

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH (IPAL) MENDIRO KECAMATAN SUKOHARJO  
KABUPATEN SLEMAN BERDASARKAN PARAMETER  
BOD,COD DAN TSS**

**“Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan”**



**BAYU DWIJAYANTO**

**19513148**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2023**

## TUGAS AKHIR

### EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) MENDIRO KECAMATAN SUKOHARJO KABUPATEN SLEMAN BERDASARKAN PARAMETER BOD,COD DAN TSS

“Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan”

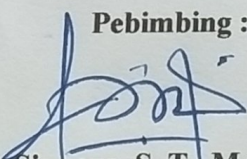


Disusun Oleh:

**BAYU DWIJAYANTO**  
19513148

Disetujui:


Pebimbing :

  
Ir. Eko Siswoyo, S. T., M.Sc.ES., Ph.D.  
025100406

Tanggal : 23-10-2023

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan UII

  
Any Juliani, S. T., M.Sc.(Res. Eng)., Ph.D.  
095130401

Tanggal : 23/10-23

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGELOLAAN AIR  
LIMBAH (IPAL) MENDIRO KECAMATAN SUKOHARJO  
KABUPATEN SLEMAN BERDASARKAN PARAMETER  
BOD, COD DAN TSS

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : *Senin*

Tanggal : *23 Oktober 2023*

Disusun Oleh:

BAYU DWIJAYANTO

19513148

Tim Penguji :

Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

(*Eko*)

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

(*Joni*) <sup>23/23</sup>/<sub>20</sub>

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

(*Andik*) <sup>20/20</sup>/<sub>23</sub>

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya yang saya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan ke Universitas Islam Indonesia atau perguruan tinggi lain untuk memperoleh gelar sarjana.
2. Karya yang saya tulis ini merupakan hasil pemikiran, perumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa dukungan pihak lain kecuali petunjuk dari pembimbing.
3. Tidak ada komentar atau pendapat dari orang lain yang diungkapkan dalam makalah ini, kecuali secara tegas dicantumkan secara tertulis sebagai referensi dalam naskah dan penulis disebutkan dan disebutkan dalam daftar pustaka.
4. Program komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan tidak ada hubungannya dengan Universitas Islam Indonesia.
5. Oleh karena itu, saya menyatakan pernyataan ini dengan sebenar-benarnya, dan apabila di kemudian hari terdapat pelanggaran dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan ijazah yang diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan standar yang berlaku di institusi pendidikan tinggi.

Yogyakarta ,10 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



**Bayu Dwijayanto**

NIM: 19513148

## KATA PENGANTAR

Berkat rahmat dan hidayah Allah SWT, penulis mengambil kesempatan ini untuk menyelesaikan laporan akhir ini dengan judul **Evaluasi Kinerja Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Mendo Kecamatan Sukoharjo Kabupaten Sleman Berdasarkan Parameter BOD, COD Dan TSS**. Tujuan penyusunan laporan ini adalah untuk memenuhi persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik bagi mahasiswa S1 program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan dan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

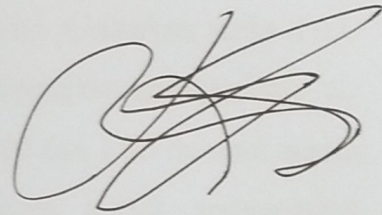
Dalam laporan ini, penulis telah menerima banyak dorongan, dukungan, dan saran serta harapan dari pihak-pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dalam menjalani dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Ayah saya terbanggakan Suparnanto, Ibu tercinta Wiwik Musriasih yang selalu mendukung saya dalam doa, ridha dan finansial.
3. Ketua program Studi Teknik Lingkungan UII, Ibu Any juliani, S.T., M.Sc. (Res. Eng)., ph.D.
4. Koordinator Tugas Akhir, Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.,
5. Pembimbing Tugas Akhir, Bapak Eko Siswoyo, ST., M.Sc.ES., Ph.D. yang telah meluangkan banyak waktunya dalam membantu dan membimbing menyelesaikan laporan tugas akhir ini
6. Dosen penguji, Bapak Dr. Joni Aldila Fajri, S.T.,M.Eng dan Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T yang telah meluangkan waktunya untuk membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Yunanto selaku pengelola IPAL Mendo dan ketua RW yang telah membantu saya dalam mengambil data sekunder pada IPAL Mendo dan telah meluangkan waktunya untuk membantu saya.
8. Seluruh dosen dan staff Program Studi Teknik Lingkungan UII yang memberikan dukungan baik secara administrasi maupun secara ilmu bagi saya pribadi dan orang lain

9. Anggota ruang kepala sekolah yang senantiasa memberikan semangat kepada saya pribadi dalam mengerjakan tugas akhir ini.
10. Pihak-pihak terkait yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

Penyusunan laporan akhir ini masih menyisakan banyak kekurangan. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan ini. Penulis berharap dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat dilanjutkan .

Yogyakarta, 10 Agustus 2023



Bayu Dwijayanto

## ABSTRAK

IPAL Komunal merupakan salah satu penanganan dalam pengolahan air limbah domestik. Padukuhan Mendiro yang berada di Desa Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman yang memiliki 580 penduduk dan 158 KK. IPAL Komunal pada Padukuhan Mendiro belum memiliki data terkait performa teknologi yang menjadi bahan evaluasi terhadap IPAL tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap IPAL khususnya IPAL Mendiro yang berada pada Kabupaten Sleman Provinsi DIY berfokus pada kinerja teknologinya yang digunakan yaitu *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Rotating Biological Contractor* (RBC) guna mengoptimalkan kinerja IPAL komunal tersebut yang menyangkut tentang fasilitas sanitasi masyarakat Desa Sukoharjo agar bisa memiliki akses sanitasi yang baik dan terawat. Penelitian ini dilakukan pada IPAL Mendiro di Padukuhan Mendiro Kecamatan Ngaglik. Pengujian karakteristik air limbah domestik dilakukan terhadap parameter BOD, COD dan TSS dengan acuan metode pada SNI 6989. Analisis parameter dilakukan untuk mengetahui karakteristik air limbah pada teknologi ABR dan RBC, serta mengetahui efektivitas penyisihan IPAL dalam penyisihan BOD, COD dan TSS. Berdasarkan analisis data didapatkan nilai BOD yaitu 22,4-122 mg/L, COD yaitu 93-215 mg/L, TSS 10-75 mg/L. Sedangkan efisiensi removal pada BOD yaitu 67-92%, COD yaitu 26-57% dan TSS yaitu 59-77%.

Kata kunci: ABR, Analisis penyisihan, Evaluasi kinerja, RBC

## **ABSTRACT**

*Communal WWTP is one of the treatments in domestic wastewater treatment. Padukuhan Mendirol is located in Sukoharjo Village, Ngaglik District, Sleman Regency which has 580 residents and 158 households. Communal WWTP in Mendirol hamlet does not yet have data related to technological performance which is the material for evaluating the WWTP. Therefore, it is necessary to evaluate the WWTP, especially the Mendirol WWTP in Sleman Regency, Yogyakarta Province, focusing on the performance of the technology used, namely Anaerobic Baffled Reactor (ABR) and Rotating Biological Contractor (RBC) to optimise the performance of the communal WWTP which concerns the sanitation facilities of the Sukoharjo Village community so that they can have access to good and maintained sanitation. This research was conducted at the Mendirol WWTP in Mendirol Hamlet, Ngaglik District. Testing of domestic wastewater characteristics was carried out on BOD, COD and TSS parameters with reference to the method in SNI 6989. Parameter analysis was carried out to determine the characteristics of wastewater in ABR and RBC technology, and to determine the effectiveness of WWTP removal in removing BOD, COD and TSS. Based on data analysis, the value of BOD is 22.4-122 mg/L, COD is 93-215 mg/L, TSS is 10-75 mg/L. While the removal efficiency in BOD is 67-92%, COD is 26-57% and TSS is 59-77%.*

*Keywords: ABR, Allowance analysis, Performance evaluation, RBC*



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
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 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Air Limbah Domestik.....	4
2.2 Instalasi Pengolahan Air Limbah.....	6
2.3 Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal.....	7
2.4 Parameter Fisika dan Kimia Air Limbah Domestik.....	10
2.5 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	14
3.2 Alur Penelitian.....	15
3.3 Pengumpulan Data.....	16
3.4 Persiapan Alat Sampling.....	16
3.5 Sampling Air Limbah.....	16
3.6 Pengujian Air Limbah.....	18
3.7 Analisis Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Gambaran Umum Pada IPAL Mendiro.....	22
4.2 Karakteristik Air Limbah Domestik IPAL Mendiro.....	28
4.3 Analisis Penyisihan.....	34

4.4 Efektivitas Kinerja IPAL Mendiro .....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	49
RIWAYAT HIDUP .....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anaerobic Baffled Reactor (ABR)).....	8
Gambar 2. 2 Rotating Biological Contractor (RBC).....	10
Gambar 3. 1 Peta Titik Sampling Tugas Akhir .....	14
Gambar 3. 2 Tahapan Alur Penelitian .....	15
Gambar 3. 3 Titik sampling pada IPAL MENDIRO .....	17
Gambar 4. 1 IPAL Mendiro.....	22
Gambar 4. 2 Skema IPAL Mendiro .....	23
Gambar 4. 3 Flow diagram IPAL Mendiro .....	24
Gambar 4. 4 unit ABR IPAL Mendiro .....	25
Gambar 4. 5 Unit RBC IPAL Mendiro.....	25
Gambar 4. 6 Lokasi titik 1 pengambilan sampel.....	26
Gambar 4. 7 Lokasi titik 2 pengambilan sampel.....	27
Gambar 4. 8 titik 3 pengambilan sampel .....	27
Gambar 4. 9 Lokasi titik 4 pengambilan sampel.....	28
Gambar 4. 10 Kadar BOD IPAL Mendiro .....	29
Gambar 4. 11 Kadar COD IPAL Mendiro.....	31
Gambar 4. 12 Kadar TSS IPAL Mendiro .....	33
Gambar 4. 13 Presentase removal BOD IPAL Mendiro .....	34
Gambar 4. 14 Presentase removal COD IPAL Mendiro .....	36
Gambar 4. 15 Presentase removal TSS IPAL Mendiro .....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku mutu air limbah.....	5
Tabel 2. 2 Baku mutu ar limbah untuk kegiatan IPAL Domestik .....	5
Tabel 3. 1 Metode Pengambilan sampel Air Limbah.....	18
Tabel 4. 1 Karakteristik air limbah IPAL MENDIRO.....	28
Tabel 4. 2 Parameter Polutan <i>influent</i> dan <i>effluent</i> IPAL Mendiro .....	39
Tabel 4. 3 Hasil pengujian Parameter Polutan <i>influent</i> dan <i>effluent</i> IPAL Mendiro Pada tahun 2020 .....	39
Tabel 4. 4 Persen penyisihan IPAL Mendiro.....	41
Tabel 4. 5 Beban BOD IPAL Mendiro tahun 2023 .....	43
Tabel 4. 6 Beban BOD IPAL Mendiro tahun 2020 .....	43

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Data Hasil pengujian BOD, COD dan TSS .....	49
Lampiran 2 perhitungan efisiensi removal.....	58
Lampiran 3 Dokumentasi penelitian. ....	59

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Padukuhan Mendiro yang berada di Desa Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman yang memiliki 580 penduduk dan 158 KK (Kabupaten Sleman BPS,2022) Permasalahan air limbah yang terjadi pada kabupaten Sleman terjadi karena pertambahan penduduk di Kabupaten Sleman sendiri yang menyebabkan pengolahan air limbah menjadi terhambat akibat bertambahnya penduduk sedangkan kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sedikit. Kabupaten Sleman menjadi daerah berpotensi meningkatnya pemukiman kumuh karena fasilitas sanitasinya yang tidak memadai. Pengolahan air limbah domestik di kabupaten Sleman dilakukan secara komunal yang dilakukan oleh masyarakat langsung atau pengelolaan air limbah berbasis domestik. Yang bertujuan untuk menghindari penurunan kualitas air tanah yang digunakan dalam kegiatan sehari-hari yang diakibatkan oleh air limbah domestik tanpa pengelolaan yang juga menyebabkan peningkatan pencemaran sungai di Kabupaten Sleman (Krisdiyanti et al., 2016).

IPAL Mendiro yang berada di Padukuhan Mendiro memiliki teknologi ABR dan RBC. ABR adalah sistem pengolahan air limbah seca tersupensi aerobik yang memiliki kompartemen-kompartemen yang memiliki sekat vertikal (Hastuti et al, 2017). RBC adalah adaptasi dari proses pengolahan air limbah dengan biakan melekat (attached growth). (Said, 2005). IPAL Mendiro memiliki kedua teknologi tersebut dan pastinya memerlukan pemeliharaan secara teknis maupun biaya dan diperlukan evaluasi kinerja IPAL Mendiro agar IPAL tersebut memiliki perkembangan dan perbaikan secara bagus untuk kedepannya.

Evaluasi merupakan suatu proses sistematis dalam mengumpulkan, menganalisis dan menginterpretasikan informasi untuk mengetahui pelaksanaan program pemerintah dalam pelayanan masyarakat (Indriatmoko dan Yudo, 2006). Contoh studi kasus pada tahun 2018 Provinsi DIY memiliki 131 IPAL komunal, dimana yang paling tua dibangun tahun 2006 dan yang terbaru dibangun tahun 2018. Sebagai infrastruktur yang dirancang melalui program pemerintah dan dikelola oleh masyarakat itu sendiri, seiring berjalanya waktu banyak ditemukan permasalahan terhadap IPAL tersebut, yang luput dari pemantauan pemerintah. Di Provinsi DIY, pemantauan oleh instansi terkait dilakukan saat awal beroperasi terhadap 41 IPAL komunal dari 376 IPAL yang ada di seluruh provinsi DIY (Wijyaningrat, 2018).

Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap IPAL khususnya IPAL Mendiro yang berada pada Kabupaten Sleman provinsi DIY berfokus pada kinerja teknologinya yang digunakan yaitu ABR dan RBC guna mengoptimalkan kinerja IPAL komunal tersebut yang menyangkut tentang fasilitas sanitasi masyarakat desa sukoharjo agar bisa memiliki akses sanitasi yang baik dan terawat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang penelitian, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu diperlukannya evaluasi kinerja teknologi ABR dan RBC pada IPAL Mendiro yang mencakup karakteristik air limbah, efisiensi removal dan keefektifitasan kinerja IPAL Mendiro

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis performa teknologi ABR dan RBC pada IPAL Mendiro menggunakan parameter BOD, COD dan TSS serta mengetahui efisiensi removal pada setiap teknologi.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dengan adanya penelitian ini adalah :

1. Hasil akhir penelitian ini bisa menjadi bahan referensi pembelajaran Evaluasi Kinerja IPAL unit ABR dan RBC.
2. Menjadi ferensi evaluasi dala unit ABR dan RBC pad IPAL Mendiro.
3. Memberikan masukan mengenai evaluasi kinerja IPAL Mendiro kepada pemerintah jika membutuhkan solusi dalam mengatasi permasalahan khususnya performa pada IPAL Mendiro.

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini meliputi :

1. Data teknis berupa debit, kualitas *influent*, dan kualitas *effluent* yang berupa kandungan BOD, COD, TSS di IPAL Mendiro.
2. Baku mutu air limbah domestik yang mengacu pada Permen LHK No. 68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik.
3. Penelitian dilakukan IPAL Mendiro.
4. Performa Teknologi ABR dan RBC pada IPAL Mendiro.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah Domestik**

Air limbah adalah air sisa dari berbagai aktivitas seperti rumah tangga, industri, dan sarana lainnya. Air limbah memiliki bahan dan zat yang memiliki kandungan berbahaya dan beresiko untuk kesehatan manusia serta kesetimbangan ekosistem. Tidak hanya itu, air limbah bisa dibidang memiliki campuran antara sampah cair yang bersumber dari wilayah permukiman, industri, perkantoran, perdagangan dengan air permukaan, air tanah dan air hujan(Seokidjo ,2003).

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Air limbah domestik yang berasal dari kegiatan usaha/rumah yang berpotensi mencememari lingkungan wajib memiliki pengolahan air limbah yang berskala domestik dengan pemantauan agar air limbah domestik yang terolah memiliki kadar sesuai baku mutu air limbah domestik (Permenlhk No 68 Tahun 2016).

Air limbah domestik yang berasal dari rumah tangga memiliki 2 jenis yaitu *black water* dan *grey water*. Black water atau air toilet biasanya terdiri dari tinja,air kencing serta air sisa bilasan sedangkan Grey water atau air non toilet biasanya terdiri dari air bekas yang berasal dari cucian, dapur dan wastafel.

Pengolahan air limbah domestik pada umumnya bisa dilakukan secara tersendiri asalkan memiliki pengolahan yang layak atau juga bisa diolah secara komunal. Pengolahan air limbah domestik wajib memenuhi baku mutu air limbah domestik yang terdapat pada Peraturan Menteri No 68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah yang bisa dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Baku mutu air limbah

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

*Sumber : PermenLHK No 68 tahun 2016*

Selain beracu pada PermenLHK No 68 tahun 2016 baku mutu air limbah, Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta mempunyai Peraturan Daerah yang mengatur terkait baku mutu air limbah yaitu pada Perda DIY No 7 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah dengan baku mutu yang bisa dilihat melalui Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Baku mutu air limbah untuk kegiatan IPAL Domestik

Parameter	Kadar paling Banyak (mg/L)
BOD	75
COD	200
TDS	2.000
TSS	75
Minyak dan Lemak	10
Detergen	5
Suhu	$\pm 3^{\circ}\text{C}$ terhadap Suhu Udara
pH	6-9
Coliform	10.000 MPN/100 ml
Debit limbah	120

Sumber : Perda DIY No 7 tahun 2016

## 2.2 Instalasi Pengolahan Air Limbah

*Water Treatment Plant* (WTP) adalah sistem pengolahan air sebelum dibuang ke saluran air/sungai. Instalasi pengolahan limbah dengan sistem perpipaan terdiri dari bangunan pengolahan air dan sistem jaringan perpipaan. Bangunan air limbah memiliki komponen pengolahan air limbah yang mencakup tangki influen, tangki pengolahan dengan berbagai pilihan teknologi dan tangki efluen. Pemilihan opsi teknologi yang akan digunakan disesuaikan dengan kebutuhan, kapasitas, kepadatan penduduk, luas lahan, ketinggian air, kemudahan penggunaan dan pemeliharaan instalasi pengolahan. Tujuan pembangunan instalasi pengolahan air adalah untuk menghilangkan atau mengurangi bahan pencemar sebelum dibuang ke badan air agar tidak membahayakan manusia dan lingkungan (Jasim, 2020).

Menurut pengertian yang sama, maka IPAL Komunal (*DEWATS*) adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang air limbah dan memiliki sistem yang terkait dengan rumah tangga atau industri yang kecil. Sistem ini biasanya digunakan karena membutuhkan sedikit biaya, tenaga, dan energi yang terbilang sedikit. Hal ini karena perawatan dan monitoring yang lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan sistem yang terfokus. *DEWATS* mampu mengubah sampah menjadi kompos, bahkan sampai ke dalam bentuk lumpur, dengan harga yang rendah dan menghasilkan gas yang dapat digunakan lagi.

*DEWATS* adalah alternatif pengolahan tradisional, memberikan layanan yang lebih efisien dan berkelanjutan. *DEWATS* bisa menjadi pengolahan air limbah domestik dan industri. Sistem ini mampu mengolah air limbah dengan debit 1-1000 meter kubik per hari. Pengolahan limbah dengan sistem ini dapat diandalkan, tahan lama, dan tidak bergantung pada fluktuasi debit air limbah. Sistem tersebut juga tidak membutuhkan peralatan dan sistem yang rumit, namun lebih sederhana perawatannya. Karena biayanya yang murah, *DEWATS* menjadi salah satu alternatif untuk memperbaiki sanitasi di Indonesia (Singh et al., 2009).

### 2.3 Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal

Maksud dari pengolahan air limbah adalah untuk menghilangkan polutan dari air limbah dan mengembalikannya kedalam badan air dengan baku mutu yang sesuai. Pengolahan air limbah secara umum dapat dibagi menjadi pemisahan zat tersuspensi, pemisahan senyawa koloid dan penghilangan zat terlarut. Dari perspektif jenis proses, pengolahan air limbah mempunyai berbagai macam proses yaitu : proses pengolahan fisik, proses pengolahan kimia, proses pengolahan fisik dan kimia dan proses pengolahan biologis (Said, 2017).

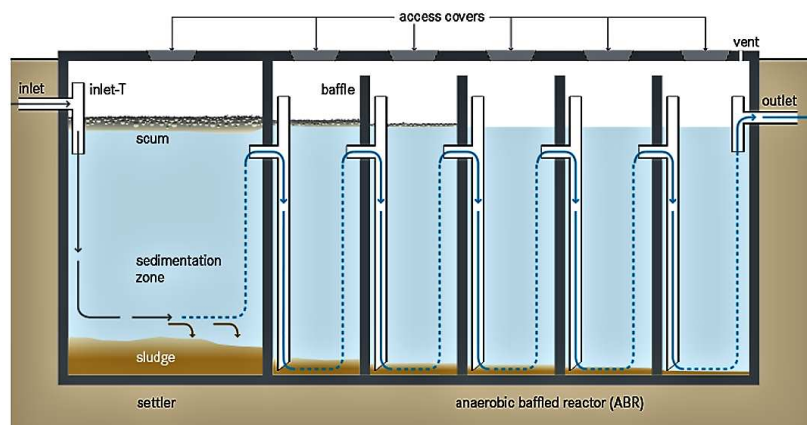
Dilihat dari prosesnya, pengolahan air limbah dapat dibedakan menjadi pengolahan primer dan sekunder serta pengolahan lanjutan. Pengolahan primer merupakan pengolahan untuk menghilangkan padatan tersuspensi, koloid dan netralisasi yang biasanya menggunakan cara fisika atau kimia. Pengolahan yang kedua adalah proses menghilangkan senyawa pencemar organik yang umumnya diolah menggunakan teknologi yang berbasis biologi (Said, 2017).

Teknologi pengolahan sekunder yang biasanya terdapat yang biasanya menggunakan proses secara biologi terdapat beberapa jenis salah satunya pengolahan dengan sistem anaerobik dan aerobik. Metode pengolahan aerobik melibatkan penggunaan oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik menjadi produk degradasi yang paling sederhana, yaitu karbon dioksida dan air. Selanjutnya, sistem ini dapat diklasifikasikan sebagai sistem yang membutuhkan aerasi paksa atau mekanis peralatan aerasi. Jejak sistem ini kecil dibandingkan dengan sistem alami tetapi konsumsi energi tinggi. Dibandingkan dengan sistem alami, sistem aerobik mampu memberikan limbah berkualitas baik yang bisa dengan mudah memenuhi standar pembuangan limbah. Contoh teknologi pengolahan yang menggunakan system aerobik yaitu *Oxidation Ditch* (OD), *Rotating Biological Contractor* (RBC), *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) yang mampu mengolah kandungan COD kurang dari 1000 mg/L ( Sharma, M.K. et al, 2021).

Metode pengolahan anaerobik Sistem pengolahan ini mengatur pengolahan biologis dengan produksi metana dan biomassa melalui mekanisme dasar mekanisme yang melibatkan hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan metanogenesis tanpa adanya oksigen. Anaerobik sistem perawatan adalah biologis yang mengkonsumsi energi rendah sistem perawatan. Meskipun organik dan nutrisi rendah penghapusan, sistem pengolahan anaerobik murah dan sederhana dan dapat menjadi penyedia energi. Contoh teknologi pengolahan yang menggunakan system anaerobik yaitu *Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*, *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dan septic tank (Singh, N.K et al, 2015)

### 2.3.1 Anaerobic Biological Reactor (ABR)

Teknologi *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* adalah teknologi pengolahan air limbah yang tersuspensi secara anaerob yang kompartemennya ditentukan oleh partisi vertikal. Umumnya, sistem ABR yang digunakan pada instalasi pengolahan air limbah digunakan untuk mengolah air limbah dengan beban organik yang rendah. Serangkaian sekat vertikal di dalam ABR mengatur aliran naik-turun air limbah dari saluran masuk ke saluran keluar, memungkinkan kontak antara limbah cair dan biomassa hidup. (Hastuti et al., 2017). Detail sistem ABR sebagai sistem pengolahan air limbah bisa dilihat melalui Gambar 2.1.



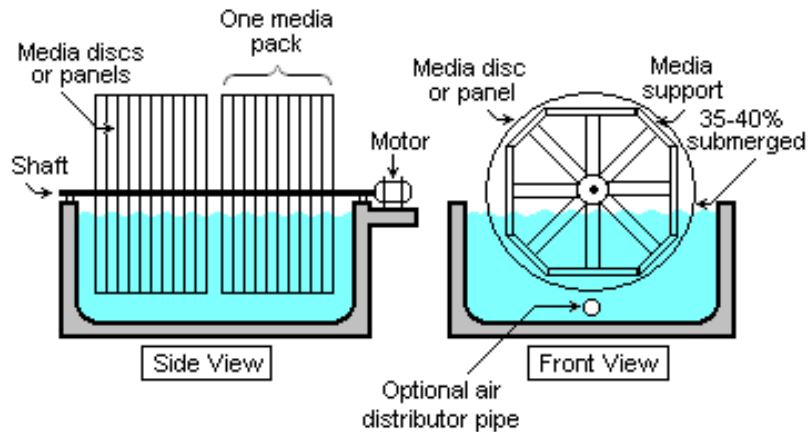
Gambar 2. 1 Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

Sumber : <https://sswm.info/taxonomy/term/3931/anaerobic-baffled-reactor-%28abr%29>

Ada beberapa keuntungan dan kerugian menggunakan teknologi ABR untuk pengolahan air limbah. Teknologi ABR memiliki keunggulan kesederhanaan, keandalan, daya tahan, dan efisiensi tinggi. Namun kelemahan dari penggunaan teknologi ini adalah ruang yang dibutuhkan lebih besar selama konstruksi, pengolahan limbah ringan yang kurang efisien, dan proses pemasakan/pencernaan yang lebih lama. Sistem ABR memiliki keunggulan sistem yang sederhana, persyaratan biaya yang rendah, waktu retensi lumpur yang lama, waktu retensi hidrolis yang rendah, tidak memerlukan karakteristik biomassa khusus, pengoperasian yang mudah, produksi lumpur yang rendah, stabilitas yang baik terhadap beban benturan, dan dapat mengolah air limbah dengan hidrolis perubahan dan lain lain sesuai karakteristik air limbah. Mikroorganisme dalam reaktor secara perlahan meningkat dan menetap selama karakteristik aliran dan produksi gas. Namun, laju pergerakan sepanjang reaktor rendah.

### ***2.3.2 Rotating Biological Contractor (RBC)***

*Rotating Biological Contractor (RBC)* adalah salah satu teknologi untuk mengolah air limbah yang mengandung polutan organik tinggi secara biologis menggunakan sistem kultur tambahan. Pengolahan air limbah RBC bekerja dengan menggabungkan air limbah yang mengandung polutan organik dengan lapisan mikroorganisme (film mikroba) yang menempel pada permukaan media reaktor. Media yang digunakan untuk melekatkan biofilm ini berbentuk piringan yang terbuat dari bahan polimer yang ringan dan disusun berjejer pada poros membentuk modul atau enclosure yang kemudian diputar secara perlahan dalam keadaan terendam sebagian menjadi aliran air limbah secara kontinyu ke dalam reaktor (Said, 2005). Detail sistem RBC sebagai pengolahan air limbah bisa dilihat melalui Gambar 2.2.



*Gambar 2. 2 Rotating Biological Contractor (RBC)*

Sumber : <http://www.ute.lk/ecologic/technology/rotating-biological-contractor-ecologic-systems-ute-engineering-sri-lanka/>

Pengolahan air limbah sistem RBC adalah sistem pengolahan air limbah proses aerobik dengan sistem kultur tertanam, yang memiliki keunggulan pengoperasian yang mudah, konsumsi energi yang relatif kecil, dan pembentukan lumpur. Sistem RBC umumnya tidak cocok untuk mengolah air limbah dengan konsentrasi BOD tinggi. Untuk mengatasi masalah ini, sistem RBC dapat dikombinasikan dengan proses lain, misalnya dengan proses lumpur aktif atau kombinasi antara proses anaerobik dan RBC. Sistem RBC umumnya tidak memerlukan area yang luas, dan sangat cocok untuk situasi di mana ruang yang tersedia untuk instalasi pengolahan limbah terbatas.

#### **2.4 Parameter Fisika dan Kimia Air Limbah Domestik**

Zat Pencemar yang terdapat pada air limbah dapat mengakibatkan terganggunya aktivitas dan kesehatan pada masyarakat. Pengolahan air limbah bertujuan untuk mencegah dan mengurangi zat pencemar agar aman jika disalurkan ke lingkungan dengan baku mutu yang sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 tahun 2016.

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

*Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen yang diperlukan oleh suatu mikroorganisme untuk melepaskan zat organik baik terlarut maupun tersuspensi yang berada dalam air dengan keadaan aerobik. Pengujian BOD dilakukan untuk mengetahui kemampuan oksigen untuk mengurai zat organik apabila dilepaskan ke lingkungan dalam keadaan aerobik. Nilai pada pengujian BOD juga berguna untuk mengetahui seberapa banyak limbah organik yang diolah dalam perlakuan secara biologi dan berguna untuk mengetahui efisiensi sistem dalam mengolah kandungan BOD (Fachruruzi et al., 2017).

#### **2.4.2 Chemical Oxygen Demand (COD)**

Permintaan oksigen kimia (COD) adalah jumlah oksigen kimia yang diperlukan untuk mengoksidasi limbah dalam air melalui reaksi kimia, atau jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. COD merupakan salah satu parameter penting untuk menunjukkan tingkat pencemaran air. Kadar COD yang tinggi menunjukkan kualitas air yang buruk (Andara et al., 2014).

COD memiliki nilai khusus ketika BOD tidak mendapatkan hasil karena zat pengganggu. Pengukuran COD terbilang lebih singkat daripada pengukuran BOD. Namun, BOD dan COD tidak dapat mendefinisikan hal yang sama, karena nilai COD Tidak terikat dengan BOD. Zat organik stabil dan tidak stabil tidak dapat dibedakan dari hasil pengukuran COD. Angka COD juga merupakan hasil pengukuran pencemaran air oleh bahan organik, yang secara ilmiah dapat dioksidasi oleh proses mikrobiologi, sehingga menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air. (Estikarini et al., 2016)



### 2.4.3 Total Suspended Solid (TSS)

*Total Suspended Solid (TSS)* adalah padatan dalam air, termasuk partikel tanah (tanah liat, lanau, dan pasir), ganggang, plankton, dan bahan lainnya dengan ukuran mulai dari 0,004 mm (Tanah liat) hingga 1,0 mm (pasir). Sebagian besar TSS berasal dari limbah kegiatan rumah tangga, industri dan pertanian. Padatan ini mengakibatkan kekeruhan pada air yang tidak langsung terendap (Kamajaya et al., 2021).

TSS adalah parameter yang menunjukkan kecepatan sedimentasi untuk menentukan jumlah TSS pada suatu cairan. Bahan dari sumber kimia yang terlarut dan terendap oleh air tenggelam ke dasar air dan sisanya mengikuti arus. Analisis TSS sebagai metode menentukan jumlah dan Distribusi zat tersuspensi di badan air (Siswanto, 2010).

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Dalam melaksanakan penelitian kita perlu membaca referensi dari penelitian sebelumnya. Bisa dilihat melalui beberapa referensi tersebut dapat ditemukan judul maupun topik penelitian yang sama seperti penelitian yang sudah dirancang, namun beberapa referensi memiliki perbedaan dalam metode, analisis data dan hasil yang didapat. Hasil referensi penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Hasil
1	(Saputri et al., 2021)	Instalasi pengolahan limbah umum di Kabupaten Sleman dalam kondisi baik secara teknis maupun lingkungan. Kapasitas pengolahan instalasi pengolahan limbah jauh lebih tinggi dibandingkan dengan beban limbah yang terolah, berarti menunjukkan bahwa instalasi pengolahan limbah umum yang ada saat ini kurang dimanfaatkan.

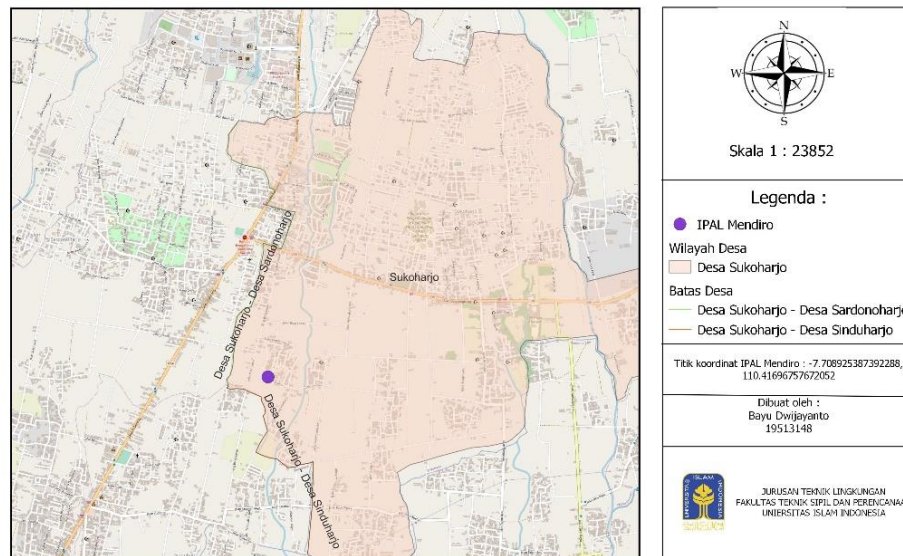
2	(Susanthi et al., 2018)	Beberapa parameter limbah dari instalasi pengolahan limbah umum ydi Kota Bogor telah ditetapkan diats baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.68 Tahun 2016 terkait baku mutu air pada limbah domestik. Untuk meningkatkan kualitas air limbah, perlu dilakukan optimalisasi pengelolaan fasilitas instalasi pengolahan limbah umum
3	(Luthfi Zul Hazmi., 2020)	IPALdi Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta terbilang baik disebabkan oleh pengelolaan IPAL publik masih aktif dan pengelola IPAL publik telah dilatih untuk memberikan peraturan pengelolaan untuk instalasi pengolahan limbah domestik. Instalasi pengolahan air limbah publik menggunakan teknologi <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR) dan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC), dipanatu langsung oleh warga yang termasuk pengelola IPAL bersama pemerintah yang berwenang. Instalasi pengolahan air limbah menggunakan teknologi <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR) lebih efisien untuk Sleman D.I.Ydikarenakan biaya operasional yang terbilang murah di Yogyakarta.
4	(Wijayaningrat., 2018)	Efektivitas penyisihan parameter fisik dan kimia untuk operasi yang efektif bergantung pada parameter yang ditentukan yaitu BOD dan TSS, sedangkan parameter COD, amoniak. Penghilangan parameter fisika dan kimia oleh instalasi pengolahan air limbah umum di kabupaten Banguntapan terbilang efektif jika dibandingkan dengan kabupaten Bantul kurang efektif. Rekomendasi Pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Masyarakat pada Kecamatan Banguntapan dan Bantul, Kabupaten Bantul, DIY yaitu membuat kembali SOP dalam pemeliharaan teknologi, kehadiran dan gerakan masyarakat, pengelola, dan pemerintah dalam perkembangan IPAL Komunal

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada IPAL Komunal yang berada di Kabupaten Sleman, tepatnya di Kecamatan Sukoharjo Padukuhan Mendiرو, penelitian ini berupa pengambilan sampel air pada 4 titik, karena penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya, namun pada penelitian ini hanya berbeda jenis parameter saja, untuk penelitian sebelumnya parameter yang diambil menggunakan acuan pada Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 mengenai baku mutu air limbah, sedangkan untuk analisis parameter yang diambil yaitu BOD, COD melalui acuan SNI 6989 tentang pengujian air limbah. Untuk lokasi penelitian bisa dilihat melalui Gambar 3.1

PETA LOKASI PENELITIAN TUGAS AKHIR

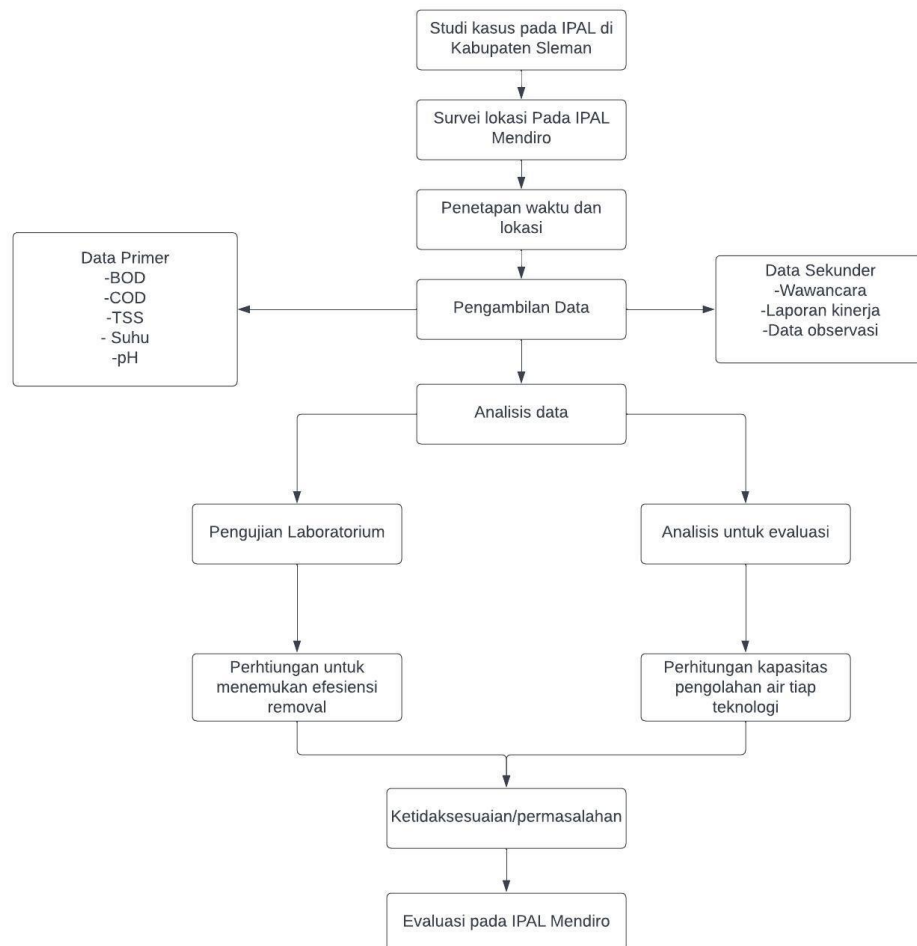


Gambar 3. 1 Peta Titik Sampling Tugas Akhir

Sumber :Data penelitian

### 3.2 Alur Penelitian

Berikut merupakan diagram alir yang menunjukkan alur penelitian yang bisa dilihat melalui Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Tahapan Alur Penelitian

Sumber : Data penelitian

### 3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data :

a. Data Primer

Data primer yang digunakan ini meliputi data usia, cakupan layanan, dan teknologi pengolahan yang terdapat pada IPAL dengan menggunakan metode observasi dan wawancara secara langsung. Selain itu, berupa data kualitas air limbah dari parameter fisik kimia meliputi BOD, COD, TSS Data kualitas air limbah yang akan diuji dalam laboratorium.

b. Data Sekunder

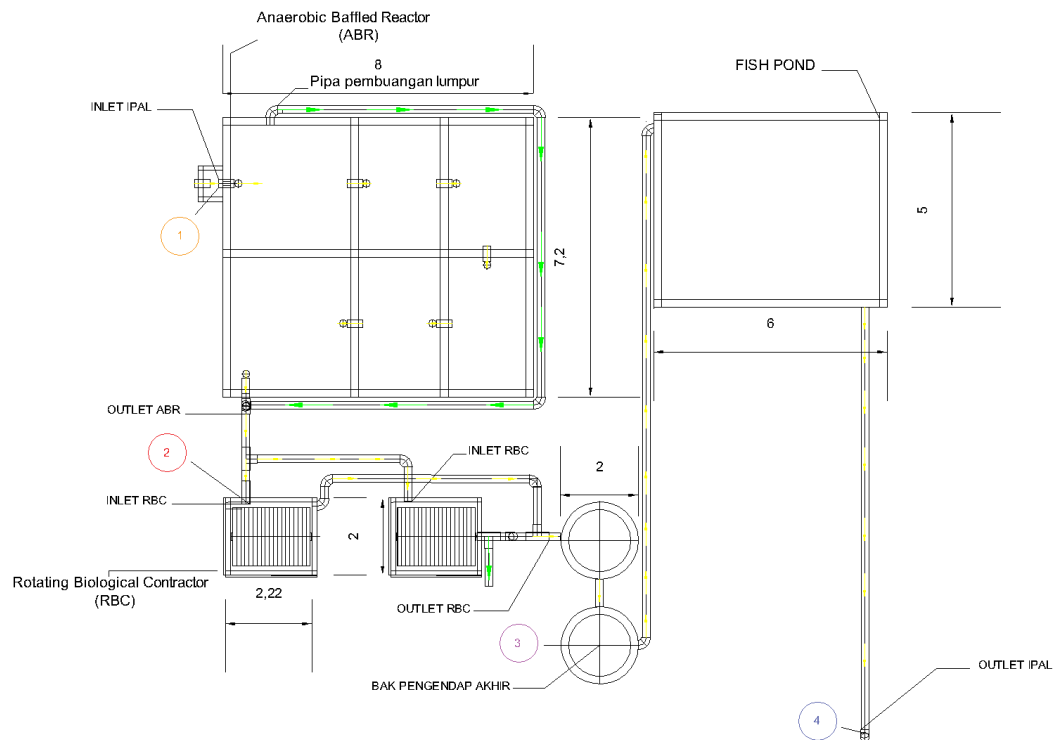
Data Sekunder yang digunakan yaitu Jumlah Sambungan rumah, dimensi unit IPAL, sumber air limbah, jumlah penduduk terlayani serta permasalahan eksisting pada IPAL.

### 3.4 Persiapan Alat Sampling

Penyiapan sample dilakukan guna mempersiapkan secara matang kebutuhan untuk menjadi alat bantu dalam proses pengambilan sampel air limbah. Peralatan pra-sampling berdasarkan SNI 06: 698910 dari tahun 2008 adalah pH meter, thermometer, DO meter dan *sample case*.

### 3.5 Sampling Air Limbah

Pengambilan sampel air limbah pada penelitian ini menggunakan metode yang terdapat dalam SNI 6989.59: 2008. Berdasarkan SNI 6989.59: 2008, pengambilan sampel air limbah untuk mengevaluasi efisiensi instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Pengambilan air limbah menggunakan metode Composite pada IPAL Mendiro dengan mengambil pada 4 titik sampling yang telah ditentukan. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 4 kali pada jam 08.00. Penentuan titik sampling pada IPAL Mendiro dibagi menjadi 4 bisa dilihat melalui Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Titik sampling pada IPAL MENDIRO

Sumber : Data penelitian

Penentuan titik sampling didasarkan pada *influent* dan *effluent* tiap teknologi yaitu ABR dan RBC pada IPAL Mendiرو. Berikut penjelasan setiap titik sampling:

1. Titik 1 Inlet IPAL mendiرو dan merupakan *Influent* dari ABR
2. Titik 2 *Effluent* dari ABR dan merupakan *Influent* dari RBC
3. Titik 3 *Effluent* dari RBC dan bak pengendap akhir
4. Titik 4 Outlet akhir dari IPAL Mendiرو

Untuk analisis metode pada setiap parameter menggunakan referensi SNI 6989, untuk detailnya bisa dilihat melalui Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Metode Pengambilan sampel Air Limbah

PARAMETER	SAMPLING		ANALISIS METODE SNI
	SATUAN SAMPLING	METODE SAMPLING	
BOD	4	<i>Composite</i>	6989.72:2009
COD	4	<i>Composite</i>	6989.73:2009
TSS	4	<i>Composite</i>	06-6989-3- 2004
Ph	4	<i>Composite</i>	06-6989.11- 2004

Sumber : Data penelitian

### 3.6 Pengujian Air Limbah

Pengujian pada air limbah dilakukan setelah pengambilan sampel pada IPAL Mendiro dengan pengujian yaitu BOD, COD dan TSS. Pengujian parameter menggunakan standar pada SNI 6989 untuk uji air limbah.

#### A. Uji BOD

Nilai BOD diketahui setelah mengetahui oksigen terlarut atau Dissolved Oxygen (DO) yang beracuan pada SNI 06-6989.14-2004 tentang cara uji oksigen terlarut secara iodometri (modifikasi azida) dengan rumus perhitungan :

$$\text{Nilai } DO_0 \text{ (mg/l)} = \frac{1000 \times A_0 \times N \times 8000 \times F}{50}$$

$$\text{Nilai } DO_5 \text{ (mg/l)} = \frac{1000 \times A_5 \times N \times 8000 \times F}{50}$$

Keterangan :

$DO_0$  = Dissolved Oxygen (mg DO/l) pada hari ke 0

$DO_5$  = Dissolved Oxygen (mg DO/l) pada hari ke 5

$A_0$  = Volume titrasi  $Na_2S_2O_3$  (ml) pada hari ke 0

$A_5$  = Volume titrasi  $Na_2S_2O_3$  (ml) pada hari ke 5

$V$  = mL  $Na_2S_2O_3$

$N$  = normalitas mL  $Na_2S_2O_3$

$F$  = Faktor pengenceran

Uji BOD dilakukan dengan menggunakan 2 uji larutan yaitu  $BOD_0$  dengan inkubasi 0 hari dan  $BOD_5$  dengan inkubasi selama 5 Sesuai SNI 6989.72:2009 tentang cara uji kebutuhan oksigen biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD) dengan perhitungan :

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right) V_c}{P}$$

Keterangan

$BOD_5$  = nilai  $BOD_5$  contoh uji (mg/L);

$A_1$  = kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari)  
(mg/L)

$A_2$  = kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi 5 hari (mg/L)

$B_1$  = kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

$B_2$  = kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi 5 hari (mg/L)

$V_B$  = volume suspensi mikroba (mL) dalam botol DO blanko

$V_c$  = volume suspensi mikroba dalam botol contoh uji (mL)

$P$  = perbandingan volume contoh uji ( $V_1$ ) per volume total ( $V_2$ )



## B. Uji COD

Uji COD dilakukan menggunakan acuan SNI 6989.73:2009 tentang Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (chemical oxygen demand/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri. Metode ini dilakukan dengan Panjang gelombang yaitu 600 nm untuk nilai COD tinggi dan 420 nm untuk nilai COD rendah. Pada proses uji COD ini menggunakan kurva kalibrasi dengan regresi linier ( $r > 0,995$ ). Jika sudah membuat kurva kalibrasi maka dilakukan perhitungan nilai COD dengan perhitungan :

Rumus kurva kalibrasi :

$$a = \frac{(\sum yi) - (b \sum xi)}{n}$$

$$a = \frac{\sum xiyi - \frac{\sum xiyi}{n}}{\sum xi^2 - (\sum xi)^2 / n}$$

Keterangan :

a = nilai a

b = nilai b

x = konsentrasi sampel (mg/l)

y = absorbansi sampel (A)

perhitungan nilai COD

Kadar COD (mg O<sub>2</sub>/L) = C x F

Keterangan

C = Nilai COD dalam milligram perliter

F = factor pengenceran

### C. Uji TSS

Uji TSS mengacu pada SNI 6989.3:2019 tentang cara uji padatan tersuspensi total (*total suspended solids/TSS*) secara gravimetri dilakukan menggunakan kertas saring yang dibasahi dengan air suling atau aquades lalu dikeringkan kedalam oven dengan suhu 103-105°C kurang lebih selama 1 jam dan kemudian di dinginkan kedalam desikator dan menimbang berat awal kertas saring sebelum diberi air sampel. Setelah diketahui berat awal kertas saring kemudian ulangi langkah menggunakan air sampel sebanyak 25 ml dan timbang berat akhir kertas saring. Dengan hal ini kita bisa mengetahui jumlah TSS yang terkandung dalam air limbah dengan perhitungan :

$$mg\ TSS/liter = \frac{(A - B) \times 1000}{volume\ contoh\ uji\ mL}$$

Keterangan :

A = berat kertas saring + residu kering mg

B = berat kertas saring mg

### 3.7 Analisis Data

Metode analisis data adalah metode yang digunakan pada saat proses pengolahan data/bahan yang telah didapatkan menjadi suatu informasi yang utuh. Data yang diperoleh pada penelitian ini yaitu kandungan BOD, COD dan TSS pada 4 titik selama 1 bulan yang berguna untuk mengetahui *efficiency removal* pada unit ABR dan RBC IPAL Mendiro. Untuk mengetahui *efficiency removal* maka di perlukan rumus perhitungan

$$R(\%) = \left( \frac{C_{in} - C_{eff}}{C_{in}} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

R = nilai *efficiency removal* (%)

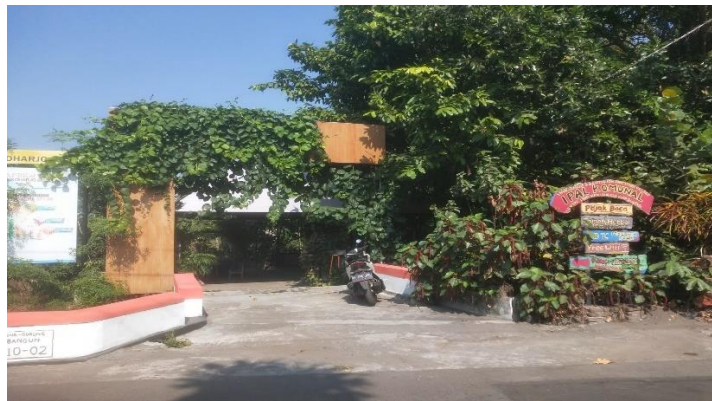
C<sub>in</sub> = Nilai pada *influent*

C<sub>out</sub> = Nilai pada *effluent*

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum Pada IPAL Mendo

Penelitian diawali dengan mengambil sampel pada IIPAL Mendo kecamatan Ngaglik Desa Sukoharjo Padukuhan Mendo. IPAL Mendo dari awal mulai beroperasi yaitu pada tahun 2015 mampu melayani hingga 85 kk dan terus berkembang sampai sekarang sehingga mengalami peningkatan cakupan pelayanan sebanyak 148 kk dari 156 kk yang terdaftar pada Padukuhan Mendo untuk gambaran IPAL Mendo bisa dilihat melalui Gambar 4.1.

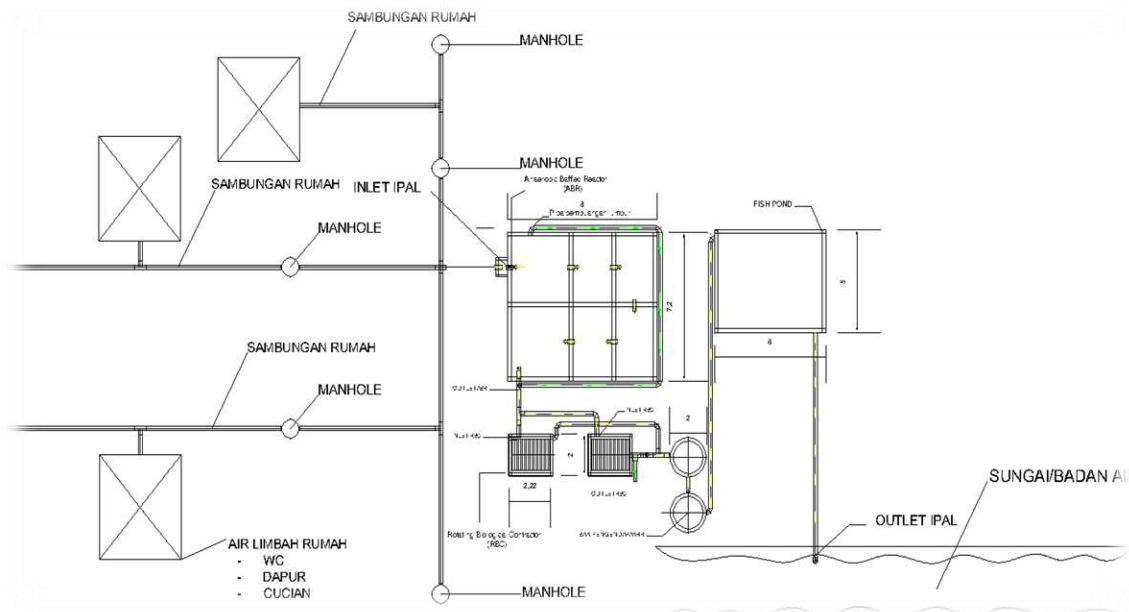


Gambar 4. 1 IPAL Mendo

Sumber : Dokumentasi penelitian

Pada awal tahun pengoperasian IPAL Mendo hanya memiliki 1 teknologi pengolahan air limbah yaitu *Anaerobic Biological Reactor* (ABR) yang memiliki 4 sekat dan sekarang menjadi 6 sekat dengan bertambahnya cakupan wilayah pelayanan. Pada tahun 2018 demi meningkatkan keefektifan pada IPAL Mendo melakukan pembangunan pengolahan sekunder yaitu *Rotating Biological Contractor* (RBC) sebanyak 1 buah. Dengan adanya 2 teknologi pengolahan tersebut maka pengolahan air limbah domestik pada IPAL Mendo akan menjadi lebih efektif.

Penggambaran skema IPAL yang bertujuan untuk mengetahui letak sambungan rumah yang akan dilayani pada IPAL Mendiro yang kemudian tersambung pada Inlet IPAL, untuk gambar skema IPAL Mendiro bisa dilihat melalui Gambar 4.2

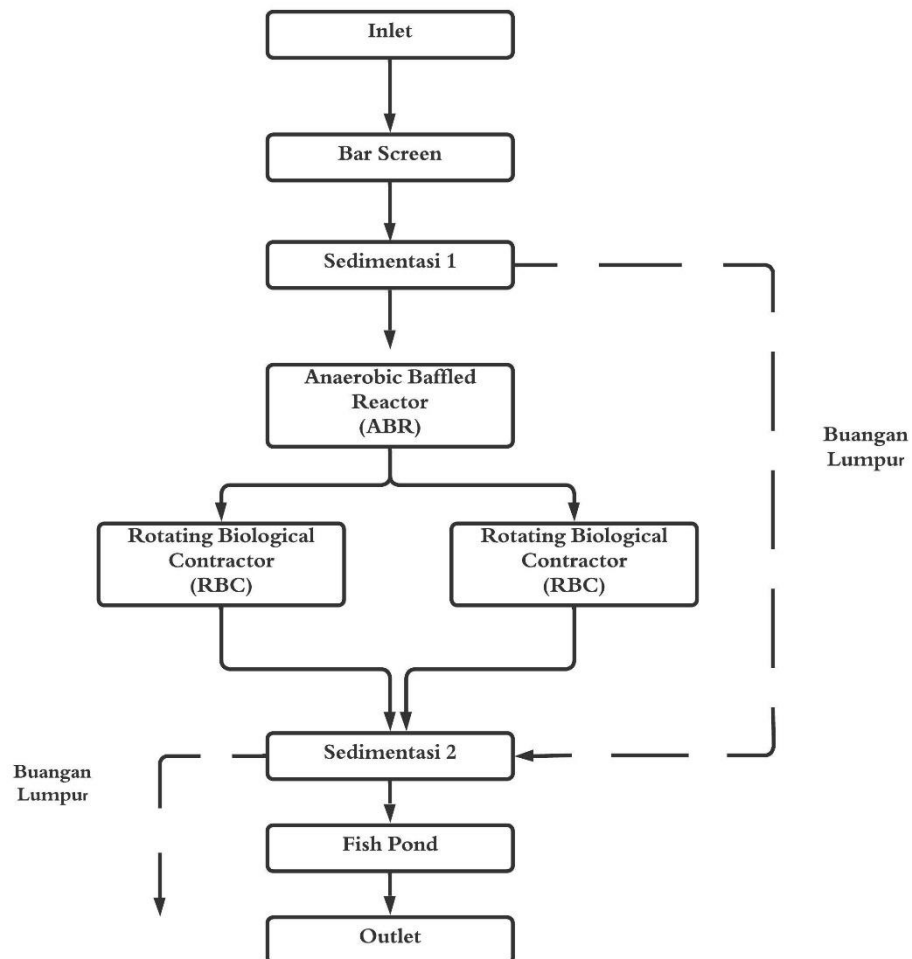


Gambar 4. 2 Skema IPAL Mendiro

Sumber: Data Penelitian

Skema IPAL Mendiro pada Gambar 4.2 menunjukkan perwakilan rumah yang tersambung pada IPAL. Skema IPAL sendiri dapat berguna sebagai pertimbangan jarak pipa yang akan dipasang dan penentuan manhole yang akan dibuat, selain itu skema ini juga berguna untuk menghitung perkiraan jumlah beban yang masuk dari awal bar screen sampai outlet IPAL menuju badan air.

Berikut adalah Flow diagram pengolahan dan Teknologi yang digunakan pada IPAL Mendo yang bisa dilihat melalui Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Flow diagram IPAL Mendo

Sumber : Data penelitian

Flow diagram menunjukkan dari awal pengolahan proses pengolahan air limbah pada IPAL Mendo, Primary treatment pada IPAL ini menggunakan ABR dan secondary treatment menggunakan RBC. Pengurasan lumpur dialirkan melalui Bak sedimentasi 2 dikarenakan kedua teknologi ini membutuhkan lumpur yang harus dikuras yaitu selama 6-12 bulan sekali.

Unit ABR yang dibangun memiliki dimensi  $7 \times 8 \text{ m}^2$  dengan kedalaman 3 meter. Sekat pada ABR yang mulanya berjumlah 4 juga bertambah menjadi 6 karena penambahan luas akibat peningkatan cakupan wilayah. Periode pengurasan lumpur pada unit ABR IPAL Mendoiri yaitu sekitar 6-12 bulan sekali dikarenakan beban pengolahan yang terhitung cukup banyak..untuk gambar unit ABR pada IPAL Mendoiri bisa dilihat melalui Gambar 4.4



Gambar 4. 4 unit ABR IPAL Mendoiri

Sumber : Dokumentasi penelitian

Unit RBC yang dibangun memiliki dimensi  $2 \times 1 \text{ m}^2$  dengan kedalaman 1,2 meter. Media pada RBC IPAL biasanya terbuat dari bahan plastik yang relatif ringan pada media RBC yang dibuat sama dengan luas media agar sirkulasi berjalan dengan baik. Diameter disk/media RBC pada IPAL Mendoiri yaitu berkisar pada 1,2-1,5 m. Pemeliharaan pada RBC yang terdapat pada IPAL ini yaitu dengan melakukan 75% pengurasan lumpur dengan periode 1-2 tahun sekali. Untuk unit ABR pada IPAL Mendoiri bisa dilihat melalui Gambar 4.5



Gambar 4. 5 Unit RBC IPAL Mendoiri

Sumber : Dokumentasi penelitian

Selain menjadi tempat pengolahan air limbah domestik berbasis komunal, IPAL mendiro juga menambahkan fasilitas umum yaitu taman baca pada tahun 2015-2018 dan café pada tahun 2018-2020 namun hal itu berhenti karena tidak adanya pembiayaan untuk fasilitas umum tersebut sejak pandemic COVID-19.

Pemilihan lokasi titik pengambilan sample berdasarkan inlet dan outlet IPAL dan tiap teknologinya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan mengetahui *efficiency removal* pada IPAL maupun tiap teknologinya. Berikut penjelasan dan kondisi eksisting pada titik pengambilan sampel.

#### A. Titik 1



Gambar 4. 6 Lokasi titik 1 pengambilan sampel

Sumber : dokumentasi penelitian

Titik 1 berada pada koordinat Garis Lintang:  $-7.709968$  dan garis bujur :  $110.416652$ . Titik ini merupakan Inlet IPAL yang berasal dari sambungan rumah menuju teknologi pengolahan pertama yaitu ABR, pemilihan titik ini ditentukan karena pada titik ini sampel yang akan diuji masih bersumber langsung dengan sumber air limbah.

## B. Titik 2



*Gambar 4. 7 Lokasi titik 2 pengambilan sampel*

Sumber : dokumentasi penelitian

Titik 2 berada pada koordinat Garis Lintang:  $-7.709968$  dan garis bujur :  $110.416652$ . Titik ini merupakan Outlet teknologi ABR dan inlet teknologi RBC. Pada titik ini kondisi air yang sudah melewati pengolahan teknologi ABR sudah cukup jernih namun masih terdapat endapan yang terbang dalam air.

## C. Titik 3



*Gambar 4. 8 titik 3 pengambilan sampel*

Sumber : dokumentasi penelitian

Titik 3 berada pada koordinat Garis lintang :  $-7.709968$  dan garis bujur :  $110.416652$ . Titik ini merupakan Outlet teknologi RBC menuju kolam . Pada titik ini kondisi air yang sudah melewati pengolahan teknologi RBC



## Titik 4



Gambar 4. 9 Lokasi titik 4 pengambilan sampel

Sumber : dokumentasi penelitian

Titik 4 berada pada. Titik ini merupakan Outlet akhir IPAL yang akan langsung menuju badan air

#### 4.2 Karakteristik Air Limbah Domestik IPAL Mendiro

Air limbah domestik memiliki karakteristik yang bervariasi yang berasal dari kualitasnya. Hasil pengujian 48 sampel air limbah yang diambil dan 4 titik yang sudah ditentukan menunjukkan bahwa kandungan polutan di dalamnya memiliki variasi yang sangat banyak. Berikut adalah hasil karakteristik air limbah yang bisa dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Karakteristik air limbah IPAL MENDIRO

Titik	Minggu ke	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)
1	Minggu ke-1	122,9	215	75
2	Minggu ke-2	102,0	140	50
3	Minggu ke-3	61,2	129	34
4	Minggu ke-4	22,4	110	24

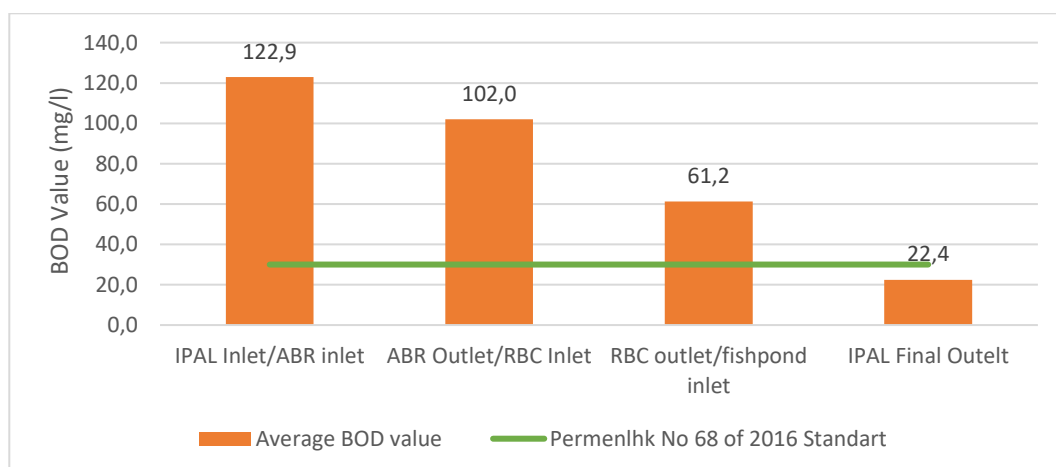
Sumber : Hasil pengujian (Juni-juli 2023)

Pengujian karakteristik air limbah domestik dilakukan pada 4 titik yang sudah ditentukan dan diambil pada tiap minggunya pada IPAL Komunal Mendiro. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata nilai yang bervariasi pada setiap parameter yang telah diuji. Kadar rata-rata BOD pada IPAL Komunal Mendiro berada pada kisaran 22,4 – 122,9 mg/L, pengujian kadar COD rata-rata berada pada kisaran 93 – 215 mg/L .

dan hasil pengujian kadar TSS dengan rata-rata pada kisaran 10 – 75 mg/L. Hasil pengujian yang mendapatkan kadar yang bervariasi bisa disebabkan dalam beberapa faktor. Perbedaan jumlah debit pada Effluent menuju IPAL menjadi salah satu faktor penyebabnya. Selain itu pada titik ke 3 pada pengambilan minggu ke 3 pada unit RBC ke 2 juga mengalami kematian pada pompa namun hasil kadar pada parameter masih mengalami penyisihan yang signifikan.

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

.Pengujian BOD mengacu pada SNI 06-6989.14-2004 tentang cara uji oksigen terlarut secara yodometri (modifikasi azida) untuk mengetahui nilai kelarutan oksigen pada hari ke- 0 dan hari ke 5 dan untuk perhitungan nilai kadar BOD mengacu pada SNI 6989.72:2009 tentang cara uji kebutuhan oksigen biokimia (*Biological Oxygen Demand/BOD*). Iodometri adalah salah satu metode analisis kuantitatif volumetri secara oksidimetri yang menggunakan titrasi terhadap larutan zat pereduksi dengan larutan zat standar dan reduksimetri yang menggunakan titrasi pengoksidasi dengan larutan zat pereduksi (Padmaningrum, 2008). Hasil kadar BOD yang didapat akan dibandingkan dengan batas baku mutu yang tercantum pada Permenlhk No 68 tahun 2016 sebesar 30 mg/L agar mengetahui kualitas air limbah domestik pada kadar BOD yang bisa dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4. 10 Kadar BOD IPAL Mendiro

Sumber : Data Penelitian

Pada Gambar 4.10 didapatkan hasil kadar BOD Yang paling tinggi yaitu pada titik 1 yaitu influent IPAL sebesar 122,9 mg/L dan hasil yang terendah yaitu pada titik 4 yaitu outlet IPAL sebesar 22,4. Hasil evaluasi Kadar BOD yang didapatkan jika dibandingkan dengan Permenlhk no 68 tahun 2016 hanya titik 4 yang berada dibawah baku mutu, sedangkan pada titik 1,2 dan titik 3 masih terbilang tinggi dengan kadar 122,9 mg/L, 102 mg/L dan 61,2 mg/.

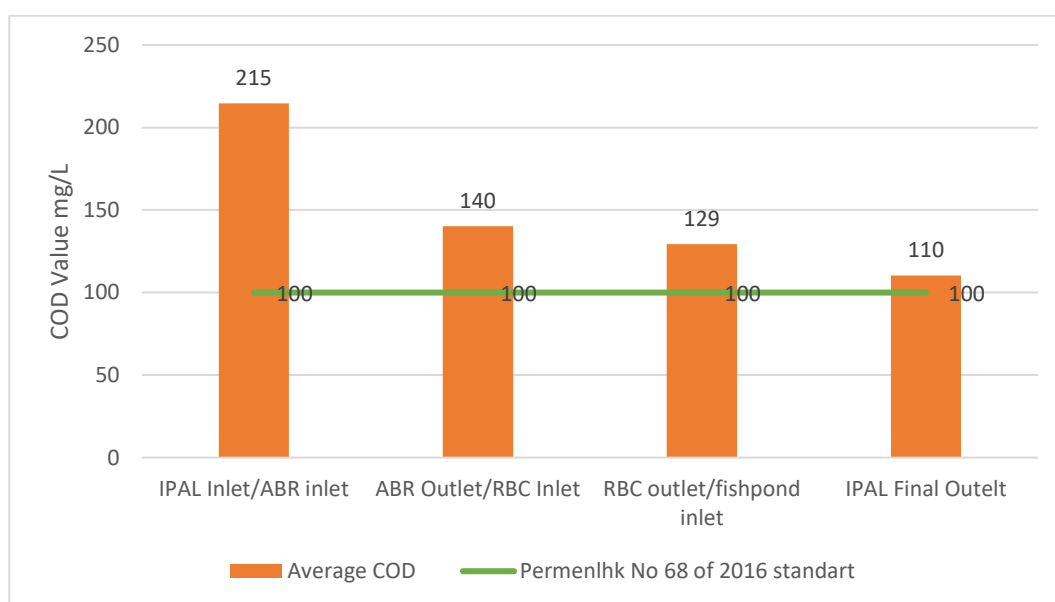
Pada unit pengolahan ABR waktu tinggal air sangat mempengaruhi kinerja ABR dikarenakan proses bakteri yang menguraikan bahan organik membutuhkan waktu tinggal yang sebentar dan jika bakteri itu mati dan tidak berkerja sebagai pengurai zat organik maka bisa mengakibatkan kadar BOD menjadi meningkat(Mardianto, W.2014). Unit RBC memiliki beban pengolahan tersendiri untuk kadar BOD yaitu sebesar 5-20 gram-BOD/M<sup>2</sup>/hari yang menjadikan RBC mempunyai efisiensi tinggi untuk mengurangi kadar BOD pada air limbah domestik (Said, 2017). Secara keseluruhan kinerja unit ABR dan RBC dalam menyisihkan kadar BOD sudah memenuhi baku mutu namun terdapat masalah pada minggu ke-4 yaitu unit RBC ke 2 yang mati sehingga kadar mengalami kenaikan dan hal ini perawatan dan perbaikan dalam setiap unit IPAL menjadi faktor evaluasi.

Kadar BOD pada outlet air limbah domestik memiliki ketergantungan pada inlet IPAL Komunal. Oleh sebab itu, performa IPAL Komunal dalam mengurangi kadar BOD akan sangat mempengaruhi outlet air limbah yang dikembalikan ke badan air. Jika dihubungkan antara kadar BOD pada inlet dan outlet air limbah, pada IPAL, kadar air limbah pada outlet sudah memenuhi baku mutu untuk parameter BOD walaupun nilainya pada inlet tergolong masih tinggi. Perihal ini menampilkan kinerja IPAL yang cukup efisien dalam merendahkan kandungan BOD. Tetapi, pada Sebagian titik masih menampilkan nilai BOD yang belum penuh baku mutu. sehingga bisa dibilang kalau kinerja IPAL tersebut dalam menyisihkan kandungan BOD masih belum berjalan secara efisien

### 4.3.2 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Pengujian kadar COD pada penelitian ini mengacu pada SNI 6989.73:2009 tentang Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (*chemical oxygen demand/COD*) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri.

Spektrofotometri adalah metode pengukuran kuantitatif berdasarkan pada pengukuran penyerapan (absorbs) radiasi gelombang elektromagnetik menggunakan perangkat yaitu spektrofotometer yang menghasilkan dapat menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang yang digunakan pada pengujian COD adalah 600 nm karena merupakan air limbah. Hasil kadar COD yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan batas baku mutu yang tercantum pada Permenlhk No.68 Tahun 2016 sebesar 100 mg/L untuk mengetahui kualitas air limbah domestik pada kadar COD yang bisa dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4. 11 Kadar COD IPAL Mendiro

Sumber : Data penelitian

Pada Gambar 4.11 didapatkan hasil kadar COD Yang paling tinggi yaitu pada titik 1 yaitu inlet IPAL sebesar 215 mg/L dan hasil yang terendah yaitu pada titik 4 yaitu outlet IPAL sebesar 110 mg/L. Hasil evaluasi Kadar COD yang

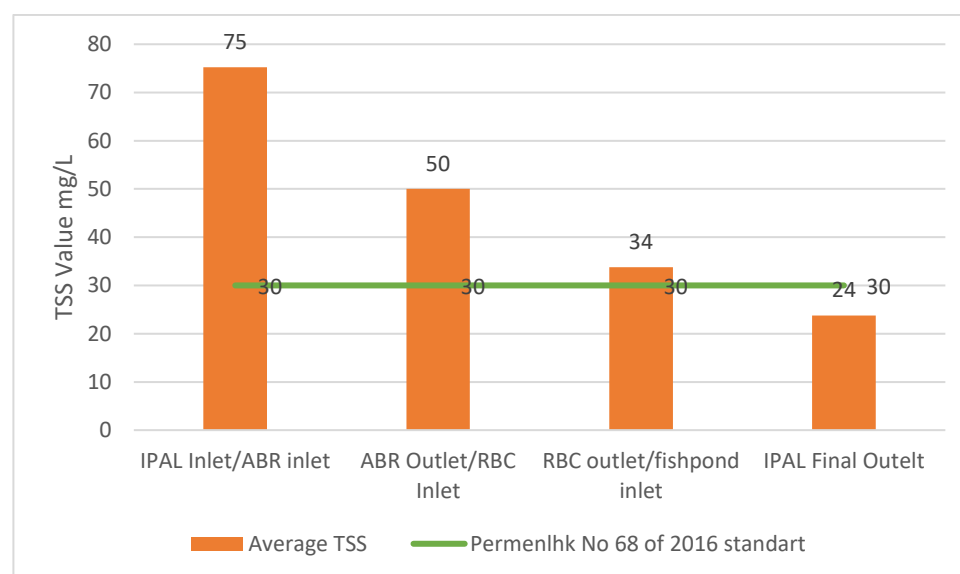
didapatkan dibandingkan dengan Permenlhk no 68 tahun 2016 belum ada titik yang memenuhi baku mutu. Hal ini sebabkan teknologi pengolahan air limbah yang hanya berfokus pada air limbah domestik dan biaya yang murah. Sebab itu hingga diperlukan 2 unit RBC untuk mengurangi nilai COD yang cukup tinggi.

Berdasarkan unit pengolahan IPAL yaitu ABR memiliki beberapa faktor dalam menurunkan kadar COD yaitu pada kemampuan daya adsorbs media, jenis media dan kepolaran. (Hidayati R, 2018). Pada unit RBC dalam kemampuannya mengurangi kadar COD dipengaruhi oleh bentuknya yang memiliki media yaitu cakram bergerigi yang didesain untuk meningkatkan DO, jika luas media semakin besar maka akan membuat efektivitas RBC semakin meningkat (Hendrasarie, 2019). Kandungan COD yang besar bisa pengaruhi penyeimbang ekosistem serta keberlangsungan hidup biota perairan. COD dalam perairan hendak meresap oksigen terlarut yang ada didalamnya. Perihal ini bisa menimbulkan penyusutan kandungan oksigen terlarut dalam air serta hendak berakibat kurang baik terhadap biota perairan. Kandungan oksigen terlarut yang terus menjadi sedikit menimbulkan terganggunya keberlangsungan kehidupan yang ada di perairan. Hasil penelitian yang dicoba lebih dahulu terhadap parameter COD pula menampilkan hasil yang relatif sama ialah masih melebihi baku kualitas. Hasil COD yang masih besar menampilkan tingginya kandungan zat organik dalam sesuatu perairan, baik yang bisa dijabarkan secara biokimia ataupun tidak.

#### **4.3.3 Total Suspended Solid (TSS)**

Pengujian TSS mengacu pada SNI 6989.3:2019 tentang cara uji padatan tersuspensi total (*total suspended solids/TSS*) secara gravimetri TSS merupakan parameter yang menunjukkan kecepatan sedimentasi untuk menentukan jumlah TSS pada suatu cairan. Bahan dari sumber kimia yang terlarut dan terendap oleh air tenggelam ke dasar air dan sisanya mengikuti arus. Analisis TSS sebagai metode menentukan jumlah dan Distribusi zat tersuspensi di badan air (Siswanto 2010).

Pengujian kadar TSS ini mengacu pada SNI 6989.3:2019 Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solids/TSS) secara gravimetri. Hasil kadar TSS yang didapat akan dibandingkan dengan standar baku mutu yang tercantum pada Permenlhk No.68 Tahun 2016 sebesar 30 mg/L untuk mengetahui kualitas air limbah domestik pada kadar TSS yang bisa dilihat melalui Gambar 4.12



Gambar 4. 12 Kadar TSS IPAL Mendiro

Sumber : Data penelitian

Pada Gambar 4.12 didapatkan hasil kadar TSS Yang paling tinggi yaitu pada titik 1 yaitu inlet IPAL sebesar 75 mg/L dan hasil yang terendah yaitu pada titik 4 yaitu outlet IPAL sebesar 24 mg/L. Hasil evaluasi Kadar TSS yang didapatkan jika dibandingkan dengan Permenlhk No 68 tahun 2016 hanya titik 4 saja yang memenuhi baku mutu sedangkan pada titik 1,2 dan 3 masih diatas baku mutu. Hal ini sebabkan teknologi pengolahan air limbah yang hanya berfokus pada air limbah domestik dan biaya yang murah. Tingginya kadar TSS disebabkan oleh limbah yang juga masuk ke instalasi pengolahan. Selain itu, rasio air limbah rumah tangga yang masuk ke instalasi pengolahan air limbah umum juga mempengaruhi tingkat TSS yang akan diolah.

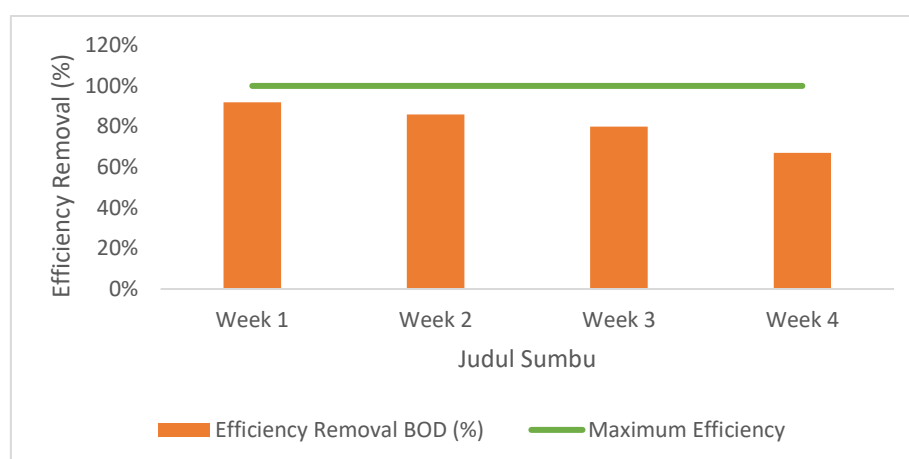
Semakin banyak air hitam yang masuk ke instalasi pengolahan, semakin tinggi kadar TSS. Konsentrasi TSS yang tinggi dalam air juga dapat menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut yang lebih rendah. Jika kandungan oksigen terlarut di dalam air berkurang, maka akan mengganggu kelangsungan hidup populasi organisme di dalam air

### 4.3 Analisis Penyisihan

IPAL adalah alternatif yang memungkinkan pengolahan air limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga sebelum dibuang ke badan air. Pengolahan air limbah adalah proses pengurangan konsentrasi polutan yang ada dalam air limbah agar tidak mencemari lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan analisis mengenai penghilangan parameter fisika dan kimia pada instalasi pengolahan air limbah Mendiro.

#### 4.4.1 *Biological Oxygen Demand*

Analisis penyisihan untuk kadar BOD dilakukan dengan membandingkan selisih penyisihan selama 1 bulan atau 4 minggu dengan *efficiency removal* terhadap 2 teknologi yaitu ABR dan RBC. Unit ABR dan RBC memiliki *efficiency removal* kadar BOD sebesar 70% - 95%. Untuk hasil analisis penyisihan bisa dilihat melalui Gambar 4.13



Gambar 4. 13 Presentase removal BOD IPAL Mendiro

Sumber : Data penelitian

Pada Gambar 4.13 didapatkan hasil penyisihan kadar BOD pada IPAL komunal Mendiro. Presentase penyisihan kadar BOD yang didapatkan berada pada kisaran 67% - 92%. Presentase penyisihan kadar BOD yang tinggi terdapat pada minggu ke- 1 dan hasil presentasi terendah didapatkan pada minggu ke- 4.

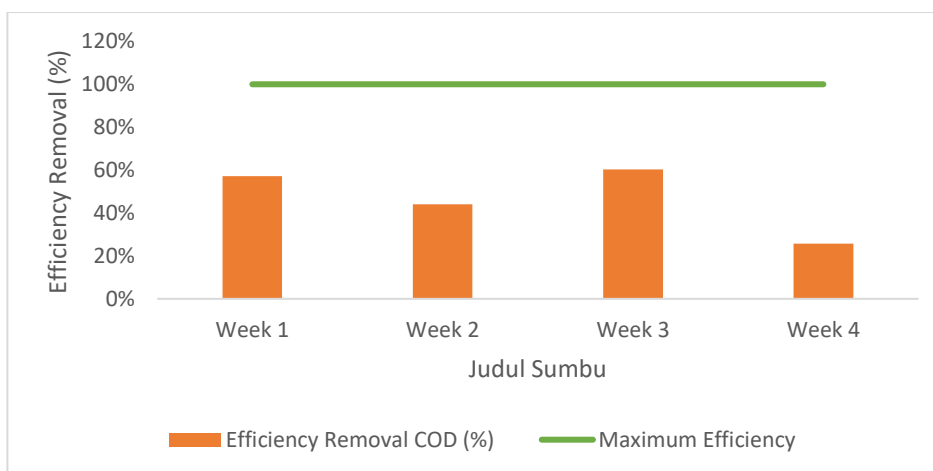
Teknologi ABR dan RBC yang beroperasi pada IPAL Mendiro mampu menyisihkan kadar BOD secara bagus namun terdapat penurunan efisiensi pada setiap minggunya terutama pada minggu ke 4 dimana efisiensi masih dibawah minimum *efficiency removal* yaitu sebesar 67 %. Menurut kriteria desain pada PermenPUPR No. 4/PRT/M/2017 *efficiency removal* BOD pada unit ABR yaitu sebesar 70-95% sedangkan pada unit RBC sebesar 80-95 %. Hal ini menunjukkan kemampuan IPAL Mendiro dalam menyisihkan kandungan BOD sudah cukup bagus dan efisien.

Partikel organik yang terolah kedalam IPAL khususnya terolah pada pengolahan anaerobik pada pengolahan primer yang memiliki presentase removal sebesar 90% (Mladenov et al, 2022). Efektivitas IPAL Komunal Mendiro dalam menyisihkan kadar BOD sudah terbilang bagus namun belum mencapai titik maksimum dalam penyisihannya. Faktor yang menyebabkan removal BOD pada minggu ke 4 menjadi rendah adalah unit RBC ke-2 yang berada dalam IPAL mengalami kerusakan pada pompa sehingga menyebabkan unit tersebut mati hingga penyisihannya sempat menurun. Kemampuan unit ABR dan RBC dalam menyisihkan BOD

#### **4.4.2 Chemical Oxygen Demand**

Analisis penyisihan 5 untuk kadar COD dilakukan dengan membandingkan selisih penyisihan selama 1 bulan atau 4 minggu dengan *efficiency removal* terhadap 2 teknologi yaitu ABR dan RBC. Unit ABR dan RBC memiliki *efficiency removal* kadar COD sebesar 26% - 60%. Untuk hasil analisis penyisihan bisa dilihat melalui Gambar 4.14





Gambar 4. 14 Presentase removal COD IPAL Mendiro

Sumber : Data penelitian

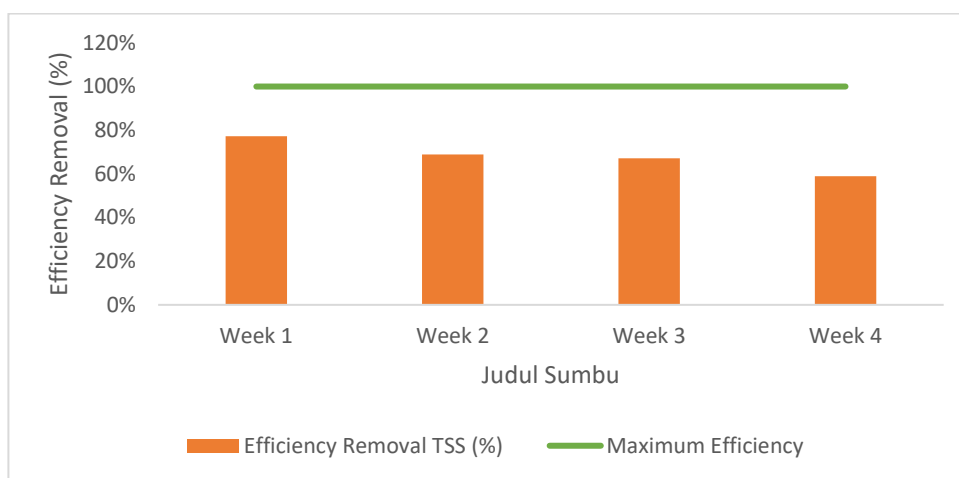
Pada Gambar 4.14 didapatkan hasil penyisihan kadar COD pada IPAL komunal Mendiro. Presentase penyisihan kadar COD yang didapatkan berada pada kisaran 26% - 60%. Presentase penyisihan kadar COD yang tinggi terdapat pada minggu ke-3 dan hasil presentasi terendah didapatkan pada minggu ke 4. Teknologi ABR dan RBC yang beroperasi pada IPAL Mendiro belum mampu menyisihkan kadar COD dengan baik. Diketahui hanya pada minggu ke 3 saja yang masih memenuhi efisiensi removal untuk kadar COD yaitu sebesar 60%. Berdasarkan penelitian (Foxon K et al, 2007) efisiensi removal pada unit ABR yang dipantau selama 24 jam memiliki *efficiency removal* sebesar 58%. Untuk unit RBC faktor perputaran cakram mempengaruhi penyisihan dalam unit tersebut, pada penelitian (Ali dan Safirin, 2022) Cakram RBC yang memiliki kecepatan 4 rpm memiliki penyisihan sebesar 87 % hal ini menunjukkan bahwa waktu tinggal mikroorganisme dalam RBC sangat mempengaruhi penyisihan terutama COD.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan penyisihan pada kadar COD yaitu salah satu masalahnya terdapat kandungan detergen yang tinggi yang masuk kedalam IPAL, selain itu perawatan dalam teknologi yang kurang dan hanya dilakukan dalam 6 bulan atau 12 bulan sekali. Menurut hasil penelitian (Mulyani, 2012.) pada unit ABR penurunan kadar penyisihan terjadi karena mikroorganisme yang mati pada unit ABR karena kandungan COD yang tinggi dan sehingga

mikoorganisme pada ABR kurang bisa berkerja dengan maksimal. Sedangkan pada unit RBC menurut hasil penelitian ( Sayekti et al., 2011) rendahnya kadar penyisihan COD bisa diakibatkan karena kurang luasnya permukaan media disc yang digunakan karena dengan permukaan disc yang lebar juga mengoptimalkan karena lapisan mikroorganisme pada permukaan RBC memberikan kontak yang luas dengan air limbah.

#### 4.4.3 Total Suspended Solid

Analisis penyisihan untuk kadar TSS dilakukan dengan membandingkan selisih penyisihan selama 1 bulan atau 4 minggu dengan *efficiency removal* terhadap 2 teknologi yaitu ABR dan RBC. Unit ABR dan RBC memiliki *efficiency removal* kadar COD sebesar 40% - 70%. Untuk hasil analisis penyisihan bisa dilihat melalui Gambar 4.15



Gambar 4. 15 Presentase removal TSS IPAL Mendiro

Sumber : Data penelitian

Pada Gambar 4.15 didapatkan hasil penyisihan kadar TSS pada IPAL komunal Mendiro. Presentase penyisihan kadar TSS yang didapatkan berada pada kisaran 59% - 70%. Presentase penyisihan kadar TSS yang tinggi terdapat pada minggu ke- 1 dan hasil presentasi terendah didapatkan pada minggu ke- 4. Berdasarkan kriteria desain pada penelitian (Singh et al, 2015) efisiensi removal pada unit ABR itu sebesar 66% sedangkan pada unit RBC sebesar 70% bisa didapat

bahwa efisiensi removal TSS pada IPAL Mendo sudah memenuhi namun *efficiency removal* pada minggu keempat mengalami penurunan dikarenakan unit RBC kedua yang rusak.

Pada unit ABR waktu tinggal air sangat mempengaruhi penyisihan, terutama pada penyisihan TSS. Waktu tinggal air pada unit ABR yang baik untuk penyisihan ABR yaitu 24 jam yang bisa meningkatkan penyisihan hingga 50% (Aqaneghad dan Moussavi, 2016). Unit RBC luas media dan waktu perputaran disk mempengaruhi penyisihan pada TSS pada penelitian (Kadu et al., 2013) menunjukkan bahwa disk dengan ukuran 24 cm dengan kecepatan putaran 8 rpm mampu menyisihkan TSS hingga 80%.

#### **4.4 Efektivitas Kinerja IPAL Mendo**

IPAL Komunal berfungsi untuk mengolah air limbah domestik yang berasal dari rumah tangga agar aman dibuang ke badan air dengan kadar yang sudah rendah. IPAL Komunal bisa dibilang dapat bekerja secara efektif jika IPAL tersebut dapat menghasilkan kualitas *effluent* yang sudah sesuai dengan baku mutu pemerintah yang sudah ditetapkan dan kemampuannya dalam menyisihkan kandungan polutan yang terdapat pada air limbah domestik.

Untuk mengetahui efektivitas IPAL komunal Mendo pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap *influent* dan *effluent* pada IPAL komunal yang dilakukan pada setiap minggunya dalam 1 bulan dengan menguji parameter BOD, COD dan TSS. Untuk mempermudah dalam mengetahui efektivitas kinerja IPAL dalam menyisihkan parameter yang telah diuji maka saya hanya menggunakan kadar pada *influent* dan *effluent* pada setiap minggunya. Hasil pengujian kadar BOD, COD dan TSS pada penelitian ini bisa dilihat melalui Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Parameter Polutan *influent* dan *effluent* IPAL Mendiro

Minggu	Inffluent			Effluent		
	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)
Minggu ke-1	144,9	173	88	12,2	74	20
Minggu ke-2	142,9	227	61	20,4	127	19
Minggu ke-3	81,6	168	79	16,3	125	26
Minggu ke-4	122,4	290	73	40,8	115	30

Sumber : Analisis data

Pada Tabel 4.2 diketahui pada setiap minggunya untuk hasil penyisihan kadar BOD, COD dan TSS terbilang efektif dikarenakan secara keseluruhan pada setiap minggunya mengalami penurunan kadar yang signifikan namun pada kandungan COD mengalami penurunan yang kurang signifikan. Faktor yang menyebabkan kadar COD tinggi dan susah untuk di sisihkan yaitu terdapatnya kandungan detergen yang terdapat pada air limbah.

Tabel 4. 3 Hasil pengujian Parameter Polutan *influent* dan *effluent* IPAL Mendiro Pada tahun 2020

Tanggal	DATA INLET (mg/L)				DATA OUTLET (mg/L)			
	TDS	TSS	COD	BOD	TDS	TSS	COD	BOD
9/11/2020	284	164	47.5	6.37	205	32	-52.5	2.38
9/16/2020	280	224	167.5	28.59	174	112	65	4.78
9/23/2020	398	420	390	31.80	174	352	167.5	-2.39
9/24/2020	378	24	202.5	22.24	175	-216	55	0.77
9/30/2020	402	8	72.5	22.61	176	-56	92.5	-0.79
10/1/2020	403	24	275	21.87	279	202	37.5	-1.55
10/8/2020	425.5	468	568.75	37.82	453.5	572	92.5	11.89
10/14/2020	277.5	276	221.25	37.69	237	192	95	19.96
10/21/2020	392	226	285	45.01	218	452	53.75	20.38
10/22/2020	305.5	466	143.75	37.23	213	360	28.75	15.86
11/4/2020	355	800	321.25	29.38	178.5	136	51.25	16.45
11/5/2020	416.5	122	477.5	35.26	205	32	30	2.38

Sumber : Hasil Pengujian (September-Oktober 2020)

Sumber : Ainun Mardiah 2021 Hal 27-28

Dapat dilihat pada Tabel 4.2 data pada parameter BOD bernilai 6,37-45,01 mg/L, COD bernilai 47,5-568,75 mg/L dan TSS bernilai 8-800 mg/L pada inletnya, jika dibandingkan dengan data bulan juni-juli 2023 terjadi peningkatan pada parameter BOD bisa disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas domestik yang meningkatkan konsentrasi BOD, membuang sampah ke dalam sungai adalah salah satu contoh yang menyebabkan meningkatnya konsentrasi BOD (Purwati D, 2015).

Disebutkan juga dalam penelitian (Mardiah, 2021) faktor cuaca seperti hujan juga dapat meningkatkan konsentrasi polutan yang masuk ke IPAL sehingga IPAL terbebani lebih berat. Kemampuan unit yang terdapat pada IPAL Mendo yaitu ABR dan RBC dapat menyisihkan kandungan polutan dalam air limbah domestik bisa terbilang efektif karena unit ABR terdapat tiga bagian media untuk operasioanalnya yaitu asdifikasi, fermentasi dan *buffer*.

Sehingga unit ABR menghasilkan bakteri yang mengambang dan terendap sesuai dengan jenis aliran dan gas yang dihasilkan, namun bergerak secara horizontal dan perlahan ke bagian akhir reaktor sehingga dapat untuk menyisihkan kadar polutan pada air limbah khususnya pada kadar COD (Putri dan Hardiansyah, 2022.). Sedangkan pada unit RBC memiliki prinsip yaitu air limbah yang memiliki kadar polutan organik diletakkan pada lapisan mikroorganisme (*microbial film*) yang melekat terhadap permukaan media di dalam suatu reaktor pada RBC yang mampu menyisihkan kandungan organik khususnya pada kadar BOD. (Weliyadi, 2014).

Analisis kemampuan IPAL Komunal dalam menyisihkan kadar parameter BOD, COD dan TSS dalam kurun waktu 1 bulan bisa dilihat melalui Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Persen penyisihan IPAL Mendirol

Minggu	BOD	COD	TSS
Minggu ke- 1	92%	57%	77%
Minggu ke-2	86%	44%	69%
Minggu ke-3	80%	26%	67%
Minggu ke-4	67%	60%	59%

Sumber : Analisis data

Pada Tabel 4.4 bisa dilihat pada 1 bulan atau 4 minggu kinerja IPAL berdasarkan penyisihannya pada minggu pertama hingga minggu ke 4 persen penyisihan pada IPAL Mendirol sudah cukup baik terutama pada penyisihan BOD dan TSS yang rata-rata persen penyisihannya di atas 60 %.

Namun hal ini tidak terjadi kepada kadar penyisihan COD yang mengalami penyisihan paling rendah pada minggu ke -3 yaitu 26 persen dan yang paling tinggi hanya 60 % yaitu pada minggu ke- 4. Ada beberapa faktor yang menyebabkan efisiensi rendah pada IPAL Mendirol yaitu salah satunya belum terdapatnya lumpur yang dimana pengambilan sampel dilakukan pada 6-12 bulan sekali sehingga mengurangi keefektifitasan IPAL Mendirol itu sendiri. Keadaan RBC kedua yang mati juga menjadi faktor kenapa persen penyisihan COD yang rendah yang menyebabkan performa teknologi kurang optimal karena berhubungan satu sama lain dalam penyisihan.

Dalam IPAL Mendirol mempunyai cakupan layanan sebanyak 148 kk dengan asumsi 4 orang dalam satu kk. Rata rata jumlah unit air buangan yang berasal dari rumah tangga adalah 120 liter/orang/hari namun bisa saja berubah seiringnya penambahan cakupan wilayah.

Dengan mengetahui jumlah penduduk maka kita bisa menentukan jumlah debit air limbah yang akan dihasilkan menggunakan rumus :

$$Q_i = 0,8 \times q_i$$

$$Q_t = Q_i \times \text{Jumlah penduduk}$$

Keterangan

$$q_i = 120 \text{ l/hari}$$

$$\text{Jumlah penduduk} = 148 \times 4 = 592 \text{ orang}$$

Sehingga didapatkan perhitungan :

$$Q_i = 0,8 \times 120 \text{ l/orang/hari (asumsi)}$$

$$Q_i = 96,1 \text{ l/orang/hari}$$

$$Q_t = 96,1 \times 592$$

$$Q_t = 56891,2 \text{ l/hari}$$

$$Q_t = 0,0065 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Jumlah debit IPAL yang di dapat yaitu  $0,0065 \text{ m}^3/\text{detik}$  jika kita mengkonversikan ke jam menjadi  $20,16 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Volume unit ABR yang berada dalam IPAL Mendo yaitu  $168 \text{ m}^3$  dengan volume air limbah yang masuk yaitu  $20,16 \text{ m}^3/\text{jam}$  maka dapat diasumsikan bahwa waktu tinggal air pada unit ABR yaitu 8 jam. Berdasarkan (Said, 2017) waktu tinggal air untuk pengolahan air limbah domestik biofilter anaerob adalah 6-8 jam. Sedangkan untuk unit RBC mempunyai volume unit sebesar  $3,1 \text{ m}^3$  dengan debit yang masuk yaitu  $20,16$  jadi bisa diasumsikan bahwa waktu tinggal air dalam teknologi RBC adalah 1-2 jam.

Unit ABR merupakan merupakan teknologi yang menggunakan lumpur aktif standar. Dalam variable operasionalnya dalam proses lumpur aktifnya beban BOD yang masuk juga bisa menjadi faktor efektivitas dalam kinerja teknologi tersebut. Rumus untuk perhitungan beban BOD yaitu :

$$\text{Beban BOD} = \frac{Q \times S_0}{V} \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Diketahui :

$Q$  = Debit air limbah yang masuk ( $m^3/hari$ )

$S_0$  = Konsentrasi BOD di dalam air yang masuk ( $kg/m^3$ )

$V$  = Volume reaktor ( $m^3$ )

Untuk contoh hasil beban BOD pada IPAL Mendiro menggunakan data pada minggu ke 1 dengan nilai BOD  $0,145 kg/m^3$  dengan debit  $483,3 m^3/hari$  dan data peneliti terdahulu pada tahun 2020 nilai BOD  $0,318 kg/m^3$  dengan debit  $691,2 m^3/hari$  yang dapat dilihat melalui tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4. 5 Beban BOD IPAL Mendiro tahun 2023

Debit $m^3/hari$	BOD ( $kg/m^3$ )	Volume ABR ( $m^3$ )	Beban BOD ( $kg/m^3.hari$ )
483,34	0,145	168	0,417

Sumber : Data penelitian

Tabel 4. 6 Beban BOD IPAL Mendiro tahun 2020

Debit $m^3/hari$	BOD ( $kg/m^3$ )	Volume ABR ( $m^3$ )	Beban BOD ( $kg/m^3.hari$ )
691,2	0,318	168	1,308

Sumber : Data penelitian

Perbedaan yang dilihat pada kedua tabel yaitu pada debit dan nilai BOD yang terdapat, pada tahun 2023 debit dan beban BOD terhitung lebih rendah daripada tahun 2020. Menurut (Said, 2017) pada sistem lumpur aktif standar mampu menampung beban BOD sebesar  $0,3-0,8 kg/m^3 . hari$ . Jadi beban BOD yang masuk pada teknologi ABR pada tahun 2023 terbilang bagus, sedangkan pada tahun 2020 masih tinggi. Pembangunan RBC kedua juga menjadi faktor menurunnya kadar BOD pada IPAL Mendiro yang bisa dilihat perbandingan pada Tabel 4.5 dengan Tabel 4.6



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Performa teknologi pada IPAL Mendiro yaitu ABR dan RBC sudah terbilang efektif dalam karakteristik air limbah yang disisihkan dalam kedua teknologi tersebut dalam parameter BOD, COD dan TSS. Sedangkan dalam penyisihan terdapat kekurangan yaitu dalam penyisihan COD yang masih terbilang di bawah rata rata dikarenakan unit RBC kedua yang sempat mati serta pemeliharaan yang kurang sering dalam teknologi tersebut.

#### **5.2 Saran**

1. Perlunya peninjauan ulang sumber air limbah domestik dan peninjauan terkait teknologi ABR dan RBC dari segi pemeliharaan pada IPAL Mendiro.
2. Pembuatan SOP dalam pemeliharaan IPAL Mendiro.
3. Lebih mengerakan peran masyarakat Padukuhan Mendiro untuk meningkatkan perkembangan IPAL Mendiro.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ainy, K, Siswanto, A. D., dan Nugraha, W. A., 2011. **Sebaran Total Suspended Solid (Tss) Di Perairan Sepanjang Jembatan Suramadu Kabupaten Bangkalan**, *Indonesian Journal Of Marine Science And Technology*. Vol 4. No 2. Hal:158–162.
- Ali, M. Dan Safirin, M.T., 2022. **Effect Of Rotation Speed Of Rbc On Sugar Waste Water Treatment**. *Jurnal Cahaya Mandalika*. Vol 3. No 1. Hal: 74-84.
- Andara, D. R, haeruddin., dan suryanto, A., 2014. **Kandungan Total Padatan Tersuspensi, Biochemical Oxygen Demand Dan Chemical Oxygen Demand Serta Indeks Pencemaran Sungai Klampisan Di Kawasan Industri Candi, Semarang**, *Management Of Aquatic Resources Journal (maquares)*. Vol 3. No 3. Hal: 177–187.
- Estikarini, H. D, Hawidodo M., dan Luvita V., 2015. **Penurunan Kadar Cod Dan Tss Pada Limbah Tekstil Dengan Metode Ozonasi**, *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 5. no. 1. Hal: 1-11.
- Fachrurozi, M., Listiatie, B. D., dan Suryani, D., 2017. **Pengaruh Variasi Biomassa Pistia Stratiotes L. Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod, Dan Tss Limbah Cair Tahu Di Dusun Klero Sleman Yogyakarta**, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 4. No 1. Hal: 1-75.
- Foxon, Kitty., Pillay, Shanthi., Lalbahadur, T., Rodda, Nicola., Holder, F., and Buckley, Christopher., 2007. **The anaerobic baffled reactor (ABR): An appropriate technology for on-site sanitation**. *Water S.A.* 30. 10.4314/wsa.v30i5.5165.
- Hastuti, E, Nuraeni, R., dan Darwati, S., 2017. **Pengembangan Proses Pada Sistem Anaerobic Baffled Reactor Untuk Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik**, *Jurnal Permukiman*. Vol 12. No 2. Hal:70-79.
- Hendrasarie, N., 2019. **Rotating Biological Contractor Dengan Bentuk Cakram Bergerigi Untuk Penyisihan Kandungan Organik Cod Pada Limbah Tahu**, *Jurnal Teknik Sipil KERN*. Vol 3. No 2. Hal: 117-124.
- Hidayati, R., 2014. **Efektifitas Kombinasi ABR-AF Terhadap Penurunan Kadar Cod Pada Limbah Cair** pt x. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Hal :26-27.
- Jasim, N. A., 2020. **The Design For Wastewater Treatment Plant (Wwtp) With Gps X Modelling**. *Cogent Engineering*. Vol 7. No 1. Pages:1-32.
- Kabupaten Sleman Dalam Angka, Badan Pusat Statiska. 2023.**
- Kadu, P, Badge A., and Rao, Y., 2013. **Treatment of Municipal Wastewater by Using Rotating Biological Contactors (RBCs)**, *AJER*. Vol 2. No 4. pages:127-132.

- Kamajaya, G. Y, Putra, I. D., dan Putra, I. N. G., 2021. **Analisis Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Berdasarkan Citra Landsat 8 Menggunakan Tiga Algoritma Berbeda Di Perairan Teluk Benoa, Bali.** *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. Vol 7. No 1. Hal :18.
- Krisdiyanti, E., dan Dewi, U., (2017). **Pengelolaan Air Limbah Domestik Berbasis Masyarakat Di Desa Sidoarum Kecamatan Godean .** Universitas Negeri Yogyakarta. Hal:226-238.
- Luthfi, Z. H., 2020 **Evaluasi IPAL Komunal di Kabupaten Sleman Provinsi D. I. Yogyakarta Ditinjau dari Teknologi IPAL Komunal.** Universitas Islam Indonesia. Hal: 9-12.
- Mardiah, A., 2021. **Penerapan Clarity Meter Sebagai Alat Ukur Sederhana Kualitas Influent Dan Effluent Parameter Tss, Tds, Bod Dan Cod Di Ipal Mendiro Dan Tirto Asri.** Universitas Islam Indonesia. Hal : 27-28
- Mardianto, W., 2014. **Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Sistem Kombinasi ABR dan Wetland dengan Sistem Kontinyu.** Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah. Vol 2. No 1.
- Matthew, J. S., and Malcolm, N. J., 2000. *The Biodegradation Of Surfactants In The Environment, Biochimica Et Biophysica Acta (BBA).* Vol 1508. No 1–2. Hal: 235-251.
- Mulyani, H., 2012. **Pengaruh Pre-Klorinasi Dan Pengaturan pH Terhadap Proses Aklimatisasi Dan Penurunan COD Pengolahan Limbah Cair Tapioka Sistem Anaerobic Baffled Reactor,** Doctoral dissertation. Universitas Diponegoro. Hal: 47-77.
- Nusa, I., 2005. **Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Reaktor Biologis Putar (Rotating Biological Contactor) Dan Parameter Disain.** Jurnal Air Indonesia, Vol 1. No 2. Hal :178-188
- Nusa, I., 2017. **Teknologi Pengolahan Air Limbah Teori dan Aplikasi,** Erlangga. Hal :180-185, 263-276, 303-311.
- Padmaningrum, R. T., 2008. **Titration Iodometri,** Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta. Hal: 1-6
- Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta nomor 7 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah**
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Perhutanan Nomor :P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku mutu air limbah**
- Putri, N.M. and Hardiansyah, F., 2022. **Efektivitas Penerapan Teknologi Pada IPAL Komunal Ditinjau Dari Parameter BOD, COD, dan TSS,** *Journal of Water Resources Engineering.* Vol 13. No 2. Hal: 183-194.

- Purwati D., 2015. **Analisa Kadar BOD dan COD Pada Air Sungai (studi di sungai kabupaten jombang)**. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Insan Cendekia Medika Jombang. Hal: 18-19
- Saputri, D., Marendra, F., Yuliansyah, A. T., dan Prasetya, A. P., 2021. **Evaluasi Aspek Teknis dan Lingkungan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal di Kabupaten Sleman Yogyakarta**, Jurnal Rekayasa Proses. Vol 15.No 1. Hal: 71.
- Sayekti, R.W, Haribowo, R., Vivit, Y., dan Prabowo, A., 2011. **Studi Efektifitas Penurunan Kadar BOD, COD dan NH3 pada Limbah Cair Rumah Sakit dengan Rotating Biological Contactor**, Jurnal Teknik Pengairan. Vol 2. No 2. Hal :182-189.
- Sharma, M.K., Tyagi, V.K., Singh, N.K., Singh, S.P., Kazmi, A.A., 2022 *Sustainable technologies for on-site domestic wastewater treatment: a review with technical approach*. *Environ Dev Sustain*. Volume 24. Pages : 3039–3090.
- Singh, N.K., Kazmi, A.A., Starkl, M. A., 2015 *Review On Full-Scale Decentralized Wastewater Treatment Systems: Techno-Economical Approach*. *Water Sci Technol*. Volume 71. No 4. Pages: 468-78.
- Singh, S., Haberl, R., Moog, O., Shrestha, R.R., Shrestha, P., and Shrestha, R., 2009 *Performance Of An Anaerobic Baffled Reactor And Hybrid Constructed Wetland Treating High-Strength Wastewater In Nepal - A Model For DEWATS*, *Ecological Engineering*. Volume 35. No 5. Pages: 654-660.
- Soekidjo, N.,2003. **Ilmu kesehatan masyarakat**. Jakarta: Rineka Cipta.
- Susanthi, D., Purwanto, M. Y. J., dan Suprihatin., 2018. **Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor**. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 19. No 2. Hal : 229-237.
- Weliyadi, E., 2014. **Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Domestik Sistem Rotating Biological Contactor (Rbc) Kelurahan Sebengkok Kota Tarakan**, Jurnal Harpodon Borneo. Vol 7. No 2. Hal: 159-169.
- Wijayaningrat, A. T. P., 2018. **Evaluasi Kinerja Ipal Komunal Di Kecamatan Banguntapan Dan Bantul, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta Ditinjau Dari Parameter Fisik Dan Kimia**, Universitas Islam Indonesia. Hal : 21-54.
- Yudo, S., dan Indriatmoko, R. H., 2006. **Evaluasi Hasil Pembangunan Instalasi Pengolah Air Limbah Domestik Tipe Komunal Di Wilayah Kotamadya Jakarta Pusat**, Jurnal Teknik Lingkungan Edisi Khusus. Hal:166-173

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Hasil pengujian BOD, COD dan TSS

A. Uji BOD SNI 06-6989.14-2004 dan SNI 6989.72:2009

Minggu 1													
NO	Titik Sampel	Lokasi	Volume sampel (ml)	Volume Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ml)			Normalitas Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BL 0 (mg/l)	BL 5 (mg/l)	DO 0 (mg/l)	DO 5 (mg/l)	BOD (mg/l)	Faktor pengenceran
				BL 0	BL 5	DO 0							
1	1	Inlet IPAL	50	2	1,8	2,4	1,8	8	7	10	7	144,9	0,01
2	2	Outlet teknologi 1	50	2	1,8	2	1,5	8	7	8	6	122,4	0,01
3	3	Outlet Teknologi 2	50	2	1,8	1,2	0,8	8	7	5	3	81,6	0,01
4	4	Outlet IPAL	50	2	1,8	1	0,77	8	7	4	3	12,2	0,01

Minggu 2		No	Titik Sampel	Lokasi	Volume sampel (ml)	Volume Na2S2O3 (ml)				Normalitas NA2S2O3	BL 0 (mg/l)	BL 5 (mg/l)	DO 0 (mg/l)	DO 5 (mg/l)	BOD (mg/l)	Faktor pengeringan		
1	2					3	4	BL 0	BL 5								DO 0	DO 5
1	2	3	4	Inlet IPAL	50	1,8	2,2	1,6	0,025	8	7	9	7	142,9	0,01			
2	2	3	4	Outlet teknologi 1	50	1,8	1,8	1,2	0,025	8	7	7	5	134,7	0,01			
3	2	3	4	Outlet Teknologi 2	50	1,8	1,5	1,1	0,025	8	7	6	5	53,1	0,01			
4	2	3	4	Outlet IPAL	50	1,8	1	0,7	0,025	8	7	4	3	20,4	0,01			

Minggu 3		No	Titik Sampel	Lokasi	Volume sampel (ml)	Volume Na2S2O3 (ml)				Normalitas NA2S2O3	BL 0 (mg/l)	BL 5 (mg/l)	DO 0 (mg/l)	DO 5 (mg/l)	BOD (mg/l)	Faktor pengeringan		
1	2					3	4	BL 0	BL 5								DO 0	DO 5
1	2	3	4	Inlet IPAL	50	1,8	2	1,6	0,025	8	7	8	7	81,6	0,01			
2	2	3	4	Outlet teknologi 1	50	1,8	1,6	1,2	0,025	8	7	7	5	61,2	0,01			
3	2	3	4	Outlet Teknologi 2	50	1,8	1,3	1	0,025	8	7	5	4	40,8	0,01			
4	2	3	4	Outlet IPAL	50	1,8	1	0,7	0,025	8	7	4	3	16,32	0,01			

Minggu 4		Volu me samp el (ml)	Volume Na2S2O3 (ml)			Normali tas NA2S2O 3	BL 0 (mg/l)	BL 5 (mg/l)	DO 0 (mg/l)	DO 5 (mg/l)	BOD (mg/ l)	Faktor pengence ran
N O	Titik Sampel		Lokasi	BL 0 5	DO 0 5							
1	1	50	2	1,8	2,2	1,7	8	7	9	7	122, 4	0,01
2	2	50	2	1,8	1,8	1,3 8	8	7	7	6	89,7 6	0,01
3	3	50	2	1,8	1,5 5	1,1 8	8	7	6	5	69,3 6	0,01
4	4	50	2	1,8	1	0,7	8	7	4	3	40,8	0,01

Contoh perhitungan :

Minggu 1

Perhitungan Dissolved Oxygen :

$$\text{Nilai } DO_0 \text{ (mg/l)} = \frac{1000 \times A_0 \times N \times 8000 \times F}{50}$$

$$\text{Nilai } DO_0 \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{1000 \times 2 \times 0,025 \times 8000 \times 1}{50} = 9 \text{ mg/l}$$



$$\text{Nilai } DO_5 \text{ (mg/l)} = \frac{1000 \times A_5 \times N \times 8000 \times F}{50}$$

$$\text{Nilai } DO_5 \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{1000 \times 1,7 \times 0,025 \times 8000 \times 1}{50} = 7 \text{ mg/l}$$

Total BOD :

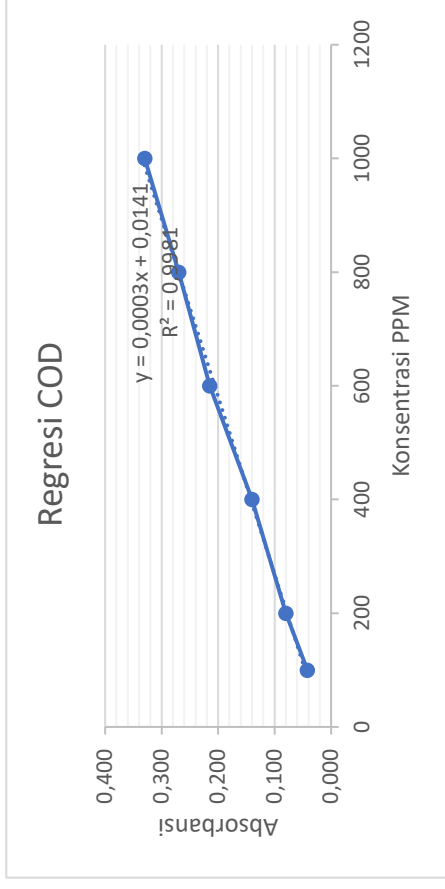
$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left( \frac{B_1 - B_2}{V_B} \right) V_c}{P}$$

$$BOD_5 = \frac{(10 - 7) - \left( \frac{8 - 7}{1} \right) 1}{0,01} = 144,9 \text{ mg/L}$$

## B. Uji COD SNI 6989.73:2009

Minggu ke 2							
NO	Titik Sampel	Lokasi	Absorbansi	Faktor pengenceran	COD (mg/l)	% Removal	
1	1	Inlet IPAL	0,243	10	173	51%	
2	2	Outlet teknologi 1	0,118	10	84		
3	3	Outlet Teknologi 2	0,128	10	91	19%	
4	4	Outlet IPAL	0,104	10	74		
Minggu ke 1							
NO	Titik Sampel	Lokasi	Absorbansi	Faktor pengenceran	COD(mg/l)	% Removal	
1	1	Inlet IPAL	0,32	10	227	13%	
2	2	Outlet teknologi 1	0,277	10	197		
3	3	Outlet Teknologi 2	0,227	10	161	21%	
4	4	Outlet IPAL	0,179	10	127		
Minggu ke 3							
NO	Titik Sampel	Lokasi	Absorbansi	Faktor pengenceran	COD(mg/l)	% Removal	
1	1	Inlet IPAL	0,409	10	290	52%	
2	2	Outlet teknologi 1	0,198	10	141		
3	3	Outlet Teknologi 2	0,189	10	134	14%	
4	4	Outlet IPAL	0,162	10	115		
Minggu ke 4							
NO	Titik Sampel	Lokasi	Absorbansi	Faktor pengenceran	COD(mg/l)	% Removal	
1	1	Inlet IPAL	0,237	10	168	17%	
2	2	Outlet teknologi 1	0,196	10	139		
3	3	Outlet Teknologi 2	0,184	10	131	4%	
4	4	Outlet IPAL	0,176	10	125		

konsentrasi PPM	Absorbansi
100	0,042
200	0,080
400	0,140
600	0,215
800	0,270
1000	0,330



Contoh perhitungan :

Minggu 1

$Y = bx+a$

Keterangan :

A : nilai a

B : nilai b

X : konsentrasi COD (mg/l)

Y : absorbansi

$$X = \frac{0,32 + 0,003}{0,0141} \times 10 = 227 \text{ mg/L}$$

## C. UJI TSS SNI

Minggu 1		
cSampel	Berat kosong (gram)	berat kosong + sampel (gram)
1	1,0734	1,0795
2	1,0713	1,0755
3	1,0735	1,0757
4	1,0812	1,0831

Minggu 2		
Sampel	Berat kosong (gram)	berat kosong + sampel (gram)
1	0,8352	0,844
2	0,8373	0,8416
3	0,8063	0,8092
4	0,8352	0,8372

Minggu 3		
Sampel	Berat kosong (gram)	berat kosong + sampel (gram)
1	0,8353	0,8432
2	0,8372	0,8425
3	0,8063	0,81
4	0,8344	0,837

Minggu 4		
Sampel	Berat kosong (gram)	berat kosong + sampel (gram)
1	0,8252	0,8325
2	0,837	0,8432
3	0,8063	0,811
4	0,8342	0,8372

Minggu 1						
NO	Titik Sampel	Lokasi	volume sampel (ml)	TSS (mg/l)	Efisiensi Removal	
1	1	Inlet IPAL	100	61		
2	2	Outlet teknologi 1	100	42		31%
3	3	Outlet Teknologi 2	100	22		
4	4	Outlet IPAL	100	19		14%

Minggu 2						
NO	Titik Sampel	Lokasi	volume sampel (ml)	TSS (mg/l)	Efisiensi removal	
1	1	Inlet IPAL	100	88		
2	2	Outlet teknologi 1	100	43		51%
3	3	Outlet Teknologi 2	100	29		
4	4	Outlet IPAL	100	20		31%

Minggu 3						
NO	Titik Sampel	Lokasi	volume sampel (ml)	TSS (mg/l)	Efisiensi Removal	
1	1	Inlet IPAL	100	79		
2	2	Outlet teknologi 1	100	53		33%
3	3	Outlet Teknologi 2	100	37		
4	4	Outlet IPAL	100	26		30%

Minggu 4						
NO	Titik Sampel	Lokasi	volume sampel (ml)	TSS (mg/l)	Efisiensi Removal (%)	
1	1	Inlet IPAL	100	73		
2	2	Outlet teknologi 1	100	62	15%	
3	3	Outlet Teknologi 2	100	47		
4	4	Outlet IPAL	100	30	36%	

Contoh perhitungan :

Minggu 1

$$mg \text{ TSS/liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume contoh uji mL}}$$

$$mg \frac{\text{TSS}}{\text{liter}} = \frac{(1,0795 - 1,0734) \times 1000}{0,1} = 61 \text{ mg/l}$$

### Lampiran 2 perhitungan efisiensi removal

Minggu	Influent			Effluent		
	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)
Minggu ke-1	144,9	173	88	12,2	74	20
Minggu ke-2	142,9	227	61	20,4	127	19
Minggu ke-3	81,6	168	79	16,3	125	26
Minggu ke-4	122,4	290	73	40,8	115	30

Minggu	BOD	COD	TSS
Minggu ke-1	92%	57%	77%
Minggu ke-2	86%	44%	69%
Minggu ke-3	80%	26%	67%
Minggu ke-4	67%	60%	59%

Contoh perhitungan :

Minggu 1 efisiensi removal BOD

$$R(\%) = \left( \frac{C_{in} - C_{eff}}{C_{in}} \right) \times 100\%$$

$$R(\%) = \left( \frac{144,9 - 12}{144,9} \right) \times 100\%$$

$$R = 92 \%$$

**Lampiran 3 Dokumentasi penelitian.**

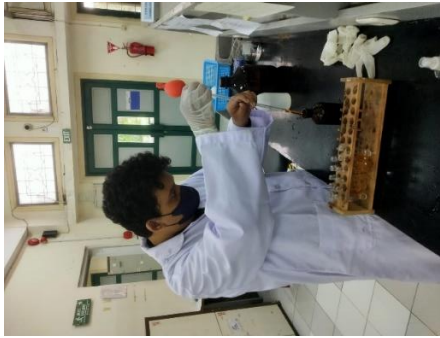


**Pengambilan sampel pada IPAL Mendiro**





Pengujian laboratorium kadar BOD



**Pengujian laboratorium kadar COD**



**Pengujian laboratorium kadar TSS**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis Bernama lengkap Bayu Dwijayanto lahir di Semarang, 6 November 2000. Merupakan anak ke-2 dari 3 bersaudara dari pasangan orang tua Suparnanto dan Wiwik Musriasih. Sebelum menempuh Pendidikan pada tingkat Universitas pada Univeristas Islam Indonesia fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan jurusan Teknik Lingkungan. Penulis bersekolah pada SMA Islam Hidayatullah yang berlokasi pada Semarang, Jawa Tengah yang merupakan salah satu sekolah Swasta favorit di Semarang.

Selain melakukan studi pada Universitas, penulis juga mengikuti organisasi dalam kampus yaitu Lembaga Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan periode 2021-2022 dan menjabat sebagai kepala bidang advokasi dan jaringan, selain itu penulis juga pernah menjadi panitia Lintas Lingkungan 2021 sebagai Steering Committee divisi kesekretariatan dan wali jamaah.