

TA/TL/2023/1642

TUGAS AKHIR

EVALUASI KEMAMPUAN *ROTATION BIOLOGICAL CONTACTOR* (RBC) DALAM PENYISIHAN NITRIT, NITRAT DAN AMONIA PADA IPAL KOMUNAL NGUDI MULYO DAN TIRTO MILI

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



**NADIY AQWA EFFENDY
19513052**

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

TUGAS AKHIR

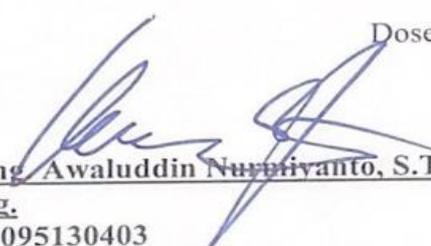
EVALUASI KEMAMPUAN ROTATION BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC) DALAM PENYISIHAN NITRIT, NITRAT DAN AMONIA PADA IPAL KOMUNAL NGUDI MULYO DAN TIRTO MILI

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



NADIY AQWA EFFENDY
19513052

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Dr. Eng. Awaluddin Nurriyanto, S.T.,
M.Eng.
NIK. 095130403
Tanggal: 30 Agustus 2023


Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.
NIK. 025100407
Tanggal: 30 Agustus 2023

Mengetahui,*
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Ahy. Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401

HALAMAN PENGESAHAN*

EVALUASI KEMAMPUAN ROTATION BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC) DALAM PENYISIHAN NITRIT, NITRAT DAN AMONIA PADA IPAL KOMUNAL NGUDI MULYO DAN TIRTO MILI

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari : Rabu
Tanggal : 30 Agustus 2023**

Disusun Oleh:

**NADIY AQWA EFFENDY
19513052**

Tim Penguji :

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

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

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



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, 30 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Nadiy Aqwa Effendy

NIM: 19513052

PRAKATA

Segala puji syukur atas kenikmatan Allah SWT., yang memberikan kekuatan, kesabaran serta kelancaran dan dengan shalawat kepada Nabi Muhammad yang menjadi teladan dalam kehidupan sehari-hari penulis untuk menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“EVALUASI KEMAMPUAN *ROTATION BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC)* DALAM PENYISIHAN NITRIT, NITRAT DAN AMONIA PADA IPAL KOMUNAL NGUDI MULYO DAN TIRTO MILI”**

Selama proses penyusunan tugas akhir ini, terdapat pihak-pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis. Pada kesempatan ini, penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan doa untuk kelancaran penulisan tugas akhir ini.

Dengan tulus hati, ucapan terima kasih ini disampaikan kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan laporan magang.
2. Bapak Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto S.T., M.Eng. dan Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing penulis yang telah memberikan ilmu, waktu, serta bantuan dalam membimbing penulis.
3. Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan koreksi kepada penulis.
4. Staf Laboratorium Bioteknologi Teknik Lingkungan UII yang telah membantu penulis selama di laboratorium.

5. Teman-teman TA RBC yang selalu mendukung penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun serta penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 30 Agustus 2023



Nadiyah Aqwa Effendy

NIM: 19513052

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

IPAL komunal digunakan sebagai pengolahan air limbah domestik dalam mengurangi pencemaran air, Penelitian menunjukkan jika ipal komunal banyak mengalami permasalahan perawatan Pada operasional IPAL terdapat permasalahan seperti hasil effluent yang berbau busuk dan memiliki warna keruh (Elvano I. Lumunon et al,2021), Terdapat beberapa usaha peningkatan efektifitas IPAL komunal, salah satunya dengan menggunakan unit RBC, Penambahan unit RBC meningkatkan efektifitas pengolahan IPAL yang cukup besar mengurangi konsentrasi parameter yang ditinjau (Putri N. Melyadi et al, 2022), Dalam penelitian ini ingin mengetahui apakah unit RBC mampu dalam melakukan Peningkatan efektifitas penyisihan khususnya COD,TSS dan Amonia Variabel dalam penelitian ini ada 2 yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah bagian dari proses RBC itu sendiri, seperti limbah BOD, waktu tinggal, limbah NH_4N , dan pemuatan NH_3 . Variabel terikat dalam penelitian ini adalah keragaman dan kelimpahan bakteri nitrifikasi. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mengambil sampel langsung dari instalasi pengolahan air limbah dan studi literatur. Data yang diperoleh berupa sampel uji dari RBC, dalam penelitian kali ini lebih di fokuskan pada efesiensi dan pembentukan dalam nitrifikasi padaa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Ngudi Mulyo, Tirto Mili Yogyakarta. Dalam proses nitrifikasi pada unit RBC IPAL Ngudi Mulyo dan unit RBC IPAL Tirto Mili, bahwa dapat disimpulkan bahwa nitrifikasi pada unit RBC IPAL Ngudi Mulyo dan unit RBC IPAL Tirto Mili tidak optimal dalam melakukan nitrifikasi, 3. Dengan mengacu ke baku mutu PERMEN LHK NO P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dalam penyisihan nitrifikasi di kedua IPAL performa yang paling cukup mencolok yaitu IPAL Ngudi Mulyo. Diperlukan nya investigasi ulang dalam upaya meningkatkan performa penyisihan di kedua IPAL yaitu Tirto Mili dan Ngudi Mulyo dan perlu adanya penyujian selain seperti minyak & lemak, TN, atau Total coliform untuk memperkuat investigasi dalam upaya meningkatkan performa penyisihan di kedua IPAL yaitu Tirto Mili dan Ngudi Mulyo

ABSTRACT

Communal WWTPs are used as domestic wastewater treatment in reducing water pollution. Research shows that communal WWTPs experience many maintenance problems. In WWTP operations there are problems such as effluent products that smell foul and have a cloudy color (Elvano I. Lumunon et al, 2021), There are several efforts to increase the effectiveness of communal WWTPs, one of which is by using RBC units. The addition of RBC units increases the effectiveness of WWTP treatment which is quite large in reducing the concentration of the parameters under review (Putri N. Melyadi et al, 2022). Increasing the effectiveness of removal, especially COD, TSS and Ammonia There are 2 variables in this study, namely the independent variable and the dependent variable. The independent variables in this study are part of the RBC process itself, such as BOD waste, residence time, NH_4N waste, and NH_3 loading. The dependent variable in this study is the diversity and abundance of nitrifying bacteria. Data collection techniques are carried out by taking samples directly from the wastewater treatment plant and studying the literature. The data obtained was in the form of test samples from RBC, in this study the focus was more on efficiency and formation in nitrification at the Ngudi Mulyo Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP), Tirto Mili Yogyakarta. In the nitrification process at the RBC Ngudi Mulyo WWTP unit and the RBC unit Tirto Mili WWTP, that it can be concluded that nitrification in the Ngudi Mulyo WWTP RBC unit and Tirto Mili IPAL RBC unit is not optimal in carrying out nitrification, 3. With reference to PERMEN LHK quality standards NO P.68/Menlhk-Setjen/2016 Concerning Water Quality Standards The domestic waste in nitrification removal at the two WWTPs has the most striking performance, namely the Ngudi Mulyo WWTP. Re-investigation is needed in an effort to improve the removal performance at the two WWTPs, namely Tirto Mili and Ngudi Mulyo and there is a need for testing other than oil & grease, TN, or Total coliform to strengthen investigations in an effort to improve removal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	1
EVALUASI KEMAMPUAN <i>ROTATION BIOLOGICAL CONTACTOR</i> (RBC) DALAM PENYISIHAN NITRIT, NITRAT DAN AMONIA PADA IPAL KOMUNAL NGUDI MULYO DAN TIRTO MILI.....	1
HALAMAN PENGESAHAN*.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Asumsi Penelitian.....	3
1.6 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal (IPAL Komunal).....	4
2.2 <i>Rotating Biological Contactor (RBC)</i>	4
2.2.1 Nitrifikasi dalam RBC:.....	7
2.2.2 Kecepatan Putaran Disk.....	9
2.2.3 <i>Organic Loading Rates (OLR)</i>	10
2.2.4 <i>Hydraulic Loading Rates (HLR)</i>	10
2.2.5 <i>Hydraulic Retention Time (HRT)</i>	11
2.2.6 Suhu.....	11
2.3 Penelitian Terdahulu.....	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16
3.2 Kerangka Penelitian.....	17

3.3.1 Pengumpulan Data.....	17
3.3.2 Pengambilan sample	18
3.3.3 Pengujian Sampel	19
3.3.4 Metode Analisis Data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Gambaran umum IPAL.....	21
4.1.1 IPAL Komunal Ngudi Mulyo.....	21
4.1.2 IPAL Komunal Tirtomili	22
4.2 Kondisi Eksisting Unit RBC.....	23
4.3 Evaluasi Kemampuan Penyisihan Amonia.....	24
4.4 Peningkatan Efisiensi Penyisihan Amonia	32
4.4.1 Perhitungan Bak Sedimentasi Akhir.....	33
4.4.2 Perhitungan Sand Filter	35
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Simpulan.....	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	44
RIWAYAT HIDUP	52

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2. 1 Kriteria Desain RBC</i>	6
<i>Tabel 2. 2 Studi Penelitian Terdahulu</i>	12
<i>Tabel 3. 1 Titik, Metode dan Hari Pengambilan Sample</i>	19
<i>Tabel 3. 2 Metode Pengujian Parameter</i>	19
<i>Tabel 4. 1 Ringkasan Kondisi Tiap IPAL</i>	23
<i>Tabel 4. 2 Review Desain Unit RBC</i>	24
<i>Tabel 4. 3 Baku Mutu Air Limbah Domestik</i>	29
<i>Tabel 4. 4 Perbandingan Efektifitas Penyisihan Amonia</i>	32
<i>Tabel 4. 5 Kriteria Desain Bak Sedimentasi</i>	33
<i>Tabel 4. 6 Kriteria Desain Sand Filter</i>	36

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 Unit RBC dan Bio film</i>	5
<i>Gambar 2. 2 Mekanisme Proses Metabolisme di dalam sistem Biofilm</i>	8
<i>Gambar 2. 3 Skema siklus nitrogen secara biologis</i>	9
<i>Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian</i>	16
<i>Gambar 3. 2 Lokasi IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili</i>	17
<i>Gambar 3. 3 Titik Pengambilan Sampel IPAL Tirtomili</i>	18
<i>Gambar 3. 4 Titik Pengambilan Sampel IPAL Ngudimulyo</i>	19
<i>Gambar 4. 1 Kondisi Eksisting IPAL Ngudi Mulyo</i>	21
<i>Gambar 4. 2 Sistem pengolahan limbah IPAL Ngudi Mulyo</i>	22
<i>Gambar 4. 3 Kondisi Eksisting IPAL Tirto Mili</i>	22
<i>Gambar 4. 4 Sistem pengolahan limbah IPAL Tirto Mili</i>	23
<i>Gambar 4. 5 Grafik Penyisihan Amonia di IPAL Komunal Ngudi Mulyo</i>	25
<i>Gambar 4. 6 Grafik Penyisihan Amonia di IPAL Komunal Tirto Mili</i>	25
<i>Gambar 4. 7 grafik peforma nitrifikasi pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo</i>	26
<i>Gambar 4. 8 grafik peforma nitrifikasi pada IPAL Komunal Tirto Mili</i> .	27
<i>Gambar 4. 9 grafik Perbandingan efesiensi removal IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili</i>	28
<i>Gambar 4. 10 Perbandingan Kadar Amonia pada Efluen unit RBC dengan Baku Mutu</i>	29
<i>Gambar 4. 11 Perbandingan Kadar DO dan Efisiensi Removal Amonia pada IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili</i>	30
<i>Gambar 4. 12 (1) Disk RBC IPAL komunal Ngudi Mulyo (2) Disk RBC IPAL komunal Tirtomili</i>	31
<i>Gambar 4. 13 Penambahan unit alternatif 1</i>	33
<i>Gambar 4. 14 Penambahan unit alternatif 2</i>	33
<i>Gambar 4. 15 Tampak Atas Bak Sedimentasi</i>	35
<i>Gambar 4. 16 Tampak Samping Bak Sedimentasi</i>	35
<i>Gambar 4. 17 Tampak Atas Unit Sand Filter</i>	36
<i>Gambar 4. 18 Tampak Samping Unit Sand Filter</i>	37

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

<i>Lampiran 1 Alat dan Bahan serta prosedur uji parameter</i>	44
<i>Lampiran 2 Hasil Analisis Laboratorium</i>	46
<i>Lampiran 3 Dokumentasi dan Grafik Penelitian</i>	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalasi Pengolahan Air limbah (IPAL) adalah sebuah rancangan untuk mengelolah air limbah secara fisika, kimia, maupun biologi sehingga mendapatkan hasil olahan air limbah yang sesuai dengan baku mutu air limbah, salah satu pengolahan yang ada di IPAL yaitu IPAL komunal, limbah domestik yang berasal dari kegiatan rumah tangga menjadi polutan terbesar yang masuk ke dalam perairan dan berdampak terhadap pencemaran air (Amri, 2015). Hal ini dikarenakan 60 – 80% dari air buangan akan dibuang ke lingkungan sebagai air limbah (Dhama Susanthi et al, 2018). Dalam penyisihan polutan di dalam air limbah domestik, kinerja IPAL komunal tidak selamanya bekerja secara optimal, masih terdapat beberapa parameter *effluent* yang tidak memenuhi baku mutu (Susanthi et al, 2018).

Untuk mendapatkan hasil olahan air limbah yang lebih baik adanya teknologi yang di tambahkan dalam pengolahan air limbah yaitu *Polishing unit* dalam suatu IPAL. Salah satu teknologi dalam pengolahan IPAL *Polishing unit* adalah *Rotating Biological Contactor* (RBC) yang merupakan adaptasi dari proses pengolahan air limbah dengan biakan melekat (*attached grow*) (Said, 2005).

Prinsip kerja pengolahan air limbah dengan RBC yakni air limbah yang mengandung polutan organik dikontakkan dengan lapisan mikro-organisme (microbial film) yang melekat pada permukaan media di dalam suatu reactor, media yang di pakai RBC berupa *disk* berbentuk bulat tipis yang dipasang berjajar dan berputar, yang dimana air limbah akan mengalir di dalamnya secara kontinyu, untuk pengoprasian RBC sendiri akan selalu adanya peran mikroorganisme atau biofilm yang akan menempel pada *disk* dalam membantu mendegradasi limbah cair. RBC mampu mengolah COD, BOD, Nitrit, Nitrat, TN, Amonia, dan TSS dengan efisiensi removal sebesar 70% hingga 84% beban *effluent* yang ada di dalam air limbah

untuk bakumutu yang untuk limbah domestik sendiri mengacu pada Permen lingkungan hidup dan kehutanan no 68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik yaitu COD 100 mg/L, BOD 30 mg/L, amonium 10 mg/L, TN 10 mg/L, TSS 30 mg/L Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan

RBC dalam penyisihan Amonia, Nitrit, dan Nitrat pada IPAL komunal di daerah Ngudi mulyo dan Tirto mili, untuk mengetahui kinerja penyisihan (% removal) selama 30 hari yaitu hari ke 1, hari ke 6, hari ke 8, hari ke 14, hari ke 21, dan hari ke 28

1.2 Perumusan Masalah

Sebagai *Polishing unit*, RBC saat ini belum dapat mengetahui bagaimana performa dalam penyisihan Amonia, Nitrit, dan Nitrat di IPAL Ngudi Mulyo dan Tirto Mili, dan belum adanya perbandingan untuk perbedaan performa RBC dalam penyisihan Nitrit, Nitrat dan Ammonia di IPAL Ngudi Mulyo dan Tirto Mili.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah menganalisis performa unit RBC sebagai *polishing unit* pada *Polishing unit* di IPAL komunal dan melakukan perbandingan pada IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili ditinjau dari kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh melalui tugas akhir ini, baik dari segi perguruan tinggi, masyarakat hingga pemerintah :

- Bagi Perguruan Tinggi

Hasil akhir dari penelitian ini dapat menjadi referesi pembelajaran. Khususnya pada mata kuliah Pengolahan Limbah Domestik mengenai penggunaan RBC sebagai *Polishing unit*

- Bagi masyarakat

Dapat digunakan sebagai referensi tambahan mengenai RBC dalam hal performa IPAL Ngudi Mulyo dan Tirti Mili.

- Bagi Pemerintah

Hasil dari penelitian ini diharapkan mdapat memberikan masukan ataupun pertimbangan mengenai performa RBC sebagai *Polishing unit* dalam penyisihan Nitrit, Nitrat dan Ammonia di IPAL Ngudi Mulyo dan IPAL Tirto Mili. Sehingga apabila ada kesulitan dalam optimasi

performa IPAL Ngudi Mulyo dan IPAL Tirto Mili pemerintah dapat memperoleh solusi dalam memecahkan masalah tersebut.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi dari penelitian ini adalah menganalisis Performa terjadinya nitrifikasi pada RBC di IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili, dengan membuktikan kandungan Amonia, Nitrit, dan Nitrat di influent dan Efluent pada kedua RBC IPAL.

1.6 Ruang Lingkup

Batasan dalam penelitian ini berupa:

1. Data teknis berupa debit, kualitas influent, dan kualitas effluent yang berupa kandungan Amonia, Nitrit, dan Nitrat IPAL Ngudi Mulyo dan Tirto Mili.
2. Baku mutu air limbah domestik mengacu pada Permen LHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
3. Penelitian dilakukan di IPAL Ngudi Mulyo dan Tirto Mili Kabupaten Sleman.
4. Performa Nitrit, Nitrat dan Ammonia dari IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili

BAB II

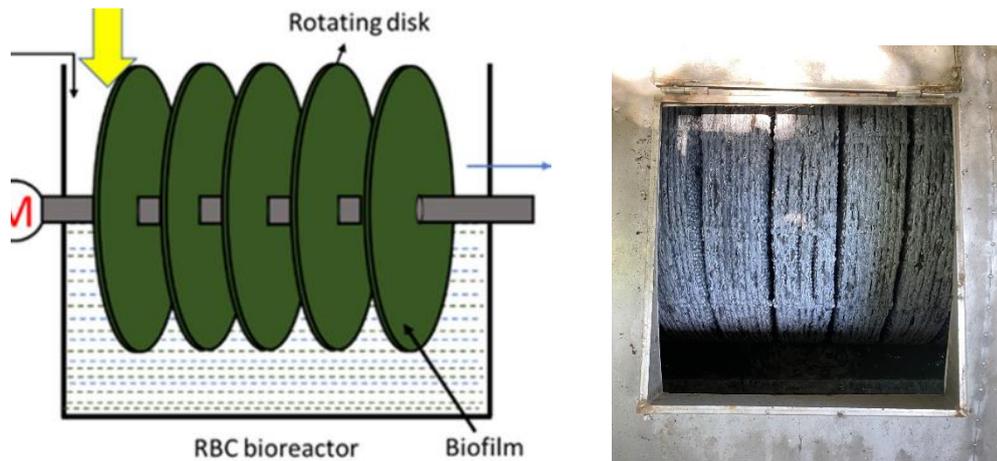
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal (IPAL Komunal)

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sistem pengolahan yang digunakan untuk mengolah air limbah sebelum dibuang ke badan air/sungai. IPAL yang menggunakan sistem perpipaan terdiri atas bangunan IPAL dan sistem jaringan perpipaan. Bangunan IPAL memiliki komponen-komponen pengolahan air limbah yang meliputi bak inlet, bak pengolahan dengan beberapa opsi teknologi dan bak outlet. Pemilihan opsi teknologi yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan, kapasitas, kepadatan penduduk, lahan, muka air tanah, kemudahan pengoperasian, dan pemeliharaan unit IPAL (Ditjen Cipta Karya, 2016). Tujuan pembangunan IPAL adalah untuk menghilangkan atau mengurangi kontaminan sebelum dibuang ke badan air sehingga tidak mengancam manusia dan lingkungan di sekitarnya (Jasim, 2020)

2.2 *Rotating Biological Contactor (RBC)*

Rotating biological contactor (RBC) adalah unit pengolahan sekunder sehingga sering digunakan sebagai *Polishing unit* dalam pengolahan air limbah. RBC biasanya ditempatkan setelah unit pengolahan primer seperti tangki septik, filter anaerobik, clarifier, dsb. Proses pengolahan RBC yaitu dengan membiarkan air limbah mengalir di dalam tangki dengan melewati disc atau piringan yang digunakan sebagai media biofilm. Media akan berputar perlahan dan sekitar 40% akan terendam dalam air limbah untuk penghilangan sampah organik secara aerobik oleh film biologis dan kebutuhan udara untuk mikroba dipenuhi ketika disc tidak terendam air. Media biofilm sangat rapuh dan perlu perlindungan dari paparan angin, matahari dan perubahan cuaca secara langsung sehingga media biasanya diletakkan dalam ruangan tertutup (L. K. Wang et. al., 2009). Penggunaan RBC memiliki efisiensi transfer oksigen yang tinggi dan hemat biaya dibandingkan dengan proses lain yang menggunakan *diffusers* atau *surface aerator*. Selain itu teknologi ini memiliki kapasitas yang tinggi dalam mengatasi perubahan fluktuasi air limbah dan untuk meredam *shock loading* (Metcalf, 2003).



Gambar 2. 1 Unit RBC dan Bio film

Teknologi ini banyak digunakan karena tidak membutuhkan operasional yang rumit. Adapun keuntungan potensial dari unit RBC diantaranya kebutuhan lahan yang rendah, kontrol dan pemantauan proses yang sederhana, biaya operasi dan pemeliharaan yang rendah, Hydraulic Retention Time (HRT) yang pendek, konsentrasi biomassa yang tinggi, produksi lumpur lebih rendah, efisiensi transfer oksigen yang tinggi, tidak perlu resirkulasi lumpur, proses yang tahan terhadap fluktuasi, serta memiliki desain yang kompak (Cortezdkk., 2008; Patwardhan, 2003). Dibandingkan dengan bioreaktor lain, RBC terbukti efektif dalam mengolah air limbah domestik dan industri, hal ini disebabkan oleh adanya susunan disk dalam jumlah banyak sehingga mampu membangun kontak baik antara spesies mikroba dan polutan (Pakshirajan & Kheria, 2012). Pada umumnya, media RBC terbuat dari bahan plastik atau polimer. Adapun bahan yang sering digunakan diantaranya polypropylene (PP), poly vinyl chlorida (PVC), polystyrene, Polyethylene (PE), dan lainnya (Nusa, 2005).

Faktor yang Mempengaruhi Kinerja RBC Kinerja RBC tergantung pada beberapa parameter desain, yaitu (Tang Yun-lu,et.al, 2012) :

1. Suhu : Digunakan dalam mengendalikan kecepatan reaksi biologis.
2. Karakteristik Biofilm : Untuk mengoptimalkan penghapusan bahan organik dan senyawa nitrogen dari air limbah dalam RBC.
3. Dissolved Oxygen (DO) : Transfer oksigen dari udara ke unit RBC dalam tiga cara yaitu dengan penyerapan oksigen pada film cair di atas permukaan biofilm ketika biofilm berada di udara, dengan transfer oksigen langsung di antarmuka

air-air, dan dengan penyerapan oksigen langsung oleh mikroorganisme selama eksposur.

4. RBC medium submergence : Persentase perendaman RBC tergantung pada beberapa faktor, yaitu jenis operasi, mikroorganisme dan karakteristik limbah yang akan diolah. Biasanya dalam proses aerobik pengolahan air limbah kota, perendamannya sekitar 40%.
5. Kecepatan Rotasi : Kecepatan rotasi parameter sangat penting dalam RBC. Kecepatan rotasi tipikalnya 1 – 10 rpm untuk RBC.

Berikut adalah kriteria desain pada unit RBC:

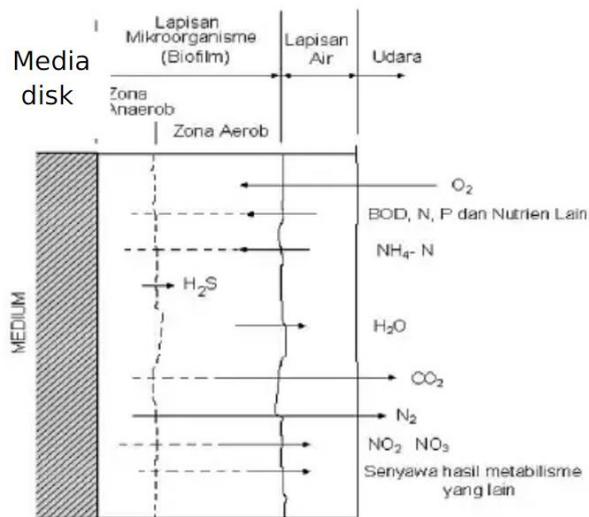
Tabel 2. 1 Kriteria Desain RBC

Faktor Perencanaan	Kriteria	Keterangan
Beban Permukaan BOD	10 - 15.	gr/m ² .hari (domestik)
BOD/(m ² .luas piringan.hari)	10 - 50.	gr/m ² .hari (industri)
Beban hidrolis (L/m ² /hari)	50 - 100.	jika BOD influent = 200 mg/L
	10 -20.	jika BOD influent = 500 - 1000 mg/L
Jarak antara piringan	3 -5 .	Cm
Diameter piringan	1.5 - 3	M
Waktu detensi	2 s/d 4	Jam
Kebutuhan listrik untuk rotor	8 s/d 10	KW.jam/(orang.Tahun)
Produk lumpur	0.4 – 0.5	Kg/Kg BOD removal
Kecepatan putaran cakram	1 s/d 2	Rpm
Diameter cakram	1 – 3.6	M
Kedalaman bak	40%	Dari diameter cakram
Temperatur pengoperasian	15 - 40	

©
 Sumber : Lampiran II PERMEN PUPR No. 04 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik

2.2.1 Nitrifikasi dalam RBC:

Reaktor biologis putar (*rotating biological contactor*) disingkat RBC adalah salah satu teknologi pengolahan air limbah yang mengandung polutan organik yang tinggi secara biologis dengan sistem biakan melekat (*attached culture*). Prinsip kerja pengolahan air limbah dengan RBC yakni air limbah yang mengandung polutan organik dikontakkan dengan lapisan mikro-organisme (*microbial film*) yang melekat pada permukaan media di dalam suatu reaktor. Media tempat melekatnya film biologis ini berupa piringan (*disk*) dari bahan polimer atau plastik yang ringan dan disusun dari berjajar-jajar pada suatu poros sehingga membentuk suatu modul atau paket, selanjutnya modul tersebut diputar secara pelan dalam keadaan tercelup sebagian ke dalam air limbah yang mengalir secara kontinu ke dalam reaktor tersebut. Dengan cara seperti ini mikro-organisme misalnya bakteri, alga, protozoa, fungi, dan lainnya tumbuh melekat pada permukaan media yang berputar tersebut membentuk suatu lapisan yang terdiri dari mikro-organisme yang disebut biofilm (lapisan biologis). Mikro-organisme akan menguraikan atau mengambil senyawa organik yang ada dalam air serta mengambil oksigen yang larut dalam air atau dari udara untuk proses metabolismenya, sehingga kandungan senyawa organik dalam air limbah berkurang. Pada saat biofilm yang melekat pada media yang berupa piringan tipis tersebut tercelup ke dalam air limbah, mikro-organisme menyerap senyawa organik yang ada dalam air limbah yang mengalir pada permukaan biofilm, dan pada saat biofilm berada di atas permukaan air, mikro-organisme menyerap oksigen dari udara atau oksigen yang terlarut dalam air untuk menguraikan senyawa organik. Energi hasil penguraian senyawa organik tersebut digunakan oleh mikro-organisme untuk proses perkembangbiakan atau metabolisme. Senyawa hasil proses metabolisme mikro-organisme tersebut akan keluar dari biofilm dan terbawa oleh aliran air atau yang berupa gas akan tersebar ke udara melalui rongga-rongga yang ada pada mediumnya (Said,2005).



Gambar 2. 2 Mekanisme Proses Metabolisme di dalam sistem Biofilm

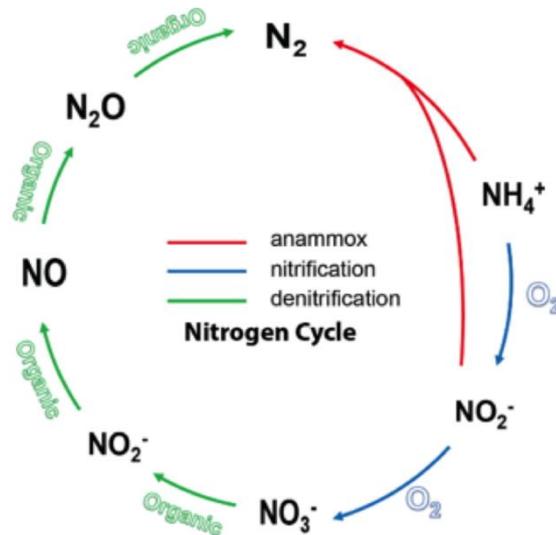
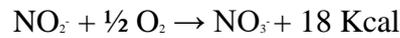
Jika lapisan biofilm pada disk cukup tebal, maka pada bagian luar lapisan biofilm akan berada dalam kondisi aerobik sedangkan pada bagian dalam biofilm yang melekat pada media piringan akan berada dalam kondisi anaerobik. Pada biofilm yang mengalami kondisi anaerobik akan terbentuk gas H₂S, dan jika konsentrasi oksigen terlarut cukup besar maka gas H₂S yang terbentuk tersebut akan diubah menjadi sulfat (SO₂) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam biofilm dan pada zona lapisan anaerobic inilah nitrat yang terbentuk mengalami proses denitrifikasi menjadi gas nitrogen. Sedangkan pada zona aerobik nitrogen-ammonium akan diubah menjadi nitrit dan nitrat. (Sofi Hanifa,2008)

Sebelum dibuang ke badan air, kandungan Amonia dalam limbah cair harus diolah di unit RBC melalui proses penghilangan amonia yang terdiri dari dua metode yaitu nitrifikasi dan denitrifikasi. Proses nitrifikasi dan denitrifikasi merupakan dua proses biologis yang terjadi pada penguraian senyawa amonia (NH₄⁺) menjadi senyawa nitrit (NO₂⁻) dan nitrat (NO₃⁻). Contoh bakteri yang dapat melakukan proses nitrifikasi dan denitrifikasi adalah *Nitrosococcus* dan *Nitrosomonas*. Kedua bakteri tersebut membutuhkan amoniak sebagai metabolitnya (Sudarno, 2021).

Proses oksidasi senyawa amonia menjadi nitrit menggunakan bantuan Nitrosomonas untuk melakukan reaksi perubahan senyawa sebagai berikut:



Selain itu juga perubahan senyawa nitrit menjadi nitrat memerlukan bakteri nitrobacter sebagai pengurai dengan reaksi perubahan senyawa sebagai berikut (Marsidi & Herlambang , 2002) :



Sumber: <http://www.sahidhir.com/2016/07/skema-ringkas-siklus-nitrogen-secara-13.html>

Gambar 2. 3 Skema siklus nitrogen secara biologis

2.2.2 Kecepatan Putaran Disk

Kecepatan putaran disk menyebabkan tegangan geser pada biofilm dan jumlah kadar oxygen dan *nutrients* yang masuk ke dalam mikroorganisme (Soleimani, et al., 2021). Meningkatkan kecepatan putaran disk melebihi nilai optimalnya akan berdampak pada kinerja mikroorganisme dan efisiensi sistem yang mana akan meningkatkan tegangan geser pada biofilm yang akan menyebabkan lepasnya lapisan biofilm pada disk sehingga menurunkan performa RBC (Najafpour, et al., 2006). Ketika disk dalam kecepatan rendah, biofilm yang terbentuk akan tipis sehingga oksigen lebih mudah masuk ke dalam lapisan biofilm yang dalam. Tetapi ketika disk dalam kondisi kecepatan tinggi, biofilm yang terbentuk akan lebih tebal dan padat sehingga membatasi transfer oksigen yang masuk ke lapisan dalam biofilm sehingga akan terjadi kondisi anaerob di lapisan dalam biofilm dan mengurangi performa RBC dalam mendegradasi polutan (Fuchigami, et al., 2020).

Peningkatan kecepatan putaran disk akan meningkatkan efisiensi pengolahan dan penyisihan bahan organik pada unit RBC, tetapi kecepatan putaran disk memiliki batas optimum sehingga jika melebihi akan mengurangi performa,

meningkatkan kebutuhan energi, dan dampak negatif yang lain yang akan terjadi pada unit RBC. Kecepatan *disk* yang direkomendasikan yaitu antara 2 – 5 rpm pada skala besar (Waqas, et al., 2023)

2.2.3 Organic Loading Rates (OLR)

OLR merupakan jumlah bahan organik yang masuk ke dalam unit RBC dalam satuan per unit volume per hari. Performa RBC sangat tergantung kepada kemampuan mikroorganisme dalam biofilm untuk mendegradasi bahan organik. Jika OLR rendah, mikroorganisme mungkin tidak bisa mengolah semua bahan organik dalam air limbah yang berakibat pada tidak maksimalnya pengolahan sehingga efisiensi pengolahan menjadi rendah. Dan ketika ketika OLR tinggi, mikroorganisme tidak akan mampu bertahan karena kadar oksigen kurang dan bahan organik yang diolah akan menumpuk sehingga mengakibatkan turunnya efisiensi pengolahan (Lee, et al., 2001). Jumlah OLR yang optimal tergantung kepada jenis air limbah yang akan diolah yaitu berkisar antara 0,5 – 5 kg.COD/m³.d. jumlah OLR yang optimal bergantung beberapa faktor seperti konsentrasi dan karakteristik bahan organik, suhu, pH, dan HRT (Waqas, et al., 2021). Sehingga penting untuk menjaga OLR tetap optimal karena jika melebihi kapasitas akan mengurangi efisiensi pengolahan dan pada OLR rendah, kurang dalam memanfaatkan kapasitas unit pengolahan sehingga OLR harus secara rutin dilakukan pemantauan dan dijaga agar tetap optimal untuk menