

TA/TL/2021/1309

**TUGAS AKHIR**

**PENERAPAN *CLEARITY METER* SEBAGAI ALAT UKUR  
SEDERHANA KUALITAS INFLUENT DAN EFLUENT  
PARAMETER TSS, TDS, BOD DAN COD DI IPAL MENDIRO  
DAN TIRTO ASRI**

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



**AINUN MARDIAH**

**16513120**

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







**TUGAS AKHIR**  
**PENERAPAN *CLEARITY METER* SEBAGAI ALAT UKUR  
SEDERHANA KUALITAS INFLUEN DAN EFLUEN  
PARAMETER TSS, TDS, BOD DAN COD DI IPAL MENDIRO  
DAN TIRTO ASRI**

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



**AINUN MARDIAH**  
**16513120**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

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

**NIK. 155131313**

Tanggal: 21 Juni 2021

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

**NIK. 185130402**

Tanggal: 21 Juni 2021

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



**Ero Siswono S.T., M.Sc.E.S., Ph.D.**

**NIK. 025100406**

Tanggal: 21 Juni 2021



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENERAPAN *CLEARITY METER* SEBAGAI ALAT UKUR  
SEDERHANA KUALITAS INFLUEN DAN EFLUEN  
PARAMETER TSS, TDS, BOD DAN COD DI IPAL MENDIRO  
DAN TIRTO ASRI**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Rabu  
Tanggal : 31 Maret 2021

Disusun Oleh:

AINUN MARDIAH  
16513120

Tim Penguji :

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T  
NIK. 155131313

(  )

Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc  
NIK. 185130402

(  )

Luqman Hakim, S.T., M.Si  
NIK: 005130101

(  )







## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 21 Februari 2021

Yang membuat pernyataan,



Ahmad Maitani

NIM: 16513120





## PRAKATA

la karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak ini ialah Penerapan Clarity Meter sebagai Alat Ukur Sederhana Kualitas Influen dan Efluen Parameter TSS, TDS, COD dan BOD di IPAL Mendiro dan Tirto Asri. Penelitian ini dilaksanakan guna untuk memenuhi Gelar Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan ini penulis masih banyak kekurangan, namun tetap mendapatkan arahan, bimbingan dan bantuan serta semangat dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah Ta'ala yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga peneliti bisa menyelesaikan laporan ini.
2. Ibu dan adik-adik tercinta peneliti yang selalu memberikan semangat dan do'a, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., selaku ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng., selaku coordinator Tugas Akhir Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Dosen Pembimbing peneliti ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T dan ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc yang telah membimbing dan membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini
6. Bapak Luqman S.T., M.T sebagai dosen penguji sekaligus coordinator laboratorium yang telah membantu dan mengarahkan sehingga peneliti bisa menyelesaikan penelitian ini.
7. Nurul Istiqomah Agustin selaku partner tugas akhir.
8. Teman-teman santri Asrama Baitul Qur'an DTP Jogja yang telah membantu sampling sehingga peneliti bisa menyelesaikan penelitian ini.
9. Staf Laboratorium Kualitas Lingkungan yang telah membantu dalam proses pengujian sampel peneliti.
10. Staf Jurusan Teknik Lingkungan yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan administrasi tugas akhir.
11. Buk Any Juliani S.T., M.Sc.,(Res.Eng).,Ph.D. yang telah memberikan pelayanan kendaraan kepada peneliti sehingga memudahkan dalam menyelesaikan tugas akhir.
12. Dosen Teknik Lingkungan UII yang senantiasa memberikan dukungan dan kebaikan kepada peneliti sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir.
13. Mahasiswa Teknik Lingkungan 2016 yang senantiasa memberikan semangat kepada peneliti sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir.
14. Ramadhan Jumsar dan Bannatis Sa'dah yang telah membantu peneliti dalam mengolah data dan memberi saran kepada peneliti sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir.
15. Shofinoorlatifah yang selalu memberikan semangat kepada peneliti sehingga peneliti bisa menyelesaikan tugas akhir.

16. Teman-teman tim leshan caknur yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan administrasi tugas akhir.
17. Ervin Kurniawati yang telah membantu peneliti dalam sebagian finansial untuk keperluan tugas akhir.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan peneliti selanjutnya.

Yogyakarta, 15 Maret 2021

  
Ainun Mardiah





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ABSTRAK

AINUN MARDIAH. Penerapan *Clarity Meter* sebagai Alat Ukur Sederhana Kualitas Influen dan Efluen Parameter TSS, TDS, COD dan BOD di IPAL Mendiwo dan Tirto Asri. Dibimbing oleh DR. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.T dan ELITA NURFITRIYANI SULISTYO, S.T., M.T., M.Sc

Kabupaten Sleman, DIY pada tahun 2018 telah membangun 1.497 unit Instalasi Pengolahan Limbah (IPAL) individu pada 8 kecamatan dan membangun 131 unit IPAL komunal pada 21 kecamatan. Namun belum ada pengujian kualitas secara berkala terutama di IPAL Mendiwo dan Tirto Asri, sehingga perlu ada alat yang sederhana dan mudah digunakan untuk mengetahui kualitas air limbah tanpa harus ke laboratorium. Alat clarity meter merupakan salah satu tabung transparansi yang digunakan untuk mengukur kualitas air. Penggunaan secchi disk sebagai alat dalam mengukur kecerahan perairan yang sangat sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas IPAL dan korelasi antara tinggi kecerahan disk pada alat *clarity meter* dengan parameter uji TDS, TSS, COD dan BOD. Titik pengambilan sampel diambil pada inlet dan outlet IPAL Mendiwo dan Tirto Asri. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam alat clarity meter dan diamati tinggi kecerahan disk. Setelah itu dilakukan pengujian korelasi dan analisis linear berganda pada parameter uji.. Pada data limbah cair yang di uji, hasil uji kualitas air limbah untuk parameter TSS, TDS dan COD tidak melebihi standar Peraturan Daerah Yogyakarta No.7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk kegiatan IPAL Domestik Komunal kecuali parameter TSS dengan nilai 324 mg/L dan 194.36 mg/L sedangkan hubungan antara tinggi kecerahan disk dengan parameter uji memiliki nilai korelasi yang lemah dan memiliki nilai sig >0.05.

Kata kunci: *Clarity Meter*, Korelasi, Kualitas.



## ABSTRACT

AINUN MARDIAH. *Application of Clarity Meter as a Simple Measure Tool for the Quality of Influent and Effluent Parameters of TSS, TDS, COD and BOD in Mendiro and Tirto Asri WWTPs. Supervised by DR. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.T and ELITA NURFITRIYANI SULISTYO, S.T., M.T., M.Sc*

*Sleman Regency, DIY in 2018 has built 1,497 individual waste treatment units (IPAL) in 8 sub-districts and built 131 communal IPAL units in 21 sub-districts. However, there has been no periodic testing, especially in the Mendiro and Tirto Asri IPALs, so a simple and easy-to-use tool is needed to see the quality of wastewater without having to go to the laboratory. The clarity meter is one of the transparent tubes used to measure air quality. The use of the secchi disk as a tool in measuring water is very simple. This study aims to see the quality of WWTP and monitor the disk height on the clarity meter with the TDS, TSS, COD and BOD test parameters. The sampling points were taken at the inlet and outlet of the Mendiro and Tirto Asri IPALs. Then the sample is inserted into the clarity gauge and the height of the disk is observed. After that, testing and multiple linear analysis were carried out on the test parameters. In the tested liquid waste data, the wastewater quality test for the TSS, TDS and COD parameters did not exceed the standards of Yogyakarta Regional Regulation No.7 of 2016 concerning Wastewater Quality Standards for activities. Communal Domestic WWTP does not include TSS parameters with a value of 324 mg / L and 194.36 mg / L while the relationship between disk height and test parameters has a weak value and has a sig >0.05.*

Keywords: *Clarity Meter, Correlation, Quality.*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Ruang Lingkup .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah di IPAL Mendiro dan Tirto Asri .....	3
2.2 Parameter Uji .....	4
2.3 Baku Mutu Air Limbah .....	6
2.4 Clarity Meter .....	7
BAB III METODE PENELITIAN .....	19
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	19
3.3 Diagram Penelitian .....	19
3.4 Analisis Data .....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1 Kondisi Eksisting IPAL Mendiro dan Tirto Asri .....	25
4.2 Data Hasil Pengujian .....	26
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....	47
5.1 Simpulan .....	47
5.2 Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA .....	49
LAMPIRAN .....	53





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

<a href="#"><u>Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Kegiatan IPAL Domestik Komunal dan Tinja Komunal</u></a> .....	6
<a href="#"><u>Tabel 2. 2 Interpretasi Kedalaman Secchi</u></a> .....	13
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Pengujian .....	19
Tabel 3. 2 Parameter Uji Air Limbah .....	21
Tabel 4.1 Karakteristik Air Limbah Inlet dan Outlet IPAL Mendiro	27
Tabel 4.2 Karakteristik Air Limbah Inlet dan Outlet IPAL Tirto Asri....	27
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alat Clarity Meter pada Inlet IPAL Mendiro.....	32
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Alat Clarity Meter pada Outlet IPAL Mendiro.....	32
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat Clarity Meter pada Inlet IPAL Tirto Asri.....	33
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Alat Clarity Meter pada Outlet IPAL Tirto Asri .....	33
Tabel 4.7 Analisis Deskriptif IPAL Mendiro .....	36
Tabel 4.8 Analisis Deskriptif IPAL Tirto Asri .....	36
Tabel 4.9 Analisis Kolmogorov-Smirnov Test Diameter Pipa dengan Parameter Uji .....	37
Tabel 4.10 Hasil Uji Multikolinearitas IPAL Mendiro.....	38
Tabel 4.11 Hasil Uji Multikolinearitas IPAL Tirto Asri .....	39
Tabel 4.12 Uji Autokorelasi IPAL Mendiro .....	40
Tabel 4.13 Uji Autokorelasi IPAL Tirto Asri.....	40
Tabel 4.14 Nilai Koefisien R .....	41
Tabel 4.15 Uji Korelasi Untuk Variabel Limbah Cair IPAL Mendiro dengan Tinggi Kecerahan Disk.....	42
Tabel 4.16 Uji Korelasi Untuk Variabel Limbah Cair IPAL Tirto Asri..	43
Tabel 4.17 Uji Individual Parameter IPAL Mendiro dan Tirto Asri .....	45



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية  
الاندونيسية

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian .....	20
Gambar 3.2 (a) Secchi Disk (b) Alat Clarity Meter .....	22
Gambar 4.1 Inlet dan Outlet IPAL Mendo and Tirto Asri	26
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Kualitas Parameter TDS dengan Baku Mutu.....	29
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Kualitas Parameter TSS dengan Baku Mutu.....	29
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Kualitas Parameter COD dengan Baku Mutu.....	30
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Kualitas Parameter BOD dengan Baku Mutu.....	30
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Laboratorium Inlet Mendo	34
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Laboratorium Outlet Mendo	35
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Laboratorium Inlet Tirto Asri.....	35
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Laboratorium Outlet Tirto Asri .....	36







*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Hasil Analisis Uji t dan Signifikansi .....53  
Lampiran 2 Dokumentasi.....57



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penduduk daerah Kabupaten Sleman selalu mengalami peningkatan tiap tahun (BPS Kabupaten Sleman, 2019). Semakin meningkatnya jumlah penduduk, limbah yang dihasilkan akan semakin lebih banyak. Oleh sebab itu, perlu ada penanganan lebih lanjut agar limbah yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan. Bupati Sleman Sri Purnomo menyatakan bahwa Kabupaten Sleman pada tahun 2018 telah membangun 1.497 unit Instalasi Pengolahan Limbah (IPAL) individu pada 8 kecamatan dan membangun 131 unit IPAL komunal pada 21 kecamatan. Pada tahun 2018, Pemerintah Daerah Kabupaten Sleman melakukan pengecekan terhadap kualitas effluent dari beberapa IPAL yang dijadikan sebagai sampel evaluasi perkembangan IPAL di Sleman (Assosiasi KSM Sanitasi, 2018).

Salah satu IPAL Komunal di Sleman yang menggunakan pengolahan secara biologis adalah IPAL Mendiro. Jenis pengolahan yang digunakan ialah teknologi *Rotating Biological Contactor* (RBC). IPAL Komunal Mendiro telah beroperasi sejak tahun 2015 dengan beban pengolahan 61 KK, namun pada Tahun 2018 mengalami penambahan layanan menjadi 130 KK. Saat ini IPAL Mendiro sudah memiliki dua pengolahan RBC dikarenakan teknologi yang pertama kurang *maintenance* sehingga kualitas air limbah yang dihasilkan tidak memenuhi standar baku. Kondisi kualitas air buangan IPAL Komunal Mendiro tidak dikontrol secara rutin, namun untuk pemantauan effluent menggunakan kolam ikan.

Oleh karena itu, perlu ada pengujian dan pemantauan kualitas secara berkala. Namun sampai saat ini belum ada dari masyarakat sendiri yang melakukan pengujian. Kesulitan dalam memahami data dalam kehidupan bermasyarakat, maka perlu ada edukasi pengujian terutama menggunakan secara visual langsung. Dalam beberapa penelitian oleh (David, 1971; Thornton dan McMillan 1989) menyatakan bahwa faktor visual lebih mendominasi, yang paling jelas adalah kejernihan dan warna. Pada penelitian mereka di perairan Selandia Baru, menggunakan pengamatan warna dengan mengkombinasikan sistem wawancara dalam membuat grafik.

Pada penelitian (Smith, 1990) mengaplikasikan alat clarity untuk mengukur kekeruhan pada air sungai serta membandingkan dengan beberapa perubahan warna yang telah sesuai kecerahan cakram dalam air. Sedangkan pada penelitian (Bayu, dkk, 2019) menerapkan clarity menggunakan sensor pH dengan mengukur kejernihan dan menghitungnya menggunakan perbandingan *lux*. Namun pada penelitian (Alan, dkk, 2008) menggunakan tube dengan parameter kekeruhan, fosfat dan pestisida pada air sungai dan membacanya secara visual. Oleh karena itu, adapun pada penelitian ini diuji pengukuran tabung transparansi dengan bantuan secchi disk yang berwarna hitam dan putih yang dapat digunakan sebagai indikator sederhana dan murah.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimanakah kualitas IPAL Mendiro dan Tirto Asri dari segi parameter TSS, TDS, BOD dan COD ?
2. Bagaimanakah korelasi antara tinggi kecerahan disk dengan parameter TSS, TDS, BOD dan COD ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang didapat ialah :

1. Menguji kualitas IPAL Mendiro dan Tirto Asri dari segi parameter TSS, TDS, BOD dan COD
2. Membuat korelasi antara tinggi kecerahan disk dengan parameter TSS, TDS, BOD dan COD

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang dilakukan dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal, antara lain :

### 1. Manfaat Umum

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi kepada masyarakat pengguna IPAL untuk mengetahui kualitas air limbah menggunakan alat yang sederhana. Masyarakat juga akan paham tentang kualitas air limbah yang selama ini mereka gunakan.

### 2. Manfaat Khusus Penelitian

Penelitian ini memberikan pengetahuan tentang rancangan alat yang sesuai untuk mengukur kualitas air limbah dengan mudah dan praktis

## 1.6 Ruang Lingkup

Batasan masalah dalam penelitian meliputi :

1. Pengujian dilakukan di IPAL komunal Mendiro dan Tirto Asri.
2. Lingkup parameter yang digunakan ialah BOD, COD, TSS, dan TDS.
3. Standar baku mutu air limbah domestik sesuai Peraturan Daerah DIY Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah di IPAL Mendiro dan Tirto Asri**

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal merupakan sistem pengolahan air limbah yang disatukan secara terpusat yaitu terdapat bangunan yang digunakan untuk memproses limbah cair domestik yang difungsikan secara komunal (digunakan oleh sekelompok rumah tangga) agar lebih aman dan mudah pada saat dibuang ke lingkungan, sesuai dengan baku mutu lingkungan. Limbah cair dari rumah penduduk dialirkan ke bangunan bak tampungan IPAL melalui jaringan pipa.

Sistem ini digunakan untuk menangani limbah domestik pada wilayah yang tidak memungkinkan untuk dilayani oleh sistem terpusat ataupun secara individual. Penanganan dilakukan pada sebagian wilayah dari suatu kota, dimana setiap rumah tangga yang mempunyai fasilitas MCK pribadi menghubungkan saluran pembuangan ke dalam sistem perpipaan air limbah untuk dialirkan menuju instalasi pengolahan limbah komunal. Untuk sistem yang lebih kecil dapat melayani 2-5 rumah tangga, sedangkan untuk sistem komunal dapat melayani 10-100 rumah tangga atau bahkan dapat lebih.

*Effluent* dari instalasi pengolahan dapat disalurkan menuju sumur resapan atau juga dapat langsung dibuang ke badan air (sungai). Fasilitas sistem komunal dibangun untuk melayani kelompok rumah tangga atau MCK umum. Bangunan pengolahan air limbah ini dapat diterapkan di perkampungan ataupun perkotaan, dimana jika di perkampungan tidak memungkinkan bagi warga masyarakatnya untuk membangun *septic tank* individual di rumahnya masing-masing dan daerah perkotaan tidak memiliki lahan yang cukup untuk membuat IPAL komunal (Rhomaidhi, 2008).

Dalam melakukan pengolahan air limbah komunal, pemilihan teknologi sangat mempengaruhi kualitas air limbah yang dihasilkan. Hal ini, menjadi pertimbangan besar sebelum perencanaan sebuah IPAL pada kota/pemukiman. Karena pengolahan limbah secara konvensional perlu ada perawatan secara rutin yang terdiri dari perawatan biologis dengan memanfaatkan berbagai jenis mikroorganisme.

