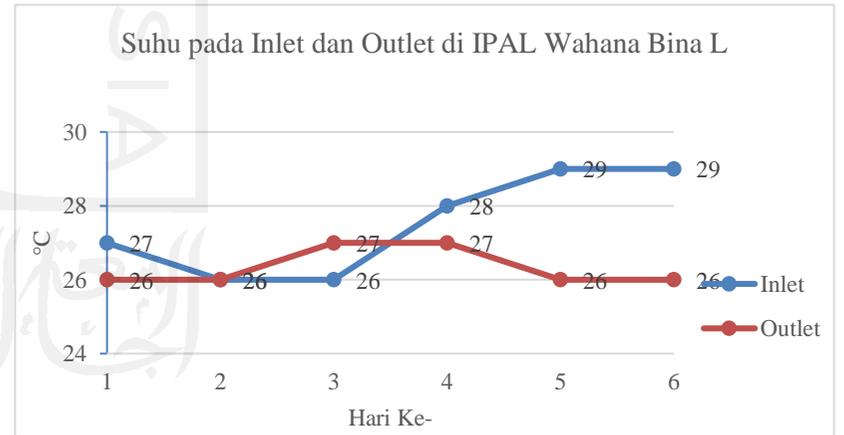
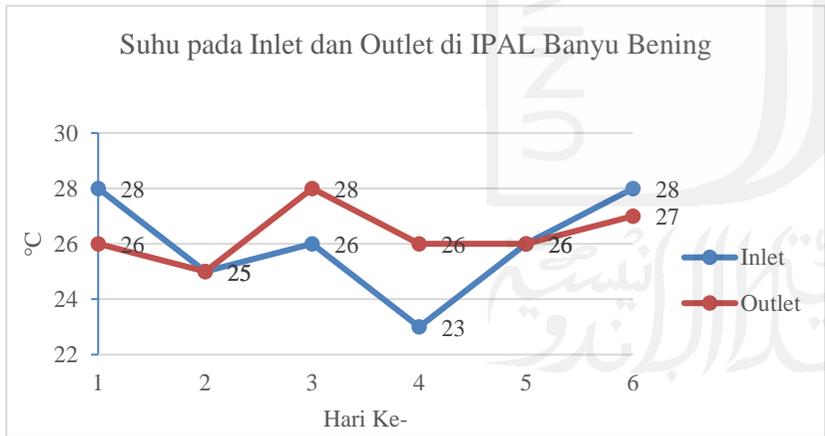
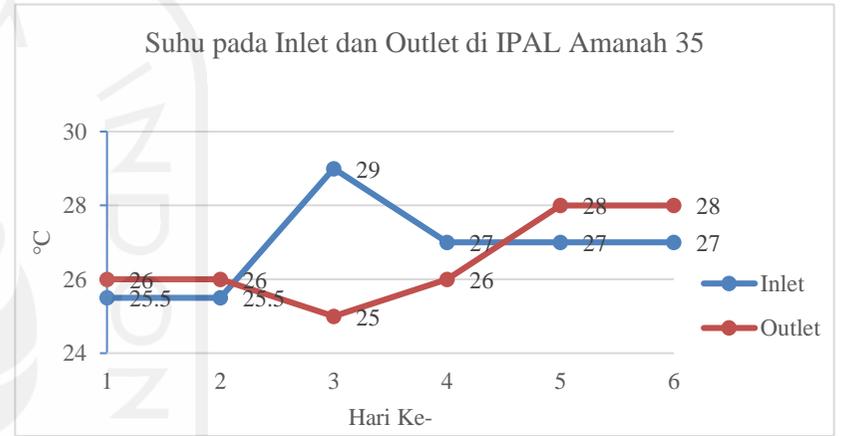
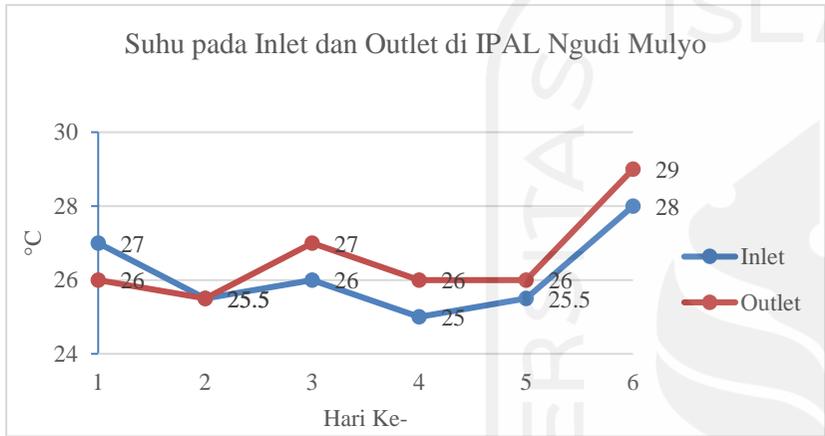


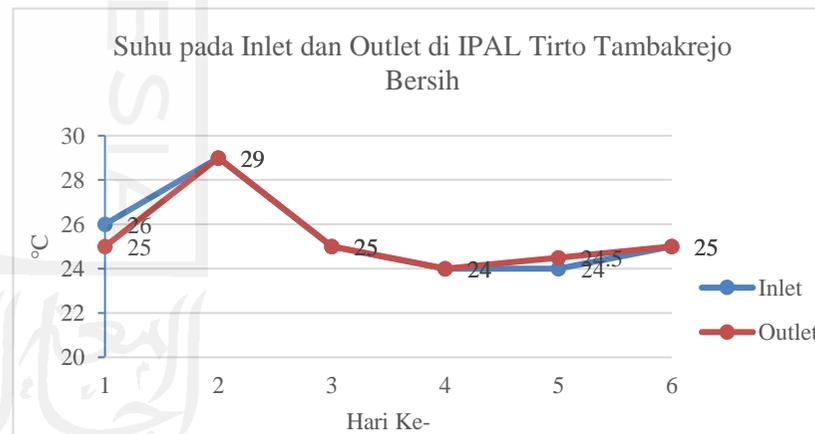
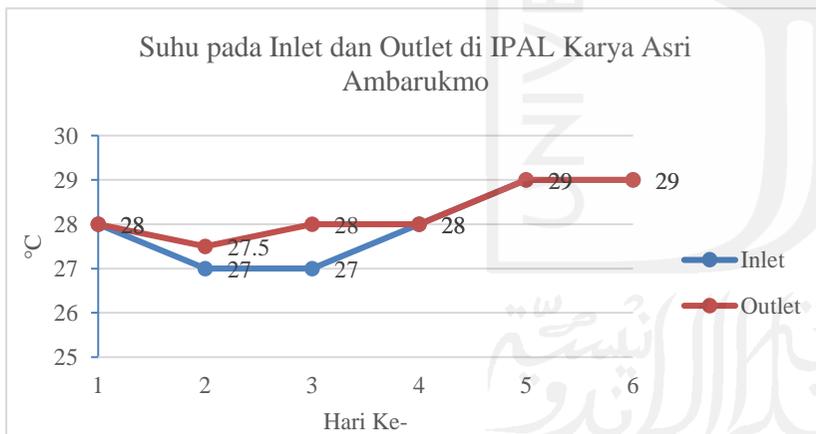
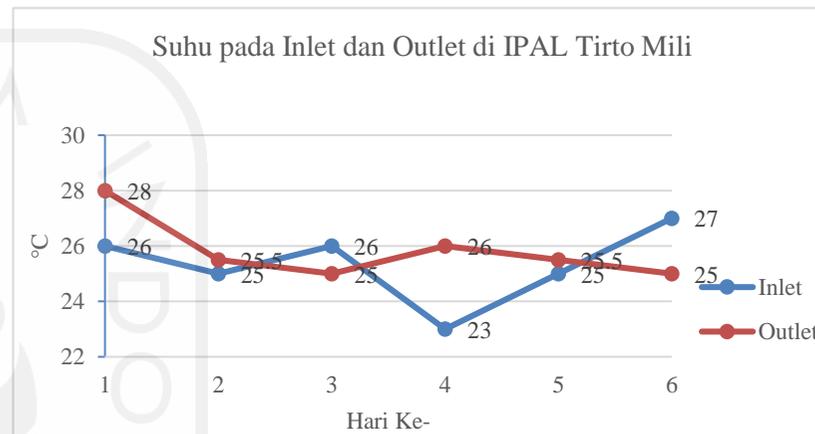
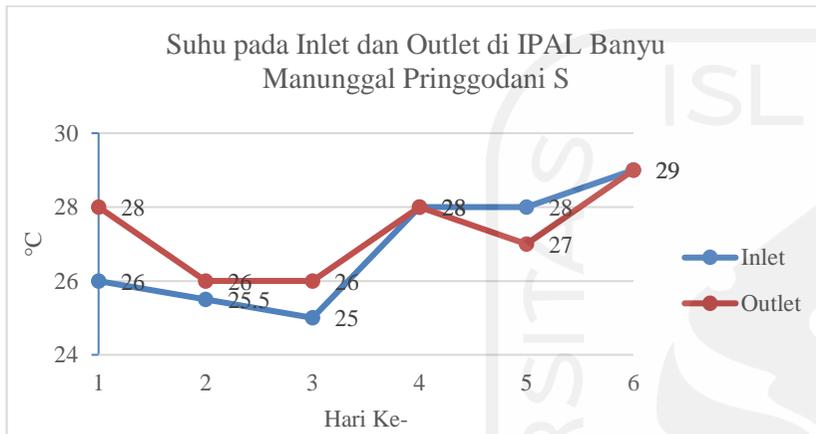
**Lampiran 11** Grafik Hasil Pengukuran pH



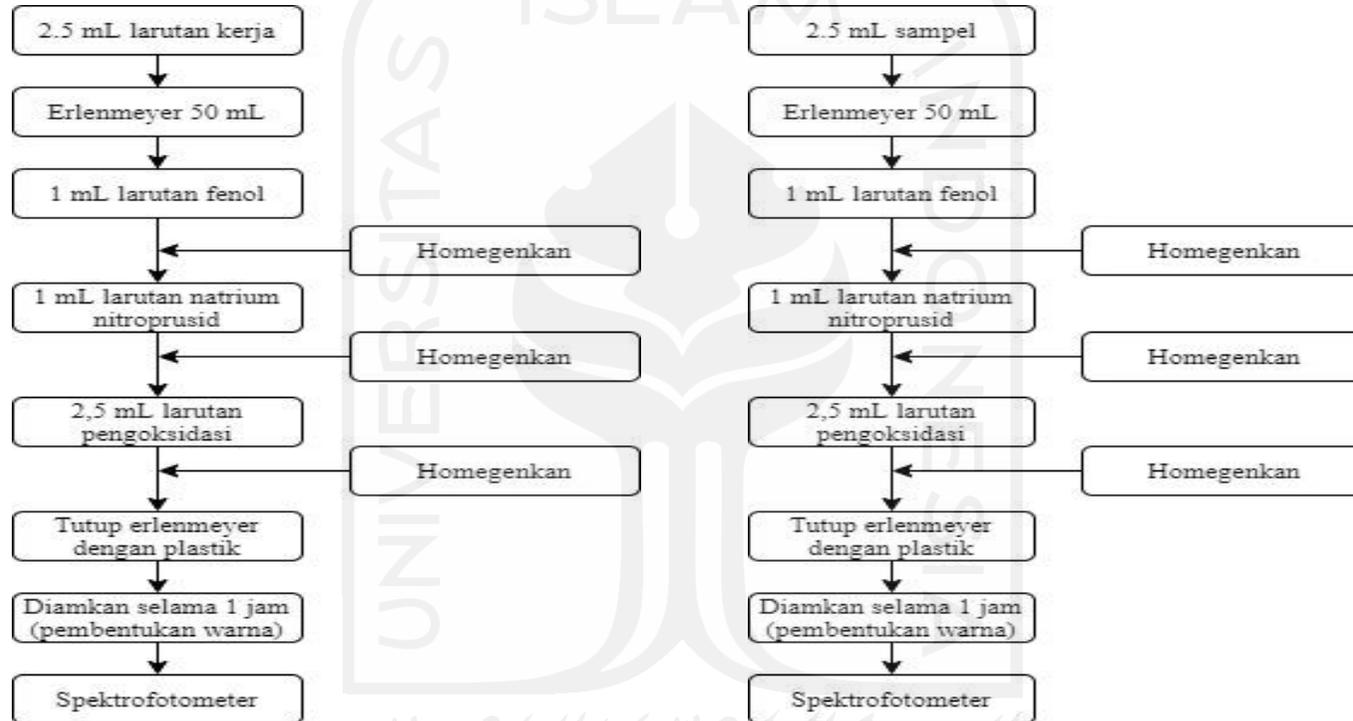


**Lampiran 12** Grafik Hasil Pengukuran Suhu





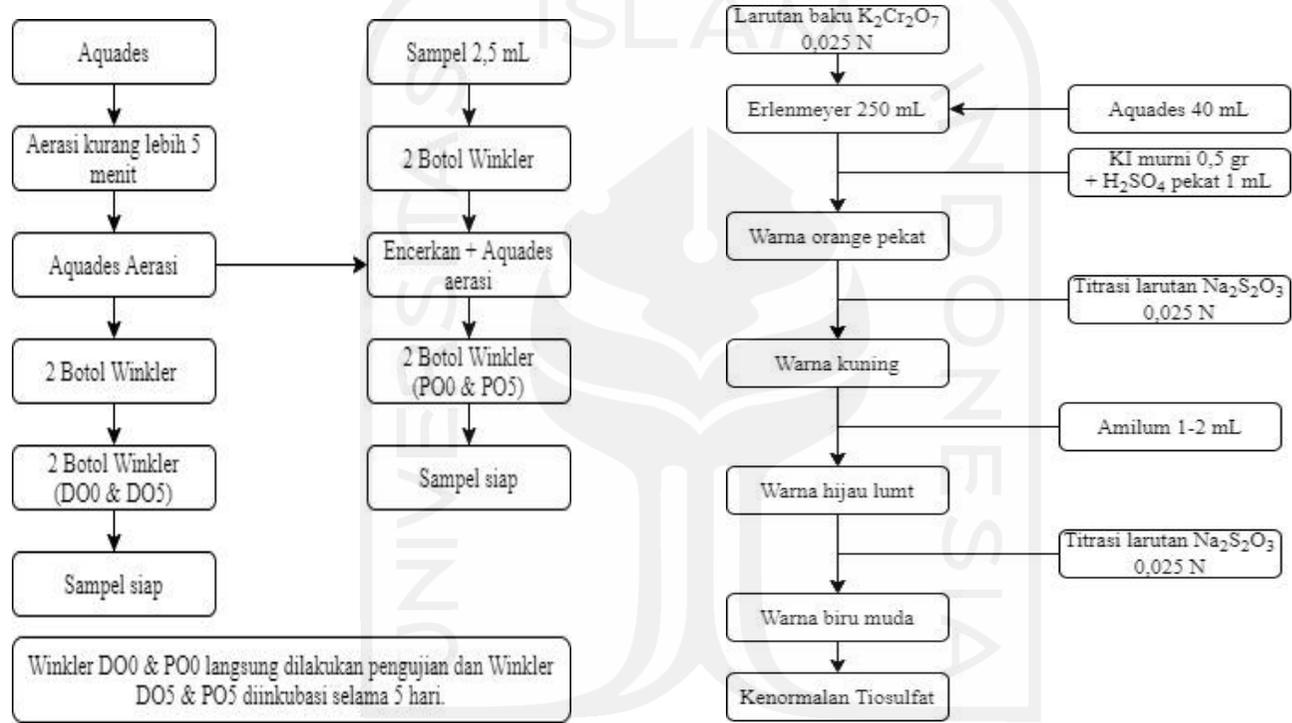
Lampiran 13 Prosedur Pengujian Parameter Amonia



a. Prosedur pembuatan kurva kalibrasi

b. Prosedur pengujian sampel

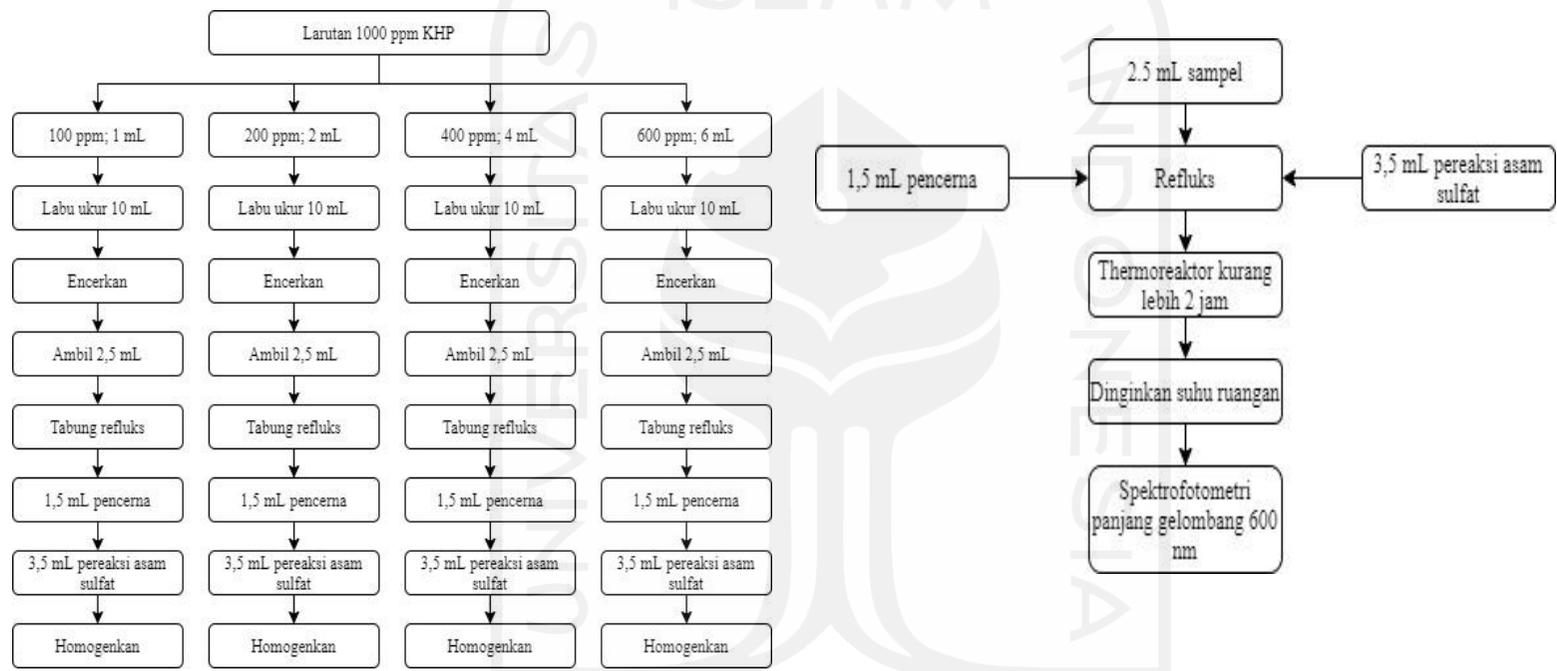
**Lampiran 14** Prosedur Pengujian Parameter BOD



a. Prosedur pengenceran sampel uji

b. Prosedur titrasi BOD<sub>5</sub> sampel

**Lampiran 15** Prosedur Pengujian Parameter COD



a. Prosedur pembuatan larutan KHP

b. Prosedur pengukuran dengan spektrofotometer 600 nm

## RIWAYAT HIDUP



Muhammad Panji Pangestu atau biasa dipanggil Panji lahir di Pekanbaru pada tanggal 25 Agustus 1999, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Dr. Budijono, S.Pi., M.Sc dan Siti Rohana, S.Pd Penulis menempuh Pendidikan Dasar di SDIT Darel Hikmah, lalu melanjutkan pendidikan ke SMPN 21 dan MAN 2 Model Pekanbaru. Penulis dikenal sebagai seorang yang aktif berkegiatan akademik dan non akademik di sekolah seperti ikut serta dalam lomba Cerdas Cermat, Olimpiade Biologi Se-Sumatra, ekstrakurikuler futsal hingga jurnalistik.

Pada tahun 2017, Penulis diterima sebagai mahasiswa Teknik Lingkungan FTSP UII melalui jalur CBT (*Computer Based Test*). Selama 3,5 tahun menempuh Pendidikan, penulis cukup aktif mengikuti kegiatan akademik dan non akademik kampus seperti menjadi Finalis dalam *Kazan Youth Interpreneurship 2020*, peserta *Hult Prize*, dan Penerima *Funding Start-up* Indonesia oleh Kemenpora bersama AiKite. Selain itu, penulis juga aktif dalam kepanitiaan dan berorganisasi dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) UII sebagai staf Departemen Informasi dan Komunikasi

Pada Januari 2020, penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT. Bukit Asam Tbk dengan topik Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) kemudian dilanjutkan dengan penelitian tugas akhir pada bulan September-April 2021 yang mengangkat topik seputar hubungan IPAL Komunal dengan risiko sanitasi di Kabupaten Sleman sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) UII.