Pemilihan teknologi sangat bergantung pada jenis polutan dari limbah yang dihasilkan dan sesuai jumlah dana yang dimiliki. Untuk IPAL Mendiro menggunakan teknologi *Rotating Biological Contractor* (RBC), karena merupakan salah satu teknologi yang memiliki alternatif konvensional untuk teknologi lumpur aktif dan pengolahan air limbah. *Rotating Biological Contractor* (RBC) memiliki ciri-ciri dengan stabilitas proses perawatan, pemakaian energi listrik yang rendah, waktu detensi yang pendek, biaya operasional rendah dan kemudahan dalam pengoperasian (Joanna, et.al, 2018).

RBC terdiri dari sejumlah cakram paralel yang dipasang tegak lurus pada poros dan berputar secara perlahan (sekitar 1-1,6 putaran per menit) di dalam tangki berisi air limbah yang akan di proses dan unit RBC sebagian terendam dalam tangki (biasanya 40%). Parameter utama desain untuk RBC adalah laju pemuatan hidraulik dan laju pemuatan organik. Saat ini, RBC merupakan proses *biofilm* yang dipilih dalam pengolahan air limbah kota dan industri karena dapat mengolah bahan organik

dengan parameter COD mencapai 600-2000 mg/L. Biomassa dalam cakram RBC adalah peran utama dalam biodegradasi organik (Rongjun Su, et.al, 2015).

RBC memiliki beberapa keunggulan seperti waktu detensi yang pendek, kebutuhan daya yang rendah, konsentrasi biomassa tinggi, dapat menangani berbagai aliran dan menghasilkan lumpur yang rendah (Atieh, et.al, 2018). Efisiensi biodegradasi dalam RBC tergantung pada sejumlah parameter, termasuk kandungan oksigen terlarut dalam air limbah, intensitas aliran air limbah, kandungan senyawa organik, kecepatan rotasi serta sistem konfigurasi, termasuk metode distribusi cairan dan kondisi aerasi (Joanna, et.al, 2018).

Selanjutnya ialah jenis teknologi yang digunakan pada IPAL Tirta Asri ialah *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) atau dikenal juga dengan *Anaerobic Baffled Septic Tank* (ABST) adalah salah satu reaktor hasil modifikasi septik tank dengan penambahan sekat-sekat. Teknologi ini telah digunakan dan dikembangkan oleh Bachman dkk (1985) untuk mengolah limbah cair sintetik dengan kategori kuat (COD 8000 mg/l) sampai sedang. Sistem ABR sangat efisien untuk mengolah air buangan sintesis yang relatif kurang kuat (*low-strength synthetic wastewater*), (Manariotis et al., 2002; Wanasen, 2003), air buangan darirumah penjalagan hewan (Polprasert et al., 1992; Wanasen, 2003), dan air buangan domestic atau perkotaan (Tosonis et.al, 1994; Orozco et al., 1997; Wanasen, 2003). ABR juga cocok untuk mengolah air buangan yang memiliki kandungan zat tersuspensi tidak terendapkan yang tinggi dan rasio BOD/COD yang rendah, seperti limbah dari kegiatan industri (Wanasen, 2003). ABR merupakan bioreaktor anaerob yang memiliki kompartemen- kompartemen yang dibatasi oleh sekat-sekat vertikal. ABR mampu mengolah berbagai macam jenis influen.

Prinsip kerja yang digunakan adalah kombinasi dari prinsip kerja *septic tank*, *fluidised bed reactor* dan UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor*). Pengoperasian dan pemeliharannya juga relatif mudah. Letak perbedaan ABR dengan UASB adalah lapisan lumpur di ABR tidak diflotasikan, hanya diendapkan di bagian bawah unit. ABR juga tidak membutuhkan media granular khusus untuk operasi. Selain itu ABR juga tidak memiliki keterbatasan sistem seperti UASB terutama ekspansi *sludge bed* yang minimal (Manariotis et.al, 2002).

ABR menggabungkan proses-proses sedimentasi dengan penguraian lumpur secara parsial dalam kompartemen, walaupun pada dasarnya hanya merupakan suatu kolam sedimentasi tanpa bagian-bagian yang bergerak atau penambahan bahan kimia. Proses terjadi pada ruang pertama ABR adalah proses pengendapan dan setelah itu terjadi proses penguraian akibat limbah kontak dengan mikroorganisme.

## 2.2 Parameter Uji

### 2.1.1 Total Suspended Solid (TSS)

*Total Suspended Solid* (TSS) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2  $\mu\text{m}$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid (Lukisworo, 2011). Pengukuran TSS ditentukan berdasarkan pada berat kering partikel yang terperangkap oleh filter, sesuai dengan ukuran pori tertentu. Pada umumnya, ukuran pori filter yang digunakan sebesar 0,45  $\mu\text{m}$  (Clescerl, 1905).

TSS adalah semua zat padat atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air, dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri,

ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik. Rumus menghitung TSS dari data survey lapangan adalah sebagai berikut :

$$TSS \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{(Tb-Ta)}{V} V \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

TSS = Total Suspended Solid (mg/l)

Ta = Berat kertas saring awal (mg)

Tb = Berat kertas saring akhir (mg)

V = Volume air yang disaring (l)

### 2.1.2 *Total Dissolved Solid (TDS)*

Salah satu faktor yang paling penting dalam menentukan kelayakan air aman untuk dibuang ke lingkungan adalah kandungan *total dissolved solid* (TDS) dalam air. TDS adalah jumlah material yang terlarut di dalam air. Material ini dapat berupa karbonat, bikarbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, ion-ion organik, senyawa koloid dan lain-lain (WHO, 2003).

Secara umum, konsentrasi padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air. TDS terukur dalam satuan *Parts per Million* (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air. Alat untuk mengukur TDS saat ini lebih banyak menggunakan jenis digital dibandingkan pengujian secara manual. Hal ini digunakan agar memudahkan dalam akurasi data yang didapatkan (Mardi Wibowo, 2020).

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

BOD adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Metcalf & Eddy, 1991). Ditegaskan lagi oleh Boyd (1990), bahwa bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi (*readily decomposable organic matter*). Mays (1996) mengartikan BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. Meskipun nilai BOD menyatakan jumlah oksigen, tetapi untuk mudahnya dapat juga diartikan sebagai jumlah bahan organik mudah urai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan (Atima, 2015).

Efek utama dari polusi organik dalam air limbah adalah penurunan kadar oksigen terlarut. Sehingga perlu ada pemantauan secara berkala untuk kandungan oksigen terlarut dalam air. BOD akan mewakili oksigen dalam menstabilkan melalui proses biokimia dan zat organik. Penentuan dilakukan pada hari ke-5. Untuk limbah rumah tangga biasa, konsumsi oksigen pada hari ke-5 dapat bersesuaian dengan konsumsi total akhir (BOD) (Marcos, 2007).

Prinsip pengukuran BOD pada dasarnya cukup sederhana, yaitu mengukur kandungan oksigen terlarut awal ( $DO_i$ ) dari sampel segera setelah pengambilan contoh, kemudian mengukur kandungan oksigen terlarut pada sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap ( $20^{\circ}C$ ) yang sering disebut dengan  $DO_5$ . Selisih  $DO_i$  dan  $DO_5$  ( $DO_i - DO_5$ ) merupakan nilai BOD yang

dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/L). Pengukuran oksigen dapat dilakukan secara analitik dengan cara titrasi (metode Winkler, iodometri) atau dengan menggunakan alat yang disebut DO meter yang dilengkapi dengan probe khusus. Jadi pada prinsipnya dalam kondisi gelap, agar tidak terjadi proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen, dan dalam suhu yang tetap selama lima hari, diharapkan hanya terjadi proses dekomposisi oleh mikroorganime, sehingga yang terjadi hanyalah penggunaan oksigen, dan oksigen tersisa ditera sebagai DO<sub>5</sub> (Atima, 2015).

### 2.1.4 Chemical Oxygen Demand (COD)

Uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) mengukur konsumsi oksigen yang terjadi sebagai akibat dari oksidasi kimia dari bahan organik. Prinsip pengujian COD ialah melakukan penambahan sejumlah tertentu kalium bikromat (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) sebagai oksidator pada sampel (dengan volume diketahui) yang telah ditambahkan asam pekat dan katalis perak sulfat kemudian dipanaskan dalam waktu dua jam. Pengukuran pengujian menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm. Keuntungan dari pengujian COD waktu cepat dalam pengujian dan respon yang diberikan lebih cepat sehingga dapat dikontrol operasional dari hasil tes, dan pengujiannya tidak terpengaruh oleh proses nitrifikasi. Namun kelemahannya senyawa kompleks anorganik yang ada diperairan juga ikut dalam reaksi (Atima, 2015).

### 2.3 Baku Mutu Air Limbah

Beban pencemaran maksimum adalah beban pencemaran tertinggi yang masih diperbolehkan dibuang ke lingkungan. Untuk mempertegas agar tidak ada terjadi pembuangan langsung, maka dibuatlah peraturan tentang standar baku mutu air limbah dalam Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah. Berikut merupakan data baku mutu air limbah domestik IPAL komunal:

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Kegiatan IPAL Domestik Komunal dan Tinja Komunal

Parameter	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (Kg/Ton)	
		IPAL Domestik Komunal	IPAL Tinja Komunal
BOD	75	9	1,5
COD	200	24	4
TDS	2.000	240	40
TSS	75	9	1,5
Minyak dan Lemak Total	10	1,2	0,2
Detergen	5	0,6	0,1
Suhu	±3°C terhadap suhu udara		
pH	6,0-9,0		



Coliform	10.000 MPN/100 mL	-	-
Debit Limbah Paling Banyak	-	120	120

## 2.4 Clarity Meter

Clarity meter merupakan alat sederhana yang menggunakan alat turbidi tube untuk mengukur kejelasan air (Sovell et al., 2000). Biasanya ini adalah tabung bening dengan yang kecil target visual (misalnya, 'Secchi disc') yang disimpan di bagian bawah tabung. Peneliti menuangkan air ke dalam tabung sampai citra target baru tidak terlihat lagi, dan kedalaman air memberikan indeks transparansi. Perangkat sederhana ini, meski dibatasi cukup keruh perairan, dipuji karena meningkatkan kesadaran masyarakat umum tentang kejernihan air. Tetapi observasi transparansi yang dihasilkan biasanya tidak sama dengan visibilitas in situ karena medan cahaya in situ di dalam air tidak disimulasikan. Di Selandia Baru, desain tabung transparansi yang ditingkatkan terdiri dari target cakram hitam yang dipasang pada magnet akuarium yang dipindahkan ke titik kepunahan di dalam tabung bening sambil melihat secara horizontal (Biggs et al., 2002). Berikut gambar dari clarity meter.



Gambar 2. 1 Alat Clarity Meter

Pada **Gambar 2.1** merupakan mahasiswa pascasarjana UC Davis John Maynard (kiri) dan spesialis Penyuluhan Koperasi *UC Toby O'Geen* memeriksa efeknya pengolahan lahan basah untuk peningkatan kualitas air irigasi di barat *Stanislaus Country*. Seperti yang ditunjukkan oleh tabung transparansi, padatan tersuspensi dihilangkan secara efektif dengan perawatan di lahan basah yang mengalir. Tabung transparansi memberikan pengukuran transparansi air yang akurat, dan alat murah yang mudah digunakan di lapangan. Adapun komponen penyusun alat clarity meter dapat dibagi menjadi 4 yaitu:

1. *Transparency Tube*

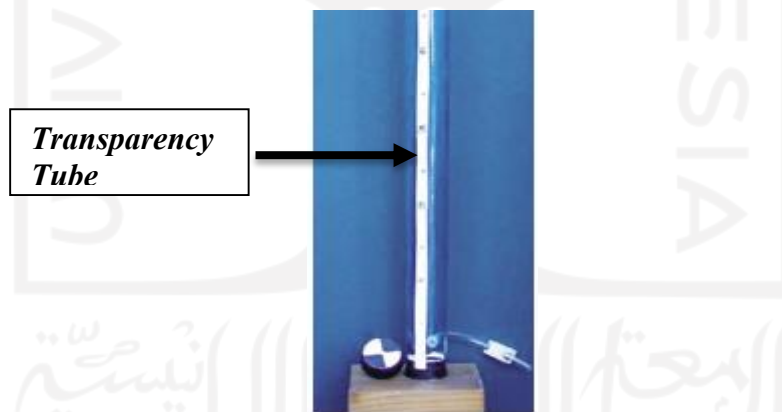
Tabung transparansi akan menahan sampel air yang sedang diuji. Tabung harus jelas untuk memungkinkan reflektor cahaya maksimum dari penanda yang dilihat. Tabung plastik bening akan memberikan daya tahan yang paling dan mengurangi

kemungkinan kerusakan selama proses pengukuran, tetapi tabung kaca dapat digunakan jika ditangani dengan hati-hati.

*Transparency tube* adalah tabung plastik bening yang diberi tanda skala sentimeter dan putih-hitam pola (pola Secchi) yang ditempelkan pada bagian bawah pipa. Panjang tabung biasanya bervariasi dari 24 hingga 48 inci (60 hingga 120 sentimeter), dengan diameter dalam 1.8 inci (4.5 cm) dan di luar diameter 2 inci (5.0 cm), dan katup pelepas air di bagian bawah untuk mengalirkan tabung. Aliran air dituangkan ke dalam tabung sampai pola hitam putih menghilang. Air kemudian dilepaskan dari katup bawah sampai pola menjadi terlihat.

Kedalaman (cm) air dibaca dari skala melekat pada tabung. Sangat penting alat ukur menyatu dengan tubuh pipa. Tabung transparansi memiliki keuntungan dalam aliran air yang terlalu dangkal atau terlalu deras untuk Secchi tradisional pengukuran disk. Sampel air bisa dikumpulkan dengan aman menggunakan ember dan tali dilempar dari jembatan atau dekat pantai. Mirip dengan pengukuran kejernihan air lainnya, pengukuran transparansi juga bisa menjadi tidak akurat dalam beberapa kasus oleh air yang sangat berwarna (karena terlarut bahan organik). Pembacaan transparansi menggunakan tabung dari sumber yang berbeda mungkin berikan bacaan yang sedikit berbeda, jadi harus berhati-hati dalam membandingkan data dari sumber yang berbeda. Tabung transparansi dapat dibeli dari persediaan ilmiah rumah (\$ 35 hingga \$ 60) atau dapat dibuat sendiri dengan biaya rendah.

Berikut merupakan gambar alat *turbidi tube* yang pernah digunakan pada penelitian mahasiswa pascasarjana UC Davis John Maynard (kiri) dan spesialis Penyuluhan Koperasi *UC Toby O'Geen*.



Gambar 2. 2 *Transparency Tube*

## 2. *Secchi Disc*

Menurut beberapa sejarah untuk penjernih air telah diukur dalam tubuh air yang berdiri dengan menggunakan *Secchi Disk*, sebuah cakram putih pada hitam-putih yang diturunkan ke dalam air dengan garis akhir sampai gambar dinilai menghilang dari pandangan (Tyler, 1968). Kedalaman hilangnya, kedalaman sekchi, adalah indeks yang berguna dari kejelasan air visual. Protokol ukuran Secchi belum standar yang memadai, meskipun rekomendasi baru-baru ini dibuat (Sinith, 2001; Smith dan Hoover, 1999). Tyler (1968) dan Preisendorfer (1986) telah menunjukkan bahwa

kedalaman sekchi adalah berbanding terbalik dengan jumlah dari dua koefisien penajaman cahaya air:

$$zSD = G/(c + K) \dots (1)$$

Koefisien G biasanya dalam jangkauan 6 sampai 9 (Tyler, 1968), bergantung pada pemantul cahaya cakram sekchi (biasanya sekitar 75 persen) (data penulis yang tidak dipublikasikan), dan pada pemantul air, R (persamaan 5) yang sangat bervariasi di antara perairan. Pengukuran kedalaman Secchi oleh karena itu sendiri merupakan properti optik yang jelas yang lumayan tergantung pada kondisi pencahayaan. G juga bergantung pada kontrakan ambang mata manusia, yang secara mengejutkan mendekati konstan dan memberikan sedikit sumbangsih pada variasi keseluruhan di antara para pengamat dengan penglihatan normal.

Koefisien optik c dan K tidak dapat diperkirakan secara terpisah dari kedalaman sekchi menggunakan persamaan (1) tanpa informasi independen tentang optik dari badan air (Preisendorfer, 1986). Secara teoritis, pengukuran yang lebih baik dari kejelasan air visual adalah kisaran hidrologis, yang didefinisikan sebagai jarak pengamatan maksimum dari target yang benar-benar hitam, yang dilihat secara horizontal (Duntley 1963) kisaran hidrologis hanya bergantung pada koefisien penyinaran sinar, (c). Dan oleh karena itu merupakan sifat dasar optik yang terlepas dari kondisi pencahayaan (Davies-Colley 1988) telah memperlihatkan bahwa c diukur pada 550 nm dekat puncak sensitivitas mata manusia) dapat diperkirakan dengan keakuratan yang wajar dari pengamatan jarak hidrologis dengan menggunakan cakram hitam, dengan persamaan empiris:

$$yBD = 4,8 / c \dots \dots (2)$$

Pada persamaan (2) mencakup jangkauan yang sangat luas dari <0.05 m di perairan yang sangat keruh (Davies-Colley dan Smith 1992) hingga 63 m sampai sangat jelas. Koefisien empiris ini hampir sesuai dengan nilai yang diharapkan secara teori dari ambang kontras mata manusia (Davies-Colley, 1988). Hubungan terbalik dari jangkauan hidrologis (selanjutnya adalah black disc visibilitas) dan koefisien sinyal sinar (persamaan 2) adalah intuitif. Untuk membentuk gambar yang dapat dikenali di mata, cahaya harus bergerak dari objek secara garis. Jadi, penumpukan gambar yang dibawa cahaya melalui air sama dengan penumpukan sinar. Pada persamaan (2) sangat berguna dalam kerja berkualitas air praktis karena memungkinkan pemodelan kejelasan visual atas air, memanfaatkan properti (DaviesColley et al. 1993). Misalnya, persamaan (2) dapat digunakan untuk memprediksi jarak pandang di sungai setelah mencampur air terjun atau aliran air limbah.

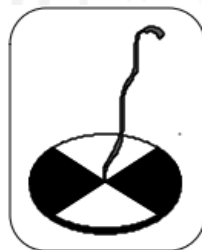
Meskipun jarak pandang cakram hitam dapat diamati oleh seorang penyelam snorkel, pengamatan dari atas air biasanya lebih mudah dan dapat dilakukan dengan menggunakan alat sederhana yang dilengkapi dengan sebuah cermin 45 (Davies-Colley 1988). Selain itu, Davies-Colley dan Smith (1992) telah

melaporkan suatu metode untuk mengukur sudut pandang cakram hitam dalam sebuah palung yang terbuat dari bahan pemantul cahaya. Hal ini berguna jika akses ke tubuh air berbahaya seperti dengan sungai banjir. Batas yang lebih rendah untuk dalam observasi adalah sekitar 50 mm, dan dalam air yang lebih turbid, pengamatan dibuat dalam sebuah palung pada sampel yang dilarutkan volumekal dengan air jernih yang dikenal lebih disukai untuk pengamatan langsung karena kesulitan praktis dengan pengukuran langsung jarak visual pendek seperti itu (Davies-Colley dan Smith, 1992).

Visibilitas cakram hitam memiliki tiga keuntungan penting daripada kedalaman sekchi sebagai indeks kejelasan visual (Davies-Colley et al, 1993). Pertama, karena target hitam (idealnya) tidak memantulkan cahaya, pengukuran yBp tidak bergantung pada pencahayaan lingkungan, selama ada cukup cahaya untuk penglihatan warna normal. Sebaliknya, kedalaman *Secchi* memiliki beberapa karakter optik yang jelas dan memvariasikan lemah dengan kondisi cahaya. Kedua, Yan menghasilkan estimasi yang berharga, cukup akurat, dari koefisien sinar "c" (persamaan 2). Akhirnya, cakram hitam itu diamati secara horizontal dan juga berguna di perairan yang sangat dangkal dan jernih seperti sungai dan perairan tepi laut yang digunakan untuk mandi. Mungkin satu-satunya keuntungan yang tersisa dari *Secchi* disk adalah bahwa data sejarah yang berharga pada optik badan air telah dikumpulkan dengan perangkat ini.

Duntley (1963) telah menunjukkan bahwa banyak kisaran penting yang praktis dalam air perkiraan jarak kepunahan sebuah tubuh hitam, termasuk jarak penglihatan pada ikan (Lythgoe, 1979) dapat terlihat. Konsisten dengan hal ini, Steel and Neuhausser (dalam ketundukan) telah melaporkan bahwa deretan penampakan horizontal dari disk sekchi hitam-putih sangat mirip dengan jarak pandang cakram hitam di sungai Skagit, Washington.

Oleh karena itu, Duntley (1963) mengusulkan bahwa visibilitas bentuk hitam horisontal dan dengan kata lain, koefisien sinar sinar, dianggap sebagai ukuran standar dari kejelasan air visual karena melihat disk akan terendam dalam sampel air. Pola yang jelas harus terlihat pada disk juga. Umumnya, yang terbaik adalah menggunakan latar belakang putih yang diwarnai dengan pola pemeriksa hitam. Kontras membuat melihat disk sangat jelas, yang meningkatkan akurasi membaca. Sebuah disk plastik putih berpola dengan spidol permanen hitam bekerja sangat baik. Disk harus berukuran sesuai dengan tabung plastic atau yang terbuat dari kaca. Jika perlu, disk dapat terbuat dari bahan berpori seperti kayu atau kardus, tetapi harus disegel dengan laminasi atau dengan pernis. Berikut contoh gambar seckhi disk yang disarankan oleh Duntley (1963).



Gambar 2. 3 *Secchi* Disc

Perbedaan warna secchi mempengaruhi nilai kedalaman secchi. *Secchi* disk merupakan kontras instrument mata manusia dalam melihat objek (*Secchi* disk)

dan juga background lingkungan perairan, sehingga pembacaan hasilnya bergantung pada ketajaman visual dari pengamat. Secara teori, warna hitam menyerap cahaya sedangkan warna putih memantulkan cahaya. Hal ini menyebabkan kepingan secchi berwarna hitam akan cepat tidak terbaca jika dibandingkan dengan secchi yang berwarna putih, sedangkan kombinasi warna hitam-putih baik itu 2 ataupun 4 arsiran akan memiliki nilai kedalaman diantara *secchi* hitam dan putih.

Jones and Bachmann (1978) dalam Carlson dan Simpson (1996), mengatakan bahwa *secchi* berbentuk concave, berwarna putih dan berwarna hitam-putih tidak menunjukkan perbedaan nyata pada nilai kecerahannya. Menurut Carlson dan Simpson (1996), *secchi* berwarna hitam-putih menghilang lebih dahulu (7,6%) dibandingkan dengan *secchi* berwarna putih. *Secchi* putih disarankan untuk pengukuran kecerahan di laut, *secchi* berwarna hitam digunakan untuk di sungai atau perairan mengalir, sedangkan *secchi* kombinasi hitam putih digunakan di perairan tergenang atau danau, hal ini disebabkan disesuaikan dengan kondisi background masing-masing perairan tersebut. Menurut Pal et al. (2015) warna merah-putih memiliki nilai kecerahan yang hamper sama dengan warna hitam-putih, dibandingkan dengan warna hijau-putih dan kuning-putih.

### 3. Alat Ukur

Tingkat air pada titik non-visibilitas perlu diukur. Ketinggian air dapat langsung diukur dari cakram pandang ke bagian atas air, dan bagan dapat digunakan untuk menemukan tingkat kekeruhan yang sesuai dengan pengukuran. Cara yang lebih baik adalah menandai tabung turbiditas dengan tingkat kekeruhan yang sesuai sebelum pengujian dimulai sehingga tidak ada konversi yang diperlukan.

Alat ukur yang digunakan biasanya langsung tercatat atau terkalibrasi dengan turbidi tube dalam satuan centimeter. Hal ini berfungsi untuk mengetahui tinggi kecerahan dari *secchi* disk yang digunakan. Kemudian dikorelasikan dengan hasil pengujian laboratorium berdasarkan parameter yang diujikan.

Berikut beberapa hasil penelitian tentang hubungan antara kecerahan disk dengan beberapa parameter. Pada tabel di bawah ini merupakan konversi prediksi parameter TSS dengan satuan centimeter dan inci menggunakan *Ohio Sediment Stick* sebagai alat untuk membantu dalam melihat kecerahan sampel air. Penelitian ini dilakukan oleh (Paul,2004) dalam melakukan penelitian untuk mengevaluasi penggunaan tabung transparansi untuk memprediksi total padatan tersuspensi (TSS) dan kekeruhan (NTU). Berikut hasil penelitian (Paul,2004) terdapat pada **gambar 2.4** dibawah ini.

Ohio Sediment Stick® Water Clarity in cm (inches)	Predicted TSS (mg · L <sup>-1</sup> )	Upper TSS Prediction Limit (mg · L <sup>-1</sup> )	Lower TSS Prediction Limit (mg · L <sup>-1</sup> )	Ohio Sediment Stick® Water Clarity in cm (inches)	Predicted TSS (mg · L <sup>-1</sup> )	Upper TSS Prediction Limit (mg · L <sup>-1</sup> )	Lower TSS Prediction Limit (mg · L <sup>-1</sup> )
1 (0.4)'	2400	4003	1439	34 (13.4)	23	38	14
2 (0.8)'	962	1601	578	35 (13.8)	22	37	13
3 (1.2)'	564	937	339	36 (14.2)	21	35	13
4 (1.6)	386	641	232	37 (14.6)	21	34	12
5 (2.0)	287	477	173	38 (15.0)	20	33	12
6 (2.4)	226	375	136	39 (15.4)	19	32	12
7 (2.8)	184	306	111	40 (15.8)	19	31	11
8 (3.1)	155	256	93	42 (16.5)	17	29	10
9 (3.5)	132	220	80	44 (17.3)	16	27	10
10 (3.9)	115	191	69	46 (18.1)	15	26	9
11 (4.3)	102	168	61	48 (18.9)	15	24	9
12 (4.7)	91	150	55	50 (19.7)	14	23	8
13 (5.1)	81	135	49	52 (20.5)	13	22	8
14 (5.5)	74	123	45	54 (21.3)	12	21	8
15 (5.9)	67	112	41	56 (22.0)	12	20	7
16 (6.3)	62	103	37	58 (22.8)	11	19	7
17 (6.7)	57	95	35	60 (23.6)	11	18	7
18 (7.1)	53	88	32	62 (24.4)	10	17	6
19 (7.5)	49	82	30	64 (25.2)	10	17	6
20 (7.9)	46	77	28	66 (26.0)	10	16	6
21 (8.3)	43	72	26	68 (26.8)	9	15	6
22 (8.7)	41	67	25	70 (27.6)	9	15	5
23 (9.1)	38	64	23	72 (28.3)	9	14	5
24 (9.4)	36	60	22	74 (29.1)	8	14	5
25 (9.8)	34	57	21	76 (29.9)	8	13	5
26 (10.2)	33	54	20	78 (30.7)	8	13	5
27 (10.6)	31	52	19	80 (31.5)	7	12	5
28 (11.0)	30	49	18	82 (32.3)	7	12	4
29 (11.4)	28	47	17	84 (33.1)	7	12	4
30 (11.8)	27	45	16	86 (33.9)	7	11	4
31 (12.2)	26	43	16	88 (34.6)	7	11	4
32 (12.6)	25	41	15	90 (35.4)	6	11	4
33 (13.0)	24	40	14	>92 (36)	<5		

<sup>a</sup>Values extrapolated from regression coefficients; outside range of monitored data.

Gambar 2. 4 Hasil Pengujian (Paul,2004) Tinggi Kecerahan Ohio Sediment Stick dengan parameter TSS dan Turbidi (NTU)

Pada gambar diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai TSS maka akan semakin kecil nilai kecerahan ohio sediment stick yang digunakan, begitupun dengan nilai turbidi. Menurut (Paul,2004) penggunaan tabung transparansi memiliki aplikasi yang luas untuk program pemantauan aliran biaya rendah dan menyediakan estimasi bidang konsentrasi TSS ataupun NTU yang akurat dalam dengan cepat dalam aliran air. Begitupun dengan perusahaan ENVCO di New Zealand telah mengkalibrasi alat *clarity meter* dengan parameter kekeruhan (NTU). Berikut hasil pengukuran alat clarity meter perusahaan ENVCO.

Transparency Conversion Chart		
Centimeters	Inches	Approximate NTU Value
<6.4	<2.5	>240
6.4 to 7.0	2.5 to 2.75	240
7.1 to 8.2	2.76 to 3.25	185
8.3 to 9.5	3.26 to 3.75	150
9.6 to 10.8	3.76 to 4.25	120
10.9 to 12.0	4.26 to 4.75	100
12.1 to 14.0	4.76 to 5.5	90
14.1 to 16.5	5.6 to 6.5	65
16.6 to 19.1	6.6 to 7.5	50
19.2 to 21.6	7.6 to 8.5	40
21.7 to 24.1	8.6 to 9.5	35
24.2 to 26.7	9.6 to 10.5	30
26.8 to 29.2	10.6 to 11.5	27
29.3 to 31.8	11.6 to 12.5	24
31.9 to 34.3	12.6 to 13.5	21
34.4 to 36.8	13.6 to 14.5	19
36.9 to 39.4	14.6 to 15.5	17
39.5 to 41.9	15.6 to 16.5	15
42.0 to 44.5	16.6 to 17.5	14
44.6 to 47.0	17.6 to 18.5	13
47.1 to 49.5	18.6 to 19.5	12
49.6 to 52.1	19.6 to 20.5	11
52.2 to 54.6	20.6 to 21.5	10
>54.7	>21.6	<10

Gambar 2. 5 Hasil Pengujian Alat Clarity di Perusahaan ENVCO

Pada **ambar 2.5** diatas menunjukkan bahwa semakin keruh air sungai, maka akan disk tidak akan terlihat berkisar dari nilai sebesar <6.4 cm - >54.7 cm. Sedangkan pada penelitian (Alan, dkk, 2007) melakukan penelitian dengan menggunakan parameter TSS, Nutrient, dan DO karena yang mempengaruhi kualitas air sungai karena tercemar oleh pestisida. Akurasi penggunaan alat turbidity tube menurut mereka sebesar 20% untuk parameter total tersuspensi solid.

Sedangkan pada penelitian kedalaman secchi disk di interpretasikan menurut Pal et al. (2015) dapat dilihat pada **tabel 2.1** dibawah ini.

Tabel 2. 2 Interpretasi Kedalaman Secchi

Kedalaman Secchi	Keterangan
< 20 cm	Perairan sangat keruh. Jika kekeruhan disebabkan oleh phytoplankton maka konsentrasi oksigen terlarut pada pagi hari akan rendah. Jika disebabkan oleh partikel tersuspensi maka produktivitas perairan rendah.
20-30 cm	Kekeruhan mulai tinggi
30-45 cm	Kondisi perairan yang baik, terutama jika kekeruhan disebabkan oleh phytoplankton
45-60 cm	Phytoplankton jarang ditemukan
> 60 cm	Perairan jernih, produktivitas sangat rendah dan dapat menimbulkan masalah dengan tanaman air

## 2.5 Analisis Data

Menurut (Sudjana, 2010) regresi dan korelasi adalah analisis yang memiliki hubungan sangat erat. Setiap regresi sudah dipastikan korelasi, sedangkan korelasi belum pasti menggunakan regresi. Analisis regresi linear merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui bagaimana variabel dependen dapat diprediksikan dengan melalui variabel independen. Analisis regr esi adalah analisis statistika yang digunakan untuk memeriksa serta memodelkan hubungan antar variabel-variabel. Dalam analisis regresi memiliki dua jenis variabel:

- a. Variabel dependent (variabel terikat) yang dinotasikan dengan Y, variabel dependent merupakan variabel yang dipengaruhi variabel lainnya.
- b. Variabel independent (variabel bebas) dapat dinotasikan dengan X, variabel ini merupakan variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain.

Koefisien korelasi adalah ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel-variabel (Siregar, 2013). Nilai koefisien korelasi berada di antara  $-1 < 0$ , yaitu apabila  $r = -1$  korelasi negatif sempurna, artinya taraf signifikansi dari pengaruh variabel X terhadap variabel Y sangat lemah dan apabila  $r = 1$  korelasi positif sempurna, artinya taraf signifikansi dari pengaruh variabel X terhadap variabel Y sangat kuat (Sudjana, 2005). Jika koefisien korelasi menunjukkan angka 0, maka tidak terdapat hubungan antara dua variabel yang dikaji.

Korelasi Pearson Product Moment (r): 1. Menentukan hipotesis pengujian Hipotesis pengujian :  $H_0 : r = 0$  (tidak terdapat korelasi atau hubungan yang signifikan antara kepadatan penduduk dengan jumlah penderita DBD)  $H_1 : r \neq 0$  (terdapat korelasi atau hubungan yang signifikan kepadatan penduduk dengan jumlah penderita DBD) 2. Menentukan tingkat signifikan ( $\alpha$ ) Dalam menguji korelasi ini, menggunakan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 5 % 3. Uji statistik yang digunakan adalah Korelasi pearson (r), selanjutnya menghitung nilai r: Selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien korelasi ganda (r), hal ini berfungsi mengetahui seberapa besar korelasi yang terjadi antar variabel-variabel  $X_1, X_2, \dots, X_n$  secara serentak dengan variabel Y. Besarnya nilai koefisien korelasi ganda dapat dihitung dengan rumus:

$$r = \sqrt{r^2} = \sqrt{\frac{(b_1 \sum x_1 y) + (b_2 \sum x_2 y)}{\sum y^2}}$$

Nilai r:  $-1 \leq r \leq +1$ . Semakin mendekati nilai +1 atau -1, maka semakin kuat korelasi yang terjadi dan jika r mendekati 0, maka semakin lemah korelasi yang terjadi (Yuliara, 2016)

Sedangkan menurut (Gulo, 2002) analisis regresi linear dibagi menjadi dua yaitu jika variabel bebas (X) hanya satu maka analisis tersebut disebut regresi linear sederhana. Jika variabel bebas (X) memiliki hubungan dengan variabel terikat (Y) lebih dari satu maka disebut regresi linear berganda. Berikut penjabaran dari jenis analisis regresi linear:

- a. Regresi Linear Sederhana

Regresi linear sederhana merupakan analisis persamaan regresi dengan menggambarkan hubungan satu variabel bebas (X) atau variabel independent dan satu variabel tak bebas (Y). Hubungan antara dua variabel tersebut dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$Y = \alpha + \beta X$$

Dimana:

Y = variabel tak bebas



X = variabel bebas

$\alpha$  = perpotongan sumbu tegak

$\beta$  = gradient / kemiringan.

b. Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda merupakan analisis dengan menggunakan persamaan regresi yang menggambarkan hubungan variabel bebas lebih dari satu ( $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ ) dan satu variabel tak bebas ( $Y_1, Y_2, Y_3, \dots Y_n$ ). Hubungan kedua variabel tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_n X_{ni}$$

Tujuan dari analisis regresi adalah untuk mengekspresikan variabel dependen sebagai fungsi dari variabel independen. Dualitas kesesuaian dan keakuratan kesimpulan tergantung pada data yang digunakan. Oleh karena itu data yang tidak representatif atau tidak terkompilasi dengan benar menghasilkan kecocokan dan kesimpulan yang buruk. Jadi, untuk penggunaan analisis regresi yang efektif, seseorang harus melalui langkah-langkah berikut:

- 1) Menyelidiki proses pengumpulan data,
- 2) Menemukan batasan dalam data yang dikumpulkan
- 3) Membatasi kesimpulan yang sesuai (Autar, 2009)

Hubungan antar variabel dapat diketahui dengan menentukan variabel bebas dan variabel tak bebas. Jika variabel bebas memiliki hubungan dengan satu atau lebih dengan dua variabel tak bebas maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi linear berganda. Terdapat dua jenis koefisien pada analisis regresi linear yaitu koefisien determinan berganda untuk mengukur besarnya kontribusi seluruh variabel X terhadap naik turunnya variabel Y dan koefisien determinasi parsial yang digunakan untuk mengukur kontribusi satu variabel X terhadap naik turunnya variabel Y. Model regresi linear berganda dibangun atas beberapa asumsi, berikut penjabaran asumsi-asumsi regresi linear:

a. Asumsi Kenormalan

Pada asumsi kenormalan dapat diuji dengan uji statistik yaitu Kolmogrov Smirnov. Uji kolmogrov smirnov merupakan uji statistik yang sering digunakan untuk asumsi kenormalan.

$$D = \max |S_{(z_i)} - P_{(z_i)}|$$

Hipotesis:

H0: Data tersebar normal

H1: Data tidak tersebar normal

Jika  $D < D_{(a,n)}$ , maka  $H_0$  diterima artinya data menyebar normal atau pada output Kolmogrov-smirnov  $> \alpha$ , maka data berdistribusi normal. (Achi Rinaldi)

- b. Asumsi Homokedastisitas Asumsi ini merupakan kondisi ragam untuk setiap nilai galat konstan pada semua nilai variabel bebas (X). Uji statistik yang digunakan untuk asumsi homoskedastitas adalah uji Bartlet.

$$X_2 = \ln 10 \{B - \sum dk \log s^2\}$$

Hipotesis: terdapat sekurang-kurangnya satu pasang galat yang berbeda. Jika,  $X_{2\text{hitung}} < X_{2\text{tabel}}$  maka  $H_0$  diterima artinya galat bersifat homoskedastisitas.

- c. Asumsi Autokorelasi

Asumsi ini merupakan asumsi untuk mengidentifikasi bawasannya ada satu atau lebih variabel penting yang mempengaruhi variabel terikat dan tidak dimasukkan dalam model regresi. Asumsi autokorelasi ini dapat dilakukan dengan uji statistik yaitu Durbin-Waston. (Norman & Smith, 1998)

$$DW = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

Hipotesis:

$H_0 : \rho =$  tidak terdapat autokorelasi

$H_0 : \rho \neq$  terdapat autokorelasi

- d. Asumsi Multikolinearitas

Asumsi ini hanya digunakan untuk regresi linear berganda. Multikolinearitas merupakan terjadinya korelasi linear antar variabel bebas. Asumsi ini dapat diuji dengan uji statistik yaitu *Variance Inflation Factor* (VIP).

- e. Uji Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda merupakan lanjutan dari regresi linear sederhana dimana variabel bebas atau independen yang digunakan lebih dari satu. Teknik analisis yang digunakan dengan metode analisis regresi linear berganda dengan persamaan berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$$

Keterangan:

Y = SHU

$\alpha$  = konstanta

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$  = koefisien regresi linear berganda

$X_1$ = jumlah Anggota  
 $X_2$ = jumlah simpanan anggota  
 $X_3$ = jumlah pembiayaan

f. Uji parsial (uji t)

Pengujian parsial atau uji t dimaksudkan untuk melihat pengaruh tiap tiap variabel independen secara mandiri terhadap variabel dependennya. Untuk mengetahui hubungan secara individu antara variabel bebas terhadap variabel terikat, maka dapat dilakukan dengan membuat hipotesis:

- 1)  $H_0: \beta_1 = 0$ , artinya tidak terdapat pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen.
- 2)  $H_0: \beta_1 \neq 0$ , artinya terdapat pengaruh signifikan dari variabel independen terhadap variabel dependen.

g. Uji F

Uji statistik F adalah uji semua variabel bebas secara keseluruhan dan bersamaan pada suatu model. Uji ini digunakan untuk melihat apakah variabel independen secara keseluruhan berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Kriteria pengambilan keputusan adalah:

- 1) Jika nilai p-value  $> 0,05$  dan maka diterima
- 2) Jika nilai p-value  $< 0,05$  dan maka diterima

Adapun hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  : Tidak memiliki pengaruh secara simultan dari variabel bebas terhadap variabel terikat.

$H_a$ : Memiliki pengaruh secara simultan dari variabel bebas terhadap variabel terikat.

h. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien determinasi (adjusted  $R^2$ ) berfungsi memberikan petunjuk seberapa jauh variabel bebas dapat menjelaskan variabel terikat. Jika angka koefisien determinasi semakin mendekati 1, maka pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen semakin tinggi, ini berarti bahwa variabel-variabel memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan variabel dependen. Sebaliknya apabila nilai koefisien kecil berarti variabel-variabel independen terbatas dalam memberikan informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen. (Robert & Budi, 2016)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di IPAL Mendiro, Jl. Jagalan, Mendiro, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman. Untuk pengujian dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Pada pengujian ini yang menjadi variabel terikat ialah parameter TSS dan TDS. Sedangkan untuk variabel bebas ialah parameter BOD dan COD. Untuk IPAL yang dipilih ialah IPAL yang secara fisik pengolahannya baik yaitu IPAL Tirta Asri yang terletak di Dusun Sembung Jalan Besi Jangkang Km 1, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan September 2020 sampai November 2020. Pengambilan sampel pengujian diambil sebanyak 10 kali dalam kurun waktu dua bulan setiap hari Rabu dan Kamis pada jam 08:00 WIB.

### 3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Pengujian

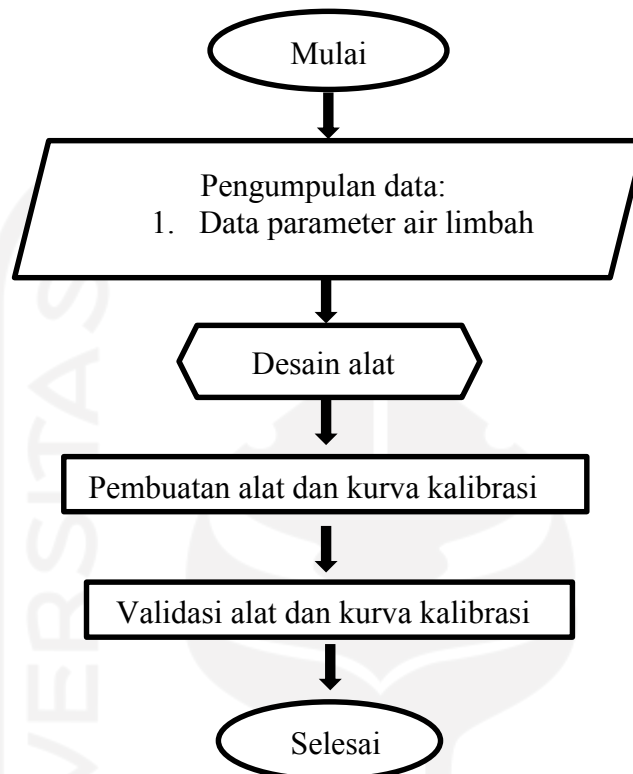
No	Alat	Bahan
1	Gelas Ukur 100 mL	Kertas saring
2	Corong Kaca	$K_2Cr_2O_7$
3	Erlenmeyer 250 mL	$H_2SO_4$ pekat
4	Loyang	$HgSO_4$
5	TDS Meter	Buffer Posfat
6	Refluks	$MgSO_4$
7	Rak Kayu	$CaCl_2$
8	Cawan Kaca	$FeCl_3$
9	Pipet Ukur 5 mL	KOH
10	Labu Ukur 250 mL	KI
11	Botol Winkler 250 mL	NaOH
12	Pipet Tetes	$MnSO_4 \cdot H_2O$
13	Gelas Beaker 1000 mL	Amilum
14	Buret	$Na_2S_2O_3$ 0,0025 N
15	Labu Ukur 500 mL	$MnSO_4 \cdot 5H_2O$
16	Alat Clarity Meter	

Sumber: SNI

### 3.3 Diagram Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Adapun variabel terikatnya ialah tinggi dari kecerahan disk, sedangkan untuk variabel bebasnya ialah parameter TSS, TDS, BOD dan COD. Penelitian ini dilakukan untuk membuat alat yang sederhana untuk pengukuran

beberapa parameter air limbah IPAL komunal. Kemudian akan dilakukan analisis kualitas air limbah untuk menentukan kurva standar yang akurat untuk alat *clarity meter*. Adapun tahap pengerjaan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Adapun penjelasan tahapan diagram diatas adalah sebagai berikut:

### 3.3.1 Sampling Air Limbah

Air limbah yang digunakan berasal dari limbah IPAL yang berada di Dusun Mendiro dan Tirto Asri. Sampel air limbah domestik diambil dari influent dan effluent IPAL Komunal Mendiro dan Tirto Asri dengan metode *Grab Sample*. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan mengacu pada SNI 6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Alat untuk mengambil contoh menggunakan bahan yang tidak merubah sifat.

Wadah yang digunakan untuk menyimpan sampel terbuat dari bahan gelas atau plastik yang tidak mudah terkontaminasi bahan kimia maupun bahan organik lainnya. Sampel uji diambil pada inlet dan outlet IPAL setiap 2 kali dalam satu minggu sekitar pukul 7.00 – 8.00 WIB pada hari Rabu dan Kamis dalam kurun waktu 2 bulan.

Sampel uji di bawa menggunakan jerigen 2 L dengan bahan plastik dan menggunakan botol kaca untuk mengamankan pengujian BOD yang tidak boleh ada oksigen ataupun zat pengganggu yang masuk ke dalam sampel sebelum pengujian dan tidak boleh terkena langsung oleh paparan sinar matahari. Pengambilan titik sampling untuk titik lokasi sebelum IPAL diambil pada titik dengan aliran

bertubulensi tinggi agar terjadi pencampuran dengan baik, yaitu pada titik dimana air limbah masuk proses pengolahan dan sesudah pengolahan. Kemudian sampel disimpan pada suhu ruang atau diawetkan menggunakan asam pekat agar sampel tidak terkontaminasi.

### 3.3.2 Pengumpulan Data

Untuk pengumpulan data diawali dari pengambilan sampel air limbah yang disimpan atau diawetkan sebelum proses pengujian. Adapun langkah selanjutnya terdapat pada penjelasan dibawah ini.

#### 1. Pengumpulan Data Parameter Limbah

Sebagai data penunjang untuk penelitian, maka perlu dilakukannya uji parameter terhadap sampel air limbah IPAL komunal dusun Mendiro dan Tirto Asri berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68/Menlh/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Domestik adalah BOD, COD, TSS dan TDS. Menurut SNI 6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah parameter BOD hanya tahan selama 6 jam setelah diambil, parameter COD tahan selama 7 hari setelah diambil, parameter TSS dan TDS hanya tahan selama 24 jam setelah diambil. Acuan dalam pengujian parameter berdasarkan SNI masing masing parameter yang terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 2 Parameter Uji Air Limbah

Parameter	Satuan	Metode	Acuan
<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	mg/L	Titration secara Iodometri (Modifikasi Azida)	SNI 6989.72-2009
<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	mg/L	Spektrofotometri	SNI 6989.2-2009
<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	mg/L	Gravimetri	SNI 6989.3-2004
<i>Total Dissolved Solid</i> (TDS)	mg/L	Gravimetri	SNI 6989.27:2019

### 3.3.3 Tahap Pengoperasian Clarity Meter

Alat clarity meter sangat sederhana dan mudah dioperasikan. Namun membutuhkan tenaga lebih dari satu orang untuk yang mengamati tinggi kecerahan dari cakram hitam putih dan satu tenaga untuk membaca batas *draine valve*. Alat clarity meter memiliki tinggi 150 cm dan lebar ¼ inchi. Pertama, sampel dimasukkan terlebih dahulu dari atas lubang pipa bening, kemudian diamati tinggi kecerahan sampel sampai *draine valve* tidak terlihat lagi. Kemudian air sampel hasil pengujian dari alat clarity meter langsung diujikan untuk parameter TDS dan TSS, sedangkan

untuk parameter BOD dan COD masih menggunakan sampel yang sama, hanya saja agar tidak terjadi kontaminasi maka dikondisikan terlebih dahulu untuk menjaga kestabilan suhu dan komponen biologis dalam sampel air. Pembacaan kecerahan dilakukan oleh satu orang namun dilakukan secara duplo. Berikut gambar hasil rancangan alat *clarity meter* dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 3 2 (a) Secchi Disk (b) Alat Clarity Meter

### 3.3.4 Pembuatan Alat dan Kurva Kalibrasi

Pembuatan alat didesain sesuai kriteria yang ada pada teori ataupun penelitian sebelumnya. Kemudian alat dipesan sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan. Setelah itu dilakukan pengujian parameter contoh uji yaitu TSS, TDS, BOD dan COD di laboratorium. Kemudian data diolah menggunakan regresi linear dan metode korelasi untuk menentukan adanya keterkaitan antara tinggi kecerahan dengan parameter TSS, TDS, COD dan BOD terhadap pembacaan alat *clarity meter*.

### 3.3.5 Validasi Alat dan Kurva Kalibrasi

Uji validasi alat dan kurva kalibrasi dilakukan dengan menghitung korelasi antara ketinggian dengan parameter TSS, TDS, BOD, dan COD.

## 3.4 Analisis Data

Adapun analisis data yang digunakan adalah analisis regresi linear berganda dan korelasi data. Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui adanya keterkaitan



antara dua variabel. Setelah dilakukan analisis korelasi, maka dilakukan korelasi kemudian analisis regresi linear sederhana dan liner berganda jika memenuhi syarat dari analisis regres linear berganda. Analisis regresi bertujuan untuk mempelajari bentuk/pola hubungan antara sebuah variabel tak bebas (Y) dengan satu atau lebih variabel bebas (X) melalui suatu persamaan matematis. Analisis regresi linear berganda digunakan jika banyaknya variable bebas lebih dari satu (Agung Priyo, 2018).

Namun sebelum dilakukan uji regresi linear berganda, maka perlu pengujian korelasi dan pengujian hipotesis pada data. Bentuk umum dari regresi linear berganda (*multiple linear regression models*) dengan (p-1) variabel bebas adalah:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_{p-1} X_{i(p-1)} + \varepsilon_i \dots\dots(1)$$

Dimana :

$Y_i$  = variabel tak bebas (response/dependent variable)

$X_{ij}$  = variabel bebas (predictor/independent variable) ke-j

$\varepsilon_i$  = suku error

$\beta_j$  = parameter koefisien regresi dari variabel bebas ke-j, dimana sama dengan mengukur perubahan nilai Y jika  $X_j$  berubah sebesar 1 satuan, dengan asumsi variabel bebas yg lain konstan/sama.

$i$  = 1, 2, ..., n

$j$  = 1, 2, ..., p-1

Asumsi-asumsi yang mendasari model diatas adalah:

1. Normalitas  
Pemeriksaan asumsi ini dapat dilakukan melalui plot antara residual yang diurutkan  $e(i)$  dengan nilai harapannya  $E(e(i))$  atau dikenal dengan *Normal Probability Plot*. Jika pencaran titik-titiknya membentuk atau mendekati suatu garis linier maka mengindikasikan asumsi kenormalan terpenuhi atau nilai  $E(\varepsilon_i) = 0$ .
2. *Homoscedascity*  
Plot antara  $e_i$  vs  $y_i$  dapat digunakan untuk memeriksa asumsi homoscedasticity. Apabila menunjukkan pola acak, maka asumsi kesamaan varians (homoscedasticity) terpenuhi.  $var(\varepsilon_i) = \sigma^2$  (homoscedastic)
3.  $cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, i \neq j$  (non autocorrelation)
4.  $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$

Syarat: Tidak ada kolinieritas/multikolinieritas, yaitu hubungan yang sempurna/sangat kuat antar variabel bebas.

,Bila terdapat dua variabel bebas, yaitu  $X_1$  dan  $X_2$ , maka berbentuk persamaan regresinya adalah:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

Kondisi-kondisi bila koefisien-koefisien regresi, yaitu  $b_1$  dan  $b_2$  mempunyai nilai:

- Nilai = 0, dalam hal ini variabel Y tidak dipengaruhi oleh  $X_1$  dan  $X_2$
- Nilainya negatif, terjadi hubungan dengan arah terbalik antara variabel tak bebas Y dengan variabel-variabel  $X_1$  dan  $X_2$
- Nilainya positif, terjadi hubungan searah antara variabel tak bebas Y dengan variabel bebas  $X_1$  dan  $X_2$

Koefisien-koefisien regresi  $b_1$  dan  $b_2$  serta konstanta a dapat dihitung dengan rumus:

$$a = \frac{\sum Y - (b_1 \sum X_1) - (b_2 \sum X_2)}{n}$$

$$b_1 = \frac{[(\sum X_2^2 \times \sum X_1 Y) - (\sum X_2 Y \times \sum X_1 X_2)]}{[(\sum X_1^2 \times \sum X_2^2) - (\sum X_1 \times X_2)^2]}$$

$$b_2 = \frac{[(\sum X_1^2 \times \sum X_2 Y) - (\sum X_1 Y \times \sum X_1 X_2)]}{[(\sum X_1^2 \times \sum X_2^2) - (\sum X_1 \times X_2)^2]}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien korelasi ganda (r), hal ini berfungsi mengetahui seberapa besar korelasi yang terjadi antar variabel-variabel  $X_1, X_2, \dots, X_n$  secara serentak dengan variabel Y. Besarnya nilai koefisien korelasi ganda dapat dihitung dengan rumus:

$$r = \sqrt{r^2} = \sqrt{\frac{(b_1 \sum X_1 Y) + (b_2 \sum X_2 Y)}{\sum Y^2}}$$

Nilai r:  $-1 \leq r \leq +1$ . Semakin mendekati nilai +1 atau -1, maka semakin kuat korelasi yang terjadi dan jika r mendekati 0, maka semakin lemah korelasi yang terjadi (Yuliara, 2016)

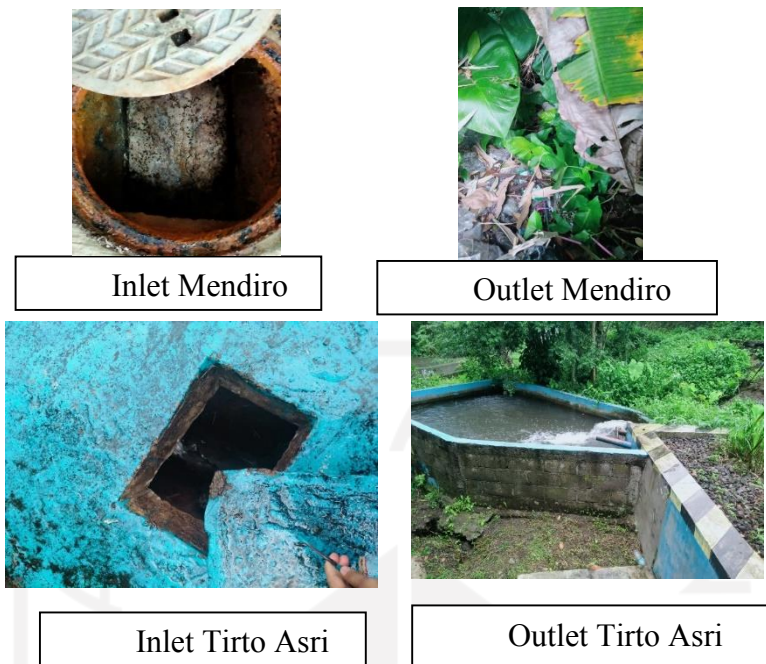
## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Kondisi Eksisting IPAL Mendiro dan Tirto Asri**

IPAL Mendiro merupakan bentuk percontohan pengolahan IPAL yang paling bagus dari segi teknologinya. Sedangkan untuk IPAL Tirto Asri paling bagus dari segi kualitas dan pengolahannya. Proses pengolahannya terdiri dari proses biologis dan fisika. IPAL Ngudi Mulyo atau lebih dikenal IPAL Mendiro, adalah salah satu contoh ideal IPAL komunal yang ada. Renovasi penambahan sistem pengolahan aerobik lebih meningkatkan kualitas air olahan IPAL, serta membantu menghilangkan bau yang ditimbulkan dari pengolahan existing sebelumnya. Dengan hasil renovasi sekarang ini, pengunjung IPAL mendiro dapat lebih nyaman bersantai dan bersantap hidangan sambil membaca buku atau sekedar duduk – duduk di area IPAL karena dari IPAL ini boleh dikatakan sudah tidak menimbulkan bau lagi. Efluen (air olahan) dari IPAL dimanfaatkan untuk ternak ikan. Sedangkan untuk IPAL Tirto Asri menjadi paling bagus karena hasil effluennya tidak berbau dan langsung ke aliran sungai.

Untuk IPAL Mendiro memaksimalkan proses biologi dengan menggunakan teknologi RBC (*Rotating Biological Control*), keunggulan dari sistem RBC ini yakni proses operasi maupun konstruksinya sederhana, kebutuhan energi relatif lebih kecil dibandingkan lumpur aktif, serta relatif tidak menimbulkan buih. Sedangkan di Tirto Asri menggunakan sistem lumpur aktif dan ABR, namun menghasilkan kualitas effluent yang bagus, dikarenakan dari inlet sudah diatur air limbah yang masuk ke pengolahan ialah air sisa cucian dan mandi saja. Bedanya dengan IPAL Mendiro ialah bahwa semua air limbah sisa buangan dimasukkan ke dalam pengolahan, sehingga sedimen yang dihasilkan lebih banyak setiap harinya.

Untuk effluent di IPAL Mendiro dibuat lebih dekat dengan aliran sungai sehingga sedikit sulit untuk dijangkau pengambilan sampel dan kondisi jalan letaknya dalam semak-semak dan harus turun ke sungai. Untuk IPAL Tirto Asri letak effluent disatukan dengan kolam dan debitnya sangat kecil sekali, sehingga harus menunggu waktu yang lama untuk pengambilan sampel. Berikut gambar keadaan inlet dan outlet IPAL Mendiro dan IPAL Tirto Asri.



Sumber: Foto Pribadi

Gambar 4.1 Inlet dan Outlet IPAL Mendiro dan Tirto Asri

## 4.2 Data Hasil Pengujian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa uji kualitas dari beberapa parameter untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan standar di peraturan. Terutama dengan mengetahui besarnya debit air limbah yang keluar selama proses sampling. Untuk proses sampling dan perhitungan debit menggunakan rumus volume air limbah dibagi dengan kecepatan air yang masuk ke dalam wadah. Oleh karena itu didapatkan rata-rata dari debit inlet IPAL Mendiro ialah 0.8 L/s dan outletnya sebesar 0.24 L/s. Sedangkan untuk debit di IPAL Tirto Asri, inletnya sebesar 0,37 L/s dan outletnya sebesar 0.06 L/s. Dari data tersebut diketahui bahwa untuk debit pada outlet, lebih cepat dibandingkan dengan inlet, hal ini dikarenakan jumlah air limbah yang masuk ke inlet setiap harinya tidak selalu sama, namun untuk outletnya tetap stabil karena pengolahannya telah melalui perhitungan sesuai dengan teknologi yang digunakan.

Untuk pengujian parameter TSS, TDS, BOD dan COD di laboratorium dengan prosedur pengujian sesuai standar yang telah ditetapkan. Adapun data hasil pengujian di laboratorium untuk tiap parameter dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

### 4.2.1 Data Hasil Pengujian IPAL Mendiro dan Ipal Tirto Asri

#### 1. Data Hasil Pengujian Kualitas IPAL Mendiro dan Tirto Asri

Pada pengujian setiap parameter, sampel air yang digunakan ialah sampel inlet dan outlet pada IPAL Mendiro dan IPAL Tirto Asri. Sampel yang diambil untuk parameter TSS dan TDS dilakukan pengujian setelah pengukuran dari alat clarity meter. Sedangkan untuk parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD), langsung dilakukan pengujian karena untuk mengurangi

kontaminasi sampel. Alat clarity meter yang digunakan ialah dengan dua diameter yang berbeda, karena untuk melihat akurasi atau kevalidan dari pengujian sampel pada alat. Berikut data hasil pengujian parameter TSS, TDS, BOD dan COD.

Tabel 4.1 Karakteristik Air Limbah Inlet dan Outlet IPAL Mendiro

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)

Pengujian karakteristik dilakukan pada influen dan efluen IPAL Komunal. Hasil pengujian menunjukkan nilai yang sangat bervariasi pada setiap parameter. Untuk nilai Nilai TSS hasil pengujian influen IPAL Mendiro berada pada kisaran 0 – 780 mg/L, sedangkan untuk efluen berkisar antara 176 – 942 mg/L. Hasil pengujian nilai TDS pada influen IPAL Mendiro berada pada kisaran 270.5 – 570 mg/L, sedangkan untuk efluen berkisar antara 363 – 581 mg/L. Hasil pengujian nilai BOD untuk influen berkisar antara 10.45 – 37.82 mg/L, sedangkan untuk efluen berkisar antara 0.01 – 3.91 mg/L. Untuk parameter COD memiliki nilai influen berkisar antara 115 – 372.5 mg/L, sedangkan untuk efluen berkisar antara 30 – 97.5 mg/L. Hasil pengujian yang bervariasi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya ialah perbedaan debit yang masuk setiap waktu. Dan dari data diatas, dapat dilihat ada penurunan nilai pada inlet ke outlet.

Selanjutnya ialah karakteristik IPAL Tirto Asri dari hasil pengujian di laboratorium, bisa dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Karakteristik Air Limbah Inlet dan Outlet IPAL Tirto Asri

Sumber : Hasil Pengujian (September-Oktober 2020)

Tanggal	DATA INLET (mg/L)				DATA OUTLET (mg/L)			
	TSS	TDS	BOD	COD	TSS	TDS	BOD	COD
9/11/2020	272	430	22.27	130	248	581	0.01	-22.5
9/16/2020	440	378	15.88	210	228	476	-0.01	45
9/23/2020	356	570	25.44	372.5	176	363	-1.58	52.5
9/24/2020	284	415	19.06	285	320	393	-1.60	97.5
9/30/2020	0	373	16.25	197.5	-180	479	1.17	95
10/1/2020	120	418	27.83	235	-48	465	-1.98	30
10/8/2020	344	406.5	37.82	252.5	942	506	-1.15	56.25
10/14/2020	456	455.5	29.69	258.75	206	502.5	3.91	76.25
10/21/2020	556	470	15.63	282.5	244	390.5	1.01	81.25
10/22/2020	694	452.5	17.64	256.25	726	381.5	1.69	33.75
11/4/2020	780	415	10.45	302.5	700	413.5	0.64	51.25
11/5/2020	286	270.5	16.33	115	230	480	1.30	72.5

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai konsentrasi inlet untuk parameter TDS berkisar antara 280 – 425.5 mg/L, sedangkan untuk outlet berkisar antara 174 – 453.5 mg/L. Untuk parameter TSS, konsentrasi inlet berkisar antara 8 – 800 mg/L, sedangkan untuk outletnya berkisar antara 32 – 572 mg/L. Konsentrasi COD untuk inlet berkisar antara 47.5 – 568.75 mg/L, sedangkan untuk konsentrasi outlet berkisar antara 30 – 167.5 mg/L. Dan untuk inlet parameter BOD berkisar antara 6.37 – 45.01 mg/L, sedangkan untuk konsentrasi outlet berkisar antara 0.77 – 20.38 mg/L. Dari data tersebut, untuk konsentrasi setiap parameter tidak selalu konstan, jumlah air limbah yang masuk dan dari hasil pengolahan, jumlah debitnya tidak selalu sama. Faktor terjadi hujan juga mempengaruhi hasil outlet dari proses pengolahan air limbah.

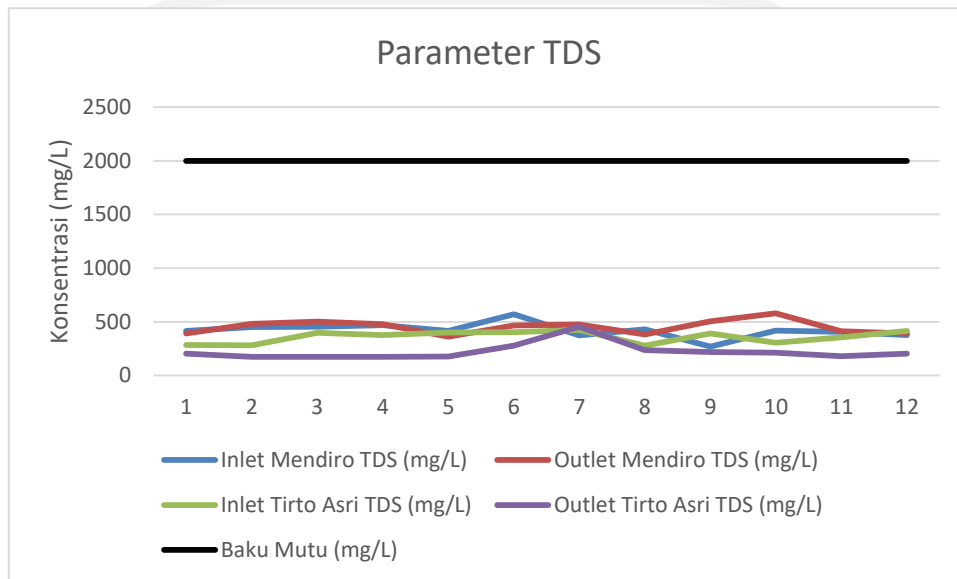
Berdasarkan tabel 4.1 dan 4.2 dapat diketahui rata-rata untuk setiap parameter inlet dan outlet pada IPAL Mendiro dan Tirto Asri. Untuk Inlet pada IPAL Mendiro parameter TSS memiliki rata-rata 382.33 mg/L, sedangkan outletnya memiliki rata-rata sebesar 324 mg/L. Untuk parameter TDS memiliki nilai rata-rata inlet sebesar 421.16 mg/L dan untuk outletnya sebesar 450.45 mg/L. Untuk parameter COD memiliki konsentrasi inlet sebesar 241.45 mg/L, sedangkan outletnya memiliki konsentrasi sebesar 56.70 mg/L. Pada parameter BOD memiliki konsentrasi inlet sebesar 21.19 mg/L, dan konsentrasi outlet sebesar 0.31 mg/L.

IPAL Tirto Asri memiliki konsentrasi TSS inlet dan outlet sebesar 268.5 mg/L dan 194.36 mg/L. Untuk parameter TDS memiliki konsentrasi inlet dan outlet sebesar 359.5 mg/L dan 225.72 mg/L. Sedangkan untuk parameter COD memiliki konsentrasi inlet dan outlet sebesar 281.04 mg/L dan 69.88 mg/L. Untuk parameter BOD memiliki konsentrasi inlet dan outlet sebesar 29.66 mg/L dan 7.98 mg/L. Dari kedua IPAL ini, bisa dilihat adanya perubahan yang sangat signifikan dari inlet ke outlet. Dan ada yang hasilnya negatif disebabkan karena ada bahan organik lain atau zat pencemar yang masuk kedalam sampel air limbah.

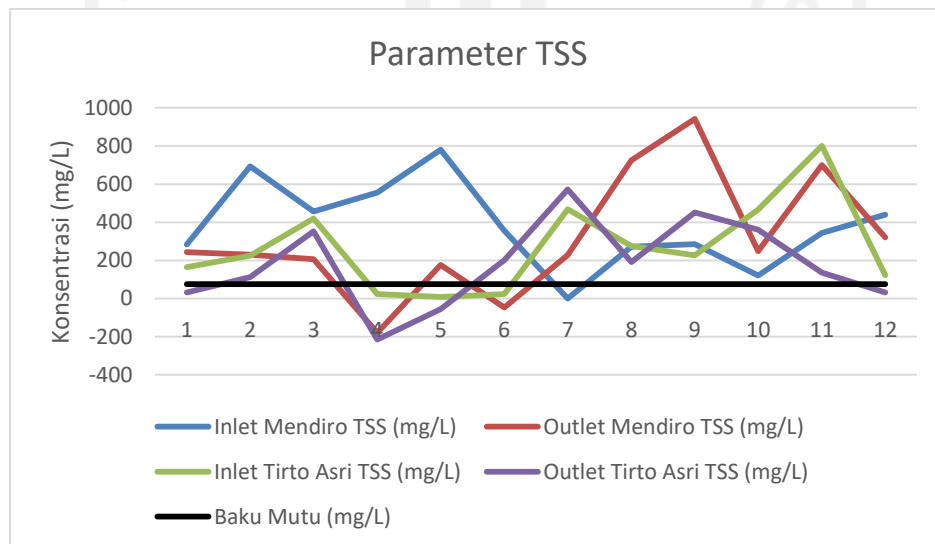
Dari data diatas memiliki data negatif dan parameter TSS memiliki nilai nol disebabkan karena waktu sampling musim hujan dan kurang pengkondisian pada kertas saring untuk proses pengujian.

## 2. Perbandingan Analisis Kualitas Air Limbah dengan Baku Mutu

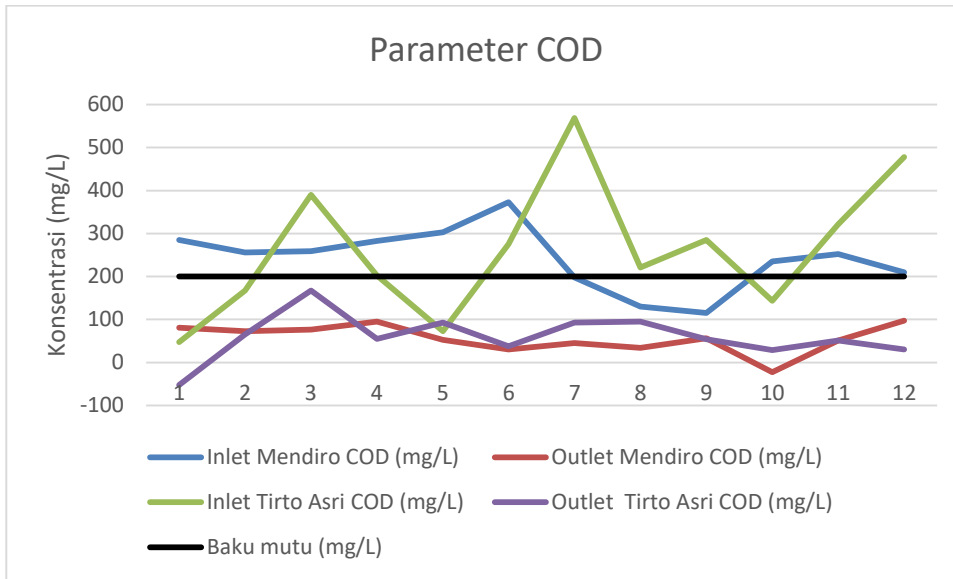
Dari hasil pengujian pada tabel 4.1 dan 4.2 dapat dibandingkan dengan standar baku mutu Perda DIY no. 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah. Hal ini menjadi dasar evaluasi terhadap removal kualitas air limbah. Perbedaan kualitas dari influen ke effluent tergantung dari jumlah air limbah yang dihasilkan serta aktivitas masyarakat di rumah lebih dominan pada pagi hari. Untuk melihat rentan perbandingan antara kualitas per parameter dengan baku mutu, dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



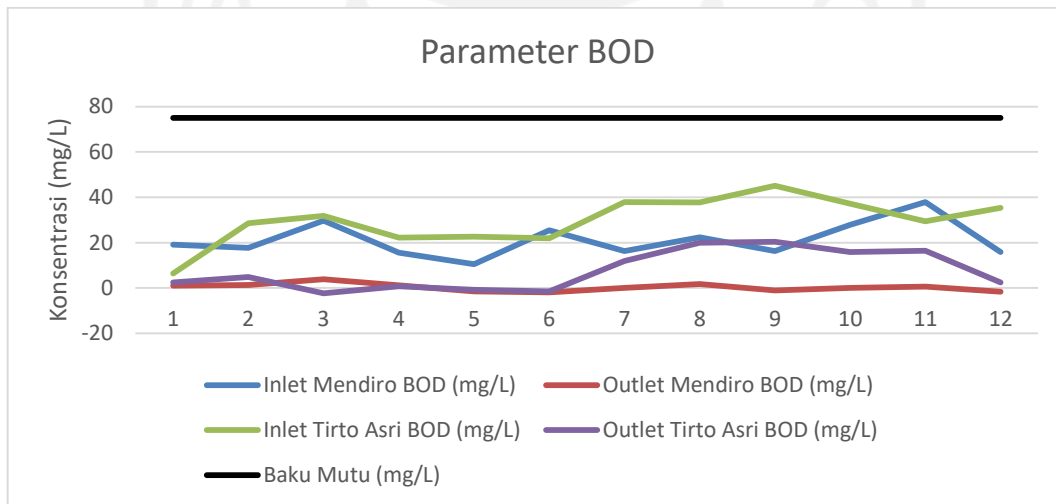
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Kualitas Parameter TDS dengan Baku Mutu



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Kualitas Parameter TSS dengan Baku Mutu



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Kualitas Parameter COD dengan Baku Mutu



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Kualitas Parameter BOD dengan Baku Mutu

Pada grafik diatas terlihat ada 12 data yang telah diolah dan dijadikan perbandingan dengan baku mutu. Untuk keterangan setiap gambar dapat diuraikan dibawah ini.

1. Pada gambar 4.2 merupakan parameter TDS, dimana menjadi acuan atau pendukung untuk dikorelasikan dengan parameter TSS. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa kualitas influen dan efluen telah memenuhi standar baku mutu Perda DIY No.7 tahun 2016. Untuk nilai maksimum parameter TDS untuk inlet Mendiro sebesar 570 mg/L dengan nilai minimum 270 mg/L, sedangkan untuk outlet mendiro memiliki nilai maksimum 581 dan nilai minimum sebesar 363 mg/L. Sedangkan untuk inlet IPAL Tirto Asri memiliki nilai maksimum sebesar 425.5 mg/L dan kadar minimum sebesar 277.5 mg/L dan untuk outlet IPAL Tirto Asri memiliki nilai kadar maksimum



sebesar 453.5 dan kadar minimum sebesar 174 mg/L. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa setiap sampling hasil pengujian tidak menunjukkan adanya kenaikan kualitas IPAL kecuali pada kadar minimum IPAL Tirto Asri. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor terutama pengambil sampel ketika musim hujan dan sampel yang digunakan hasil dari running alat, konsentrasinya mengalami perubahan. Secara keseluruhan efisiensi pengolahan IPAL Mendiro untuk parameter TDS sebesar 0.9% sedangkan untuk IPAL Tirto Asri sebesar 1.6%.

2. Pada gambar 4.3 adalah parameter TSS yang merupakan padatan kecil yang terlihat oleh mata dan mempengaruhi kekeruhan pada air limbah karena tidak terlarut dan tidak bisa langsung mengendap. Padatan yang tersuspensi ini dapat mempengaruhi cahaya yang masuk ke air. Pengujian kadar TSS ini dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri dan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) secara menyeluruh telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan oleh Peraturan Daerah DIY No.7 tahun 2016 dengan standar bakunya sebesar 75 mg/L. Dilihat pada Gambar 4.2 grafik perbandingan hasil uji TSS dengan baku mutu IPAL Mendiro selama 12 kali, tergolong masih tidak aman karena ada beberapa sampel yang melebihi baku mutu baik IPAL Mendiro maupun Tirto Asri. Untuk parameter TSS sendiri sering sekali berubah sesuai dengan banyaknya aktivitas masyarakat di rumah, dan hampir semua orang melakukan BAB pada pagi hari. Secara keseluruhan untuk parameter TSS IPAL Mendiro sebesar 1.1% dan untuk IPAL Tirto Asri sebesar 0.6%.
3. Pada gambar 4.4 adalah parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang merupakan banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh senyawa organik untuk mendegradasi dalam air. Sampel untuk pengujian parameter COD dilakukan secara langsung tanpa dilakukan running alat terlebih dahulu, yang bertujuan agar kadar oksigen yang ada dalam sampel tidak terganggu. Untuk standar parameter COD sesuai Perda DIY no.7 tahun 2016 sebesar 200 mg/L dan untuk outlet kedua IPAL telah memenuhi standar baku mutu. Dengan kadar maksimum Inlet Mendiro sebesar 372.5 mg/L dan kadar minimum sebesar 115 mg/L, sedangkan outletnya memiliki kadar maksimum sebesar 97.5 dan kadar minimum sebesar -22.5. Untuk kadar maksimum Inlet IPAL Tirto Asri 568.75 mg/L dan kadar minimum sebesar 47.5. Adanya nilai mines (negatif) pada hasil pengujian dikarenakan terganggunya sampel dan bahan kimia untuk pengujian ada yang tercampur dengan bahan lain. Secara keseluruhan IPAL Mendiro memiliki efisiensi pengolahan sebesar 0.19%, sedangkan untuk IPAL Tirto Asri sebesar 0.22%.
4. Pada gambar 4.5 adalah parameter BOD yang merupakan kebutuhan oksigen dalam air untuk mikroorganisme aerobik menguraikan bahan organik di dalam limbah. Parameter BOD tidak dilakukan pada uji running alat, melainkan langsung dilakukan pengujian. Hal ini sama dengan parameter COD guna menjaga kadar oksigen yang ada dalam sampel air. Menurut Perda DIY no.7 tahun 2016 untuk kadar BOD yang diperbolehkan sebesar 75 mg/L. Dapat lihat pada gambar tersebut bahwa parameter BOD telah memenuhi standar

baku mutu. Namun ada data yang negative, hal ini disebabkan karena cahaya matahari yang masuk ke dalam sampel sehingga ada mikroorganisme yang terurai dan tidak terbaca dalam proses pengujian. Untuk efisiensi pengolahan secara keseluruhan IPAL Mendiro sebesar 0.01%, sedangkan untuk IPAL Tirta Asri sebesar 0.25%.

#### 4.4 Analisis Hubungan Tinggi Kecerahan Disk dengan Parameter Uji

##### 4.4.1 Hasil Pengujian Tinggi Kecerahan dengan Parameter Uji

Hasil pengujian parameter fisik dan kimia akan dianalisis pengaruhnya terhadap tinggi kecerahan *Secchi disc*. Berikut ini adalah hasil pengujian karakteristik air limbah pada influen dan efluen dengan tinggi kecerahan dari cakram hitam. Untuk hasil pengujian tinggi kecerahan cakram dengan parameter IPAL mendiro, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alat Clarity Meter pada Inlet IPAL Mendiro

Tinggi Kecerahan (cm)		Parameter Uji (mg/L)			
Pipa Besar	Pipa Kecil	TDS	TSS	COD	BOD
87	9	415	284	285	19.06
51.5	9.25	452.5	694	256.25	17.64
64.5	9.5	455.5	456	258.75	29.69
65.5	9.5	470	556	282.5	15.63
87	9.5	415	780	302.5	10.45
69.5	10	570	356	372.5	25.44
59.5	13	373	0	197.5	16.25
100	14.5	430	272	130	22.27
58.5	15	270.5	286	115	16.33
69	15.5	418	120	235	27.83
63	16	406.5	344	252.5	37.82
48.5	17.3	378	440	210	15.88

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Alat Clarity Meter pada Outlet IPAL Mendiro

Tinggi Kecerahan (cm)		Parameter Uji (mg/L)			
Pipa Besar	Pipa Kecil	TDS	TSS	COD	BOD
62.25	33.5	390.5	244	81.25	1.01
59.25	35.65	480	230	72.5	1.30
64.4	51.5	502.5	206	76.25	3.91
59.5	54	479	-180	95	1.17
69.5	57	363	176	52.5	-1.58
69	58	465	-48	30	-1.98
48.5	59.3	476	228	45	-0.01

50.75	61.75	381.5	726	33.75	1.69
64.5	79.5	506	942	56.25	-1.15
100	81	581	248	-22.5	0.01
51.75	86.05	413.5	700	51.25	0.64
87	90.4	393	320	97.5	-1.60

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Pada tabel 4.4 merupakan hasil pengujian dari inlet IPAL mendiro, dimana untuk fluktuasi ketinggian kecerahan setiap pengambilan sampel tidak selalu naik ataupun turun, hal ini disebabkan karena faktor kurangnya perawatan dan pengurasan pada IPAL serta masuknya air hujan ke dalam IPAL. Pengambilan sampel uji dilaksanakan 12 kali sampling untuk mendapatkan hasil yang akurat atau sesuai dengan teori. Untuk pipa yang berdiameter kecil pada inlet IPAL Mendiro memiliki kisaran tinggi kecerahan disk sebesar 9 – 17.3 cm, sedangkan untuk pipa yang berdiameter besar memiliki tinggi kecerahan disk yang berkisar antara 51.5 – 100 cm. Sedangkan pada tabel 4.5 merupakan hasil pengujian dari outlet IPAL Mendiro dengan pipa berdiameter kecil memiliki tinggi kecerahan yang berkisar antara 33.5 – 90.4 cm, sedangkan untuk pipa yang berdiameter besar memiliki tinggi kecerahan berkisar antara 48.5 – 100 cm.

Untuk IPAL Tirto Asri dilakukan 12 kali sampling, untuk hasil pengujian terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat Clarity Meter pada Inlet IPAL Tirto Asri

Tinggi Kecerahan (cm)		Parameter Uji (mg/L)			
Pipa Besar	Pipa Kecil	TDS	TSS	COD	BOD
9	10	284	164	47.5	6.37
10	13	280	224	167.5	28.59
7	11	398	420	390	31.8
10	14	378	24	202.5	22.24
15.5	9	402	8	72.5	22.61
12.5	11	403	24	275	21.87
5.50	8.50	425.5	468	568.75	37.82
10.50	9.50	277.5	276	221.25	37.69
8.75	8.25	392	226	285	45.01
13.75	13.00	305.5	466	143.75	37.23
8.00	7.50	355	800	321.25	29.38
7.00	8.75	416.5	122	477.5	35.26

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Alat Clarity Meter pada Outlet IPAL Tirto Asri

Tinggi Kecerahan (cm)		Parameter Uji (mg/L)			
Pipa Besar	Pipa Kecil	TDS	TSS	COD	BOD

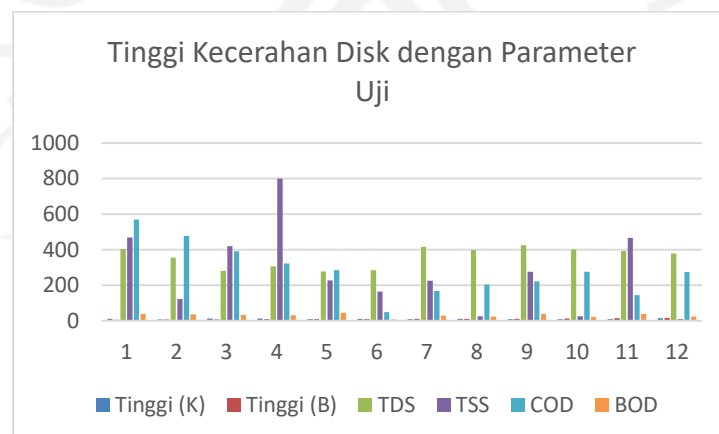
99.5	75.5	205	32	-52.5	2.38
58	76	174	112	65	4.78
68	76	174	352	167.5	-2.39
80	70.5	175	-216	55	0.77
63.5	64.5	176	-56	92.5	-0.79
47	175	279	202	37.5	-1.55
13	13.25	453.5	572	92.5	11.89
52.75	42.5	237	192	95	19.96
71	59.75	218	452	53.75	20.38
87.5	84.5	213	360	28.75	15.86
140	102.75	178.5	136	51.25	16.45
99.5	75.5	205	32	30	2.38

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Pada tabel 4.6 dapat dilihat nilai tinggi kecerahan pada pipa yang berdiameter kecil berkisar dari 5.50 cm sampai 13.75 cm, sedangkan untuk tinggi kecerahan pada pipa yang besar memiliki nilai yang berkisar dari 7.50 cm sampai 13.00 cm. Sedangkan untuk tinggi kecerahan pipa yang besar memiliki nilai yang berkisar antara 13 cm sampai 140 cm, sedangkan untuk pipa yang kecil memiliki tinggi kecerahan disk yang berkisar antara 13.25 cm sampai 102.75 cm. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, masih banyak yang tidak sesuai. Pada penelitian paul, dijelaskan bahwa semakin tinggi nilai TSS maka nilai tinggi kecerahan semakin kecil.

#### 4.4.2 Analisis Deskriptif Hasil Pengujian IPAL Mendo dan Tirto Asri dengan Tinggi Kecerdahan Disk

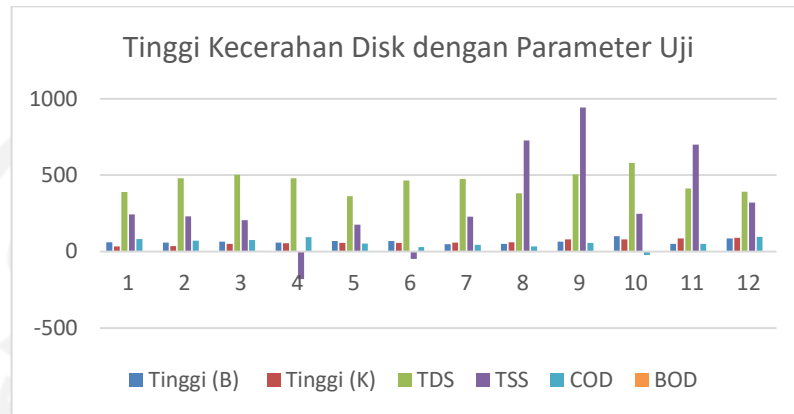
Hasil pengujian parameter fisik dan kimia yang diperoleh analisis pengaruhnya terhadap tinggi kekeruhan dari hasil pembacaan secara visual. Berikut ini adalah hasil pengujian karakteristik air limbah pada influen dan efluen dengan tinggi kecerahan disk.



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Laboratorium Inlet Mendo

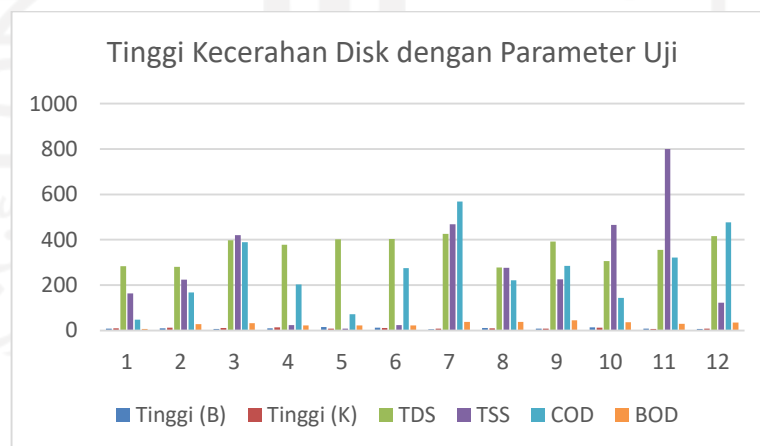
Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian dari IPAL mendo, dimana untuk fluktuasi tinggi kecerahan disk setiap pengambilan sampel tidak selalu naik ataupun

turun, hal ini disebabkan karena faktor kurangnya perawatan dan pengurasan pada IPAL serta masuknya air hujan ke dalam IPAL. Oleh sebab itu untuk kegiatan sampling sangat perlu memperhatikan cuaca dan keadaan lingkungan. Berikutnya ialah hasil pengujian dari IPAL Tirto Asri yang menjadi pembandingan dalam analisis karakteristik IPAL Mendirol. Dengan nilai standar deviasi Untuk pengujian outlet IPAL Mendirol bisa dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Hasil Pengujian Laboratorium Outlet Mendirol

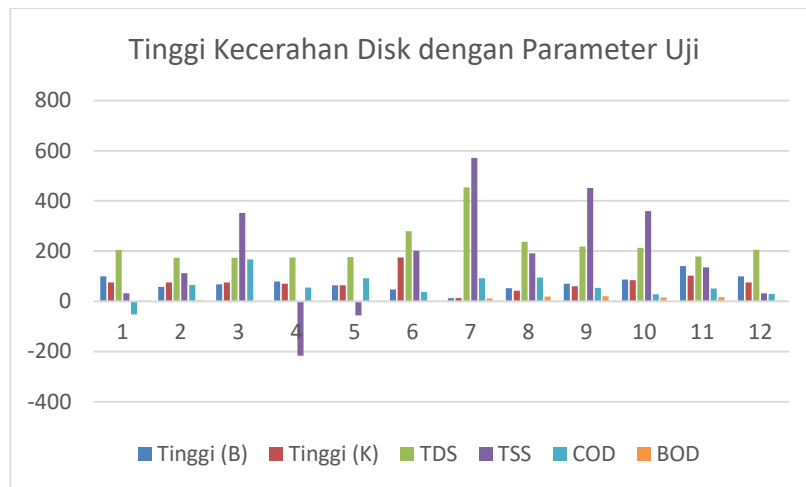
Pada gambar 4.7 dapat diketahui bahwa ada data setiap pengujian sampel air dan hasil pengukuran tinggi kecerahan disk, tidak selalu setara saling mengikuti seperti pada penelitian Paul, dkk dimana tinggi kecerahan disk selalu mengikuti alur fluktuasi parameter uji. Pada hasil analisis diatas, dapat diketahui bahwa ada grafik yang menuju ke arah negative, hal ini disebabkan karena beberapa faktor terutama pada saat pengujian ada bahan kimia yang sudah terkontaminasi sehingga mengganggu dari hasil sampel yang diujikan. Untuk IPAL Tirto Asri dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Hasil Pengujian Laboratorium Inlet Tirto Asri

Pada Gambar 4.8 dapat kita ketahui bahwa tinggi kecerahan disks tidak selalu mengikuti tingginya nilai semua parameter. Tinggi kecerahan disk pada pipa yang besar memiliki rentan nilai dari 5.50 cm sampai 13.75 cm, sedangkan untuk tinggi kecerahan disk pada pipa yang kecil memiliki tinggi yang berkisar

dari 7.50 cm sampai 13.00 cm. Selanjutnya ialah tinggi kecerahan disk pada outlet IPAL Tirto Asri bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.9 Hasil Pengujian Laboratorium Outlet Tirto Asri

Pada gambar 4.9 untuk tinggi kecerahan disk pada pipa yang besar memiliki nilai yang berkisar antara 13 cm sampai 140 cm, sedangkan untuk pipa yang kecil memiliki tinggi kecerahan disk yang berkisar antara 13.25 cm sampai 102.75 cm. Untuk melihat secara deskriptif penyebaran data, dapat dirangkum dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Analisis Deskriptif IPAL Mendiro

Parameter Uji	Mean (mg/L)	Standar Deviasi	Jumlah Sampel
<b>Inlet Mendiro</b>			
TSS	382.33	212.61	12
TDS	421.16	67.05	12
COD	241.45	68.61	12
BOD	21.19	7.37	12
<b>Outlet Mendiro</b>			
TSS	324	321.1	12
TDS	450.45	64.24	12
COD	56.7	32.92	12
BOD	0.31	1.7	12

Sumber : Analisis Pribadi

Tabel 4.8 Analisis Deskriptif IPAL Tirto Asri

Parameter Uji	Mean (mg/L)	Standar Deviasi	Jumlah Sampel

<b>Inlet Tirto Asri</b>			
TSS	359.75	54.66	12
TDS	268.5	225.07	12
COD	264.37	150.3	12
BOD	29.65	9.87	12
<b>Outlet Tirto Asri</b>			
TSS	224	75.56	12
TDS	180.83	214.69	12
COD	59.68	50.08	12
BOD	7.51	8.38	12

Sumber : Analisis Pribadi

Pada tabel diatas dapat diketahui bahwa untuk parameter TDS IPAL Mendiro untuk inlet ke outlet tidak mengalami perubahan kualitas. Sedangkan untuk semua parameter uji baik IPAL Mendiro dan Tirto Asri mengalami penurunan. Sesuai dengan teori di buku Metclaf & Eddy bahwa parameter biologis untuk air limbah, mengalami kenaikan kualitas.

#### 4.4.3 Analisis Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan pengujian yang digunakan untuk menguji kelayakan model regresi. Uji asumsi klasik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji normalitas, uji multikolinearitas, dan uji autokorelasi.

##### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menguji dan mengetahui apakah dalam model regresi, variabel pengganggu (residual) berdistribusi normal atau tidak (Ghozali, 2018). Model regresi yang baik menggunakan data yang terdistribusi normal. Uji normalitas yang akan diaplikasikan pada penelitian ini adalah Kolmogorov-smirnov. Data residual yang dikatakan berdistribusi normal adalah yang nilai Asymp. sig. (2-tailed) > level of significant ( $\alpha$ ) = 5%. Berikut hasil analisis normalitas untuk keseluruhan IPAL baik inlet maupun outlet.

Tabel 4.9 Analisis Kolmogorov-Smirnov Test Diameter Pipa dengan Parameter Uji

	<b>Kolmogorov-Smirnov Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
<b>Inlet Mendiro</b>		
Pipa Diameter Kecil	0.703	0.706
Pipa Diameter Besar	0.528	0.943
<b>Outlet Mendiro</b>		
Pipa Diameter Kecil	0.524	0.946
Pipa Diameter Besar	0.415	0.995
<b>Inlet Tirto Asri</b>		
Pipa Diameter Kecil	0.508	0.959
Pipa Diameter Besar	0.793	0.556

Outlet Tirto Asri		
Pipa Diameter Kecil	0.601	0.863
Pipa Diameter Besar	0.96	0.316

Sumber : Analisis SPSS

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa data antara diameter pipa dengan seluruh parameter uji terdistribusi normal. Hal ini dapat dilihat pada hasil uji normalitas pada tabel 4.9 lebih besar dari 0.05 yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Namun ada satu data pada pipa berdiameter kecil inlet tirto Asri yang tidak memenuhi standar uji normalitas.

## 2. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel independen (Ghozali, 2018). Model regresi dikatakan baik jika tidak terjadi korelasi diantara variabel independen. Ada atau tidaknya multikolinearitas dapat dilihat dari nilai *tolerance* dan *variance inflation factor* (VIF). Jika nilai *tolerance* > 0.10 dan nilai VIF < 10 maka dikatakan tidak terjadi multikolinearitas. Hasil uji multikolinearitas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.10 Hasil Uji Multikolinearitas IPAL Mendiro

No	Model	Tolerance	VIF
Inlet IPAL Mendiro			
1	TDS	0.353	2.832
	TSS	0.7	1.428
	COD	0.345	2.9
	BOD	0.763	1.31
Dependent Variable : Pipa Diameter Besar			
2	TDS	0.353	2.832
	TSS	0.7	1.428
	COD	0.345	2.9
	BOD	0.763	1.31
Dependent Variable : Pipa Diameter Kecil			
Outlet IPAL Mendiro			
1	TDS	0.704	1.421
	TSS	0.914	1.094
	COD	0.69	1.45
	BOD	0.874	1.144
Dependent Variable : Pipa Diameter Besar			
2	TDS	0.704	1.421



	TSS	0.914	1.094
	COD	0.69	1.45
	BOD	0.874	1.144
Dependent Variable : Pipa Diameter Kecil			

Sumber : Analisis SPSS

Tabel 4.11 Hasil Uji Multikolinieritas IPAL Tirto Asri

No	Model	Tolerance	VIF
Inlet IPAL Tirto Asri			
1	TDS	0.446	2.244
	TSS	0.649	1.54
	COD	0.331	3.017
	BOD	0.649	1.54
Dependent Variable : Pipa Diameter Besar			
2	TDS	0.446	2.244
	TSS	0.649	1.54
	COD	0.331	3.017
	BOD	0.649	1.54
Dependent Variable : Pipa Diameter Kecil			
Outlet Tirto Asri			
1	TDS	0.578	1.731
	TSS	0.39	2.566
	COD	0.821	1.218
	BOD	0.677	1.477
Dependent Variable : Pipa Diameter Besar			
2	TDS	0.578	1.731
	TSS	0.39	2.566
	COD	0.821	1.218
	BOD	0.677	1.477
Dependent Variable : Pipa Diameter Kecil			

Sumber : Analisis SPSS

Pada tabel hasil pengujian uji multikolinieritas diatas diperoleh nilai tolerance semua variabel independen  $> 0,10$  dan nilai Variance Inflation Factor (VIF)  $< 10$  sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinieritas pada model regresi.

### 3. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi linear ada korelasi antara kesalahan pengganggu pada periode  $t$  dengan kesalahan pengganggu pada periode  $t-1$  (sebelumnya). Untuk mendeteksi ada tidaknya autokorelasi yaitu dengan cara melakukan uji Durbin – Watson (DW test) (Ghozali,2018). Dikatakan tidak terdapat autokorelasi jika nilai  $DW > DU$  dan  $(4-DU) > DW$  atau bisa dinotasikan dengan  $DU < DW < (4-DU)$ . Hasil uji autokorelasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.12 Uji Autokorelasi IPAL Mendiro

No	R	R Square	Adjusted R Square	Durbin-Watson
<b>Inlet Mendiro</b>				
1	.307 <sup>a</sup>	0.094	-0.423	2.405
	a. Predictors: BOD, COD, TSS, TDS			
	Dependent Variable: Pipa diameter besar			
2	.754 <sup>a</sup>	0.568	0.321	0.827
	a. Predictors: (Constant), BOD, COD, TSS, TDS			
	Dependent Variable: Pipa diameter kecil			
<b>Outlet Mendiro</b>				
1	.589 <sup>a</sup>	0.347	-0.026	1.994
	a. Predictors: BOD, COD, TSS, TDS			
	Dependent Variable: Pipa diameter besar			
2	.679 <sup>a</sup>	0.461	0.152	0.821
	a. Predictors: (Constant), BOD, COD, TSS, TDS			
	Dependent Variable: Pipa diameter kecil			

Sumber : Analisis SPSS

Tabel 4.13 Uji Autokorelasi IPAL Tirto Asri

No	R	R Square	Adjusted R Square	Durbin-Watson
<b>Inlet Tirto Asri</b>				
1	.859 <sup>a</sup>	0.738	0.589	2.183
	a. Predictors: BOD, COD, TSS, TDS			
	Dependent Variable: Pipa diameter besar			
2	.504 <sup>a</sup>	0.254	-0.173	2.046
	a. Predictors: (Constant), BOD, COD, TSS, TDS			
	Dependent Variable: Pipa diameter kecil			
<b>Outlet Tirto Asri</b>				
1	.800 <sup>a</sup>	0.64	0.434	1.624
	a. Predictors: BOD, COD, TSS, TDS			
	Dependent Variable: Pipa diameter besar			
2	.561 <sup>a</sup>	0.315	-0.076	2.445
	a. Predictors: (Constant), BOD, COD, TSS, TDS			

Sumber: Analisis SPSS

Uji autokorelasi diperoleh nilai *Durbin Watson* (DW) sebesar 1,959. Untuk memperoleh nilai DU dapat dilihat pada tabel Durbin Watson, dimana jumlah sampel (n) yaitu 12 dan jumlah variabel (k) yaitu 4 maka diperoleh nilai DU sebesar 2.1766 dan dL sebesar 0.5120. Jadi dari hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh nilai DW untuk IPAL Mendo lebih kecil dari nilai DU, sedangkan untuk IPAL Tirto Asri yang lebih dari batas atas (du) yaitu pada inlet dengan diameter pipa yang kecil sebesar 2.183 dan pada outlet pada diameter pipa yang kecil dengan nilai DW nya sebesar 2.445. Sehingga untuk nilai 4-DU ( $4-2.1766$ ) dapat dinotasikan  $2.1766 > 2.183 < (4-2.1766)$  dan  $2.1766 > 2.445 < (4-2.1766)$  dan dapat disimpulkan bahwa data yang dianalisis terjadi analisis autokorelasi.

#### 4.4.4 Uji Hipotesis

##### 1. Uji Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) merupakan ukuran untuk mengetahui kesesuaian atau ketepatan hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen dalam suatu persamaan regresi. Bagaimana kemampuan variabel X (variabel independen) mempengaruhi variabel Y (variabel dependen). Semakin besar koefisien determinasi menunjukkan semakin baik kemampuan X menerangkan Y. Nilai akan berkisar 0 sampai 1.

Apabila nilai=1 menunjukkan bahwa 100% total variasi diterangkan oleh varian persamaan regresi, atau variabel X1 dan X2 mampu menerangkan variabel Y sebesar 100%. Sebaliknya, apabila nilai=0, maka menunjukkan bahwa tidak ada total varian yang diterangkan oleh varian bebas dari persamaan regresi baik X1 maupun X2. Seberapa besar nilai  $R^2$  dikatakan baik atau kuat menurut Lind: nilai koefisien determinasi lebih dari 0.5 dikatakan sedang dan kurang dari 0.5 relatif kurang baik. Apabila mendapatkan koefisien determinasi kurang dari 0.5 ada beberapa penyebab yang mungkin salah satu diantaranya adalah spesifikasi 32 model yang salah yaitu pemilihan variabel yang kurang tepat atau pengukuran yang tidak akurat.

Tabel 4.14 Nilai Koefisien R

Parameter	Diameter Pipa Besar	Diameter Pipa Kecil
<b>Inlet Mendo</b>		
TDS	0.945	0.881
TSS	0.727	0.626
COD	0.888	0.797
BOD	0.848	0.880
<b>Outlet Mendo</b>		
TDS	0.957	0.916
TSS	0.447	0.605
COD	0.664	0.635
BOD	0.008	0.002
<b>Inlet Tirto Asri</b>		
TDS	0.884	0.921

TSS	0.441	0.508
COD	0.537	0.664
BOD	0.793	0.839
<b>Outlet Tirto Asri</b>		
TDS	0.628	0.662
TSS	0.221	0.254
COD	0.362	0.376
BOD	0.410	0.234

Sumber : Analisis Pribadi

Melihat pada Tabel 4.13 dengan nilai korelasi tersebut menunjukkan parameter yang memiliki nilai R mendekati 1 maka hasilnya akan semakin baik. Semakin mendekati 1 maka hasil nilai diameter pipa yang besar dan kecil dianggap mempengaruhi masing-masing parameter. Pada inlet IPAL Mendiro dapat diketahui bahwa nilai parameter TDS, TSS, COD dan BOD mendekati nilai 1, yang artinya menunjukkan adanya keterkaitan antara kecerahan disk terhadap parameter uji. Sedangkan outlet Mendiro, terdapat parameter TDS dan COD yang mendekati 1 dan memiliki keterkaitan dengan tinggi kecerahan disk. Sedangkan untuk Inlet Tirto Asri dengan parameter uji TDS dan BOD yang memiliki keterkaitan, karena nilai R nya mendekati 1.

#### 4.5 Analisis Hubungan Antara Tinggi Kecerahan Disk dengan Parameter Uji

##### 4.5.1 Analisis korelasi antara tinggi kecerahan disk dengan parameter TSS, TDS, COD dan BOD

Sebelum melakukan analisis linear berganda, untuk memberikan hasil analisis pembuktian adanya hubungan antara kecerahan disk dengan parameter uji, maka dilakukan analisis korelasi. Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kandungan TSS, TDS, COD dan BOD terhadap tinggi kecerahan maka, penelitian ini menggunakan analisis regresi linear berganda dengan menggunakan asumsi-asumsi klasik. Sebelum membuat persamaan pada regresi linear berganda. Hal yang sangat perlu diujikan adalah uji korelasi untuk mengetahui apakah ada hubungan dari setiap variabel menggunakan analisis korelasi.

Tabel 4.15 Uji Korelasi Untuk Variabel Limbah Cair IPAL Mendiro dengan Tinggi Kecerahan Disk

<b>Inlet Mendiro Diameter Besar</b>						
		Tinggi_DB	TSS	TDS	COD	BOD
Pearson Correlation	Tinggi_DB	1	0.191	-0.02	0.028	-0.035
<b>Inlet Mendiro Diameter Besar</b>						
		Tinggi_DK	TSS	TDS	COD	BOD
Pearson Correlation	Tinggi_DK	1	0.546	-0.495	-0.632	0.268
<b>Outlet Mendiro Diameter Besar</b>						

		Tinggi_DB	TSS	TDS	COD	BOD
Pearson Correlation	Tinggi_DB	1	0.356	-0.201	-0.327	-0.365
<b>Outlet Mendo Diameter Kecil</b>						
		Tinggi_DK	TSS	TDS	COD	BOD
Pearson Correlation	Tinggi_DK	1	0.107	0.468	-0.288	-0.429

Dengan tingkat signifikansi 5% variabel Tinggi Kecerahan, TSS, TDS, COD dan BOD pada sampel yang ada gagal tolak H0. Dengan Hipotesis:

H0: Tidak ada hubungan antar dua variabel

H1: Ada hubungan antar dua variabel

Berdasarkan tabel diatas, perhitungan korelasi IPAL Mendo dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- a. Korelasi antara tinggi kecerahan diameter pipa yang kecil untuk inlet IPAL Mendo dengan parameter TSS dan COD memiliki nilai 0.191 atau 19,1% dan 0.028 atau 2,8% yang dapat dikategorikan memiliki hubungan sangat lemah. Untuk hubungannya dengan parameter TDS dengan BOD memiliki nilai -0.020 dan -0.035 yang artinya memiliki nilai yang berlawanan dan dikategorikan sangat lemah.
- b. Korelasi antara tinggi kecerahan pada diameter pipa besar untuk inlet IPAL Mendo dengan parameter TSS, TDS, dan COD memiliki nilai -0.564, -0.495, dan -0.362 yang artinya memiliki nilai berlawanan dan yang memiliki hubungan kuat ialah parameter TSS dan TDS. Sedangkan hubungan tinggi kecerahan dengan parameter BOD memiliki nilai 0.264 atau 26.4% dapat dikategorikan hubungan yang lemah.
- c. Korelasi antara tinggi kecerahan pada diameter pipa yang kecil untuk outlet IPAL Mendo dengan parameter TSS memiliki nilai 0.356 atau 35.6% dapat dikategorikan hubungan yang lemah. Sedangkan hubungannya dengan parameter TDS, COD dan BOD memiliki nilai -0.201, -0.327 dan -0.365 yang artinya memiliki nilai yang berlawanan dan dikategorikan hubungan yang lemah.
- d. Korelasi antara tinggi kecerahan pada diameter pipa yang besar untuk outlet Mendo dengan parameter TSS dan TDS memiliki nilai 0.107 atau 10.7% dan 0.168 atau 16.8% dikategorikan hubungan yang lemah. Sedangkan hubungannya dengan parameter COD dan BOD memiliki nilai -0.288 dan -0.429 yang artinya memiliki nilai yang berlawanan dan dapat dikategorikan memiliki hubungan yang lemah.

Selanjutnya ialah interpretasi nilai hasil dari analisis korelasi IPAL Tirto Asri dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.16 Uji Korelasi Untuk Variabel Limbah Cair IPAL Tirto Asri

<b>Inlet Tirto Asri Diameter Besar</b>
--

		Tinggi_DB	TSS	TDS	COD	BOD
Pearson Correlation	Tinggi_DB	1	-0.238	-0.41	-0.751	-0.243
<b>Inlet Tirta Asri Diameter Kecil</b>						
		Tinggi_DK	TSS	TDS	COD	BOD
Pearson Correlation	Tinggi_DK	1	-0.348	-0.315	-0.397	-0.242
<b>Outlet Tirta Asri Diameter Besar</b>						
		Tinggi_DB	TSS	TDS	COD	BOD
Pearson Correlation	Tinggi_DB	1	-0.676	-0.393	-0.401	0.141
<b>Outlet Tirta Asri Diameter Kecil</b>						
		Tinggi_DK	TSS	TDS	COD	BOD
Pearson Correlation	Tinggi_DK	1	-0.296	-0.238	-0.284	-0.374



Berdasarkan tabel diatas, perhitungan korelasi IPAL Tirto Asri dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- a. Korelasi antara tinggi kecerahan diameter pipa yang kecil untuk inlet IPAL Tirto Asri dengan parameter TSS, TDS, COD dan BOD memiliki nilai -0.238, -0.410, -0.751 dan -0.234 yang artinya memiliki nilai yang berlawanan dan dapat dikategorikan memiliki hubungan yang lemah kecuali parameter COD.
- b. Korelasi antara tinggi kecerahan pada diameter pipa besar untuk inlet IPAL Tirto Asri dengan parameter TSS, TDS, COD dan BOD memiliki nilai -0.348, -0.315, -0.392 dan -0.242 yang artinya memiliki nilai yang berlawanan dan dapat dikategorikan memiliki hubungan yang lemah.
- c. Korelasi antara tinggi kecerahan pada diameter pipa besar untuk outlet IPAL Tirto Asri dengan parameter TSS, TDS dan COD memiliki nilai -0.676, -0.393 dan -0.401 yang artinya memiliki nilai yang berlawanan dan dapat dikategorikan memiliki hubungan yang lemah. Sedangkan hubungannya dengan parameter BOD memiliki 0.141 atau 14.1% yang dapat dikategorikan hubungan yang lemah.
- d. Korelasi antara tinggi kecerahan pada diameter pipa yang kecil dengan parameter TSS, TDS, COD dan BOD memiliki nilai -0.296, -0.238, -0.284 dan -0.374 yang artinya memiliki nilai yang berlawanan dan dikategorikan memiliki hubungan yang lemah.

Untuk mendapatkan persamaan regresi linear berganda diperlukan pengujian yaitu uji keseluruhan (Uji F) untuk mengetahui apakah variabel TSS, TDS, COD dan BOD mempunyai pengaruh terhadap tinggi kecerahan. Maka, digunakan statistika uji nilai probabilitas sig. Tingkat signifikansi yang digunakan sebesar 5%, sehingga didapatkan keputusan pada sampel adalah tolak  $H_0$  dengan  $H_0$  sebagai berikut:

$H_0$ : Tidak ada variabel yang mempengaruhi tinggi kecerahan

$H_1$ : Minimal ada salah satu variabel yang mempengaruhi tinggi kecerahan

Sehingga, didapatkan keputusan bahwa ada salah satu atau lebih variabel yang mempengaruhi COD. Sehingga, diperlukan pengujian individual (Uji t) untuk mengetahui variabel-variabel yang sesungguhnya mempunyai pengaruh terhadap tinggi kecerahan maka perlu menguji variabel TSS, TDS, COD dan BOD pada setiap IPAL maupun diameter pipa yang digunakan. Tingkat signifikansi yang digunakan sebesar 5%.

Tabel 4.17 Uji Individual Parameter IPAL Mendiro dan Tirto Asri

Variabel	Sig	Keputusan	Keterangan
TSS	>0.05	Terima $H_0$	Tidak signifikan
TDS	>0.05	Terima $H_0$	Tidak signifikan
COD	>0.05	Terima $H_0$	Tidak signifikan
BOD	>0.05	Terima $H_0$	Tidak signifikan

Sumber : Analisis SPSS

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa untuk variabel tinggi kecerahan:

$H_0$ : Variabel terikat tidak mempengaruhi variabel bebas

$H_1$ : Tidak ada variabel yang mempengaruhi tinggi kecerahan

Sehingga tidak bisa dilanjutkan sampai analisis regresi linear berganda, hal ini dikarenakan dari segi korelasi sudah banyak kategori hubungan yang lemah dan ketika uji korelasi nilai signifikannya lebih dari 0.05.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan analisis serta pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Kualitas air limbah pada IPAL Mendo dan Tirta Asri tidak melebihi standar baku mutu Peraturan Daerah Yogyakarta No.7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk kegiatan IPAL Domestik Komunal, kecuali parameter TSS dengan rata-rata nilai nya 324 mg/L dan 194.36 mg/L.
2. Untuk korelasi antara tinggi kecerahan dengan parameter uji dikategorikan berhubungan lemah dan tidak dapat dilakukan analisis regresi linear karena pada uji hipotesis, nilai signifikan diatas 0.05 dan hasil uji H0 diterima.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dari analisis dan pembahasan, maka diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Menjaga sampel air limbah agar tidak ada zat pengganggu
2. Perlu adanya pengujian terhadap variabel-variabel atau faktor-faktor yang mempengaruhi lainnya untuk limbah cair sehingga didapat model regresi yang lebih baik.
3. Menambah jumlah relawan yang membaca hasil tinggi kecerahan pada pipa
4. Pengamatan dilakukan pada satu ruangan dengan intensitas cahaya yang sama setiap proses pengujian
5. Mempertimbangkan terlebih dahulu jumlah data yang digunakan
6. Menggunakan variabel yang tidak terlalu banyak



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Aboulhassan, M.A.; Souabi, S.; Yaacoubi, A.; Baudu, M. (2006). Improvement of Paint Effluents Coagulation Using Natural and Synthetic Coagulant Aids. *Jurnal J. Hazard. Mater. Vol. 1 No. 138*, 40–45.
- Asmadi dan Suharno. (2012). *Dasar – Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Gosyen Publishing : Yogyakarta.
- Atieh Ebrahim, Ghasem D. NAjafpour, Michael Anazadeh, Mohammad Gavami. 2018. Optimization of Whey Treatment in Rotating Biological Contactor: Application of Taguchi Method. *Iranian Journal Of Energy & Environment*.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biologi Science dan Education, Vol. 4 No.1*, 83-93.
- BPS Kabupaten Sleman. (2018). *Kecamatan Sleman Dalam Angka 2018*. Sleman.
- Clescerl, Leonore S, Greenberg, Arnold E., Eaton, Andrew D. (1905). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (20th end)*. American Public Health Association, Washington, DC.
- Davis, M. L., & Cornwell, D. A. (2008). *Introduction to Environmental Engineering*. McGraw-Hill Companies, New York.
- Hubble, Roth and Clark. (2019). *Project Plan for Wastewater Treatment Plant Upgrades*. Michigan: Bloomfield Hills.
- Joanna Szulzyk-Cieplak, Aneta Tarnogórska, Zygmunt Lenik. (2018). Study on the Influence of Selected Technological Parameters of a Rotating Biological Contactor on the Degree of Liquid Aeration. *Journal of Ecological Engineering. Vol. 19. No .6*, 247– 253.
- Cathy Kilroy & Barry J. F. Biggs.2002. Use of the SHMAK clarity tube for measuring water clarity: comparison with the black disk method. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 36: 519-527
- Lukisworo, Bambang. 2011. *Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri*.
- Metcalf & Eddy, Inc. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. Boston. McGraw-Hill.
- Pal S, Das D dan Chakrab orty K. 2015. *Colour optimization of the secchi disk and assessment of the water quality in consideration of light extinction coefficient*

- of some selected water bodies at Cooch Behar, West Bengal. International Journal of Multidisciplinary Research and Development 2(3): 513-518*
- Rhoimaidhi. (2008). *Pengelolaan Sanitasi secara Terpadu Sungai Widuri : Studi Kasus Kampung Nitiprayan Yogyakarta. Tugas Akhir: Universitas Islam Indonesia*
- Robert Kurniawan and Budi Yuniarto.2016. *Analisis Regresi: Dasar Dan Penerapannya Dengan R. Jakarta: KENCANA.*
- Rongjun Su, Guangshan Zhang, Peng Wang, Shixiong Li, Ryan M. Ravenelle, John C. Crittenden. (2015). Treatment of Antibiotic Pharmaceutical Wastewater Using a Rotating Biological Contactor. *Hindawi Journal of Chemistry Vol. 2015. 1-2*
- Ronan, G., Julien, R., Romain, M., Emmanuelle, V., Catherine, M., Fabrice, N., Vincent, R. (2019). Organic Micropollutants in a Large Wastewater Treatment Plant: What are the benefits of an advanced treatment by activated carbon adsorption in comparison to conventional treatment?. *Journal of Chemosphere, Vol. 218, 1050–1060.*
- Sovell, L., S. Heiskary, and J. Anderson, 2000. *Using the Transparency Tube in Minnesota's New Citizen Stream-Monitoring Program. Proceedings of the National Water Quality Monitoring Council Conference, April 25-27, 2000, Austin, Thxas, pp. 481- 493.*
- Sudjana.2010. *Metode Statistika.* Bandung: Tarsito.
- Tang Yun-lu, Liu Dong-fang, Meng Xian-rong, Yu Jie, Wang Jin, Liu Yu-xing, Li Kexun, James Lander. (2012). *Performance of a Modified RBC System in Simulated Municipal Wastewater Treatment.* Water Science and Technology.
- Tyler, J. E., 1968. *The Secchi Disc.* Limnology and Oceanography 13:1-6
- W, Gulo. 2002. *Metode Penelitian.* Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- WHO, (2003). *Total dissolved solids in Drinking-water.* World Health Organization, Geneva, Switzerland
- World Bank: World Bank East Asia and Pacific Economic Update, April 2018: Enhancing Potential, World Bank, Washington, D.C., USA, 2017. <https://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/397256/urban-wastewater-management-indonesia.pdf> [accessed in Juni 2020]
- Yuliara, I. M. (2016). *Regresi Linier Berganda.* Denpasar: Universitas Udayana.





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Hasil Analisis P-Plot

#### 1. Inlet Mendiro pada Pipa Diameter Besar

Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	47.301	36.843		1.284	.240
TSS	.110	.133	.502	.829	.434
TDS	-.005	.030	-.078	-.180	.862
COD	-.068	.132	-.317	-.517	.621
BOD	-.312	.823	-.156	-.380	.716

a. Dependent Variable: Tinggi\_DB

#### 2. Inlet Mendiro pada Pipa Diameter Kecil

Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	19.970	5.242		3.809	.007
TSS	-.014	.019	-.305	-.730	.489
TDS	-.002	.004	-.155	-.523	.617
COD	-.016	.019	-.369	-.872	.412
BOD	.140	.117	.341	1.198	.270

a. Dependent Variable: Tinggi\_DK

#### 3. Outlet Mendiro pada Pipa Diameter Besar

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	36.474	45.061		.809	.445
	TSS	.080	.084	.344	.944	.377
	TDS	-.008	.015	-.180	-.564	.590
	COD	-.059	.166	-.131	-.355	.733
	BOD	-3.506	2.868	-.399	-	.261
					1.222	

a. Dependent Variable: Tinggi\_DB

#### 4. Outlet Mendiro pada Pipa Diameter Kecil

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	23.023	50.730		.454	.664
	TSS	.071	.095	.247	.746	.480
	TDS	.029	.017	.496	1.707	.132
	COD	-.005	.187	-.010	-.029	.977
	BOD	-5.062	3.229	-.465	-	.161
					1.567	

a. Dependent Variable: Tinggi\_DK

#### 5. Inlet Tirto Asri pada Pipa Diameter Besar



Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.748	5.081		.934	.381
	TSS	.023	.015	.446	1.542	.167
	TDS	.000	.003	-.055	-.230	.825
	COD	-.023	.006	-1.208	3.598	.009
	BOD	.099	.068	.348	1.450	.190

a. Dependent Variable: Tinggi\_DB

## 6. Inlet Tirto Asri pada Pipa Diameter Kecil

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	16.263	6.184		2.630	.034
	TSS	-.014	.018	-.370	-.757	.474
	TDS	-.003	.004	-.347	-.857	.420
	COD	.000	.008	-.031	-.055	.957
	BOD	-.003	.083	-.013	-.033	.975

a. Dependent Variable: Tinggi\_DK

## 7. Outlet Tirto Asri pada Pipa Diameter Besar

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	140.292	28.517		4.920	.003
	TSS	-.285	.124	-.729	2.307	.060
	TDS	.005	.053	.037	.097	.926
	COD	-.209	.158	-.348	1.319	.235
	BOD	.882	1.036	.247	.851	.427

a. Dependent Variable: Tinggi\_DB

## 8. Outlet Tirto Asri pada Pipa Diameter Kecil

**Coefficients<sup>a</sup>**

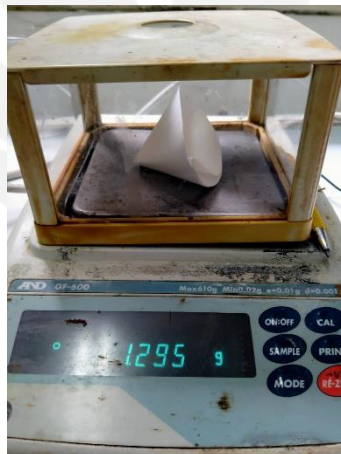
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	143.222	49.142		2.914	.027
	TSS	-.189	.213	-.390	-.889	.408
	TDS	.062	.092	.356	.678	.523
	COD	-.296	.272	-.399	1.088	.318
	BOD	-2.211	1.785	-.498	1.238	.262

a. Dependent Variable: Tinggi\_DK

Lampiran 1 Dokumentasi



Proses Pengambilan Sampel Air Limbah



Pengujian *Total Suspensi Solid (TSS)*



Pengujian *Biological Oxygen Demand (BOD)*



Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD)



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## RIWAYAT HIDUP

Nama saya Ainun Mardiah lahir di Bima pada tanggal 09 Maret 1998. Saya anak pertama dari empat bersaudara, saya anak dari bapak Mukhdar dan ibu Nurmi. Ayah sudah meninggal pada tanggal 12 Desember 2019 karena sakit. Peneliti pernah sekolah di SMAN 1 BOLO Kabupaten Bima NTB. Setelah lulus SMA peneliti ingin melanjutkan studi di ITB dengan jurusan Teknik Pertambangan, namun karena tes lulus tidak diterima sehingga peneliti daftar kualiah di Jogja. Awalnya mendaftar SBMPTN di UPN Veteran Jogja dengan Jurusan Teknik Lingkungan, namun tidak lulus juga. Sehingga mendaftarkan diri di UII jurusan Teknik Lingkungan. Dengan bertekad niat agar bisa sekolah walaupun aslinya di UII sangat mahal bagi kami, namun rencana Allah memang paling indah.

Di UII peneliti sangat senang karena lingkungan yang sangat mendukung dan beberapa kegiatan organisasi yang tidak hanya mementingkan urusan duniawi, yaitu di Lembaga Dakwah Kampus dan Fakultas. Untuk pengembangan diri lainnya, peneliti mengikuti organisasi Koperasi Mahasiswa Fakultas. Karena peneliti merasa harus banyak belajar dan cari tau ilmu yang tidak pernah ada di desa, peneliti mencoba mengikuti kegiatan PKM yang diadakan tahunan, serta untuk menunjang uang jajan dan kebutuhan peneliti, maka ikut asisten laboratorium adalah pilihan utama. Selain itu, karena cobaan yang bertubi-tubi dari Allah, lewat orang-orang baik di jurusan Teknik Lingkungan baik Dosen di Jurusan, Karyawan di Laboratorium dan Jurusan, oleh karena itu peneliti dapat menyelesaikan kualiahnya sampai hari ini.

Terima kasih kepada para dosen yang selalu menginspirasi dan menguatkan peneliti terutama Koordinator Laboratorium Pak Luqman Hakim S.T, M.Si, serta jajarannya. Dan peneliti selama ini juga menggunakan motor dari salah satu dosen UII yang sekarang sedang menempuh studi di jepang yaitu buk Ani Juliani beserta keluarganya. Dan tidak lupa yang memudahkan segala administrasi ialah karyawan Jurusan Teknik Lingkungan dan Laboratorium.

Jika dijabarkan dalam sebuah kata-kata, maka kebaikan siapapun dalam hidup peneliti tidak akan pernah selesai dan tidak memiliki titik henti. Puji syukur Allah menghadirkan orang-orang baik dalam proses perjalanan peneliti. Barakallahu fiikum..

Wassalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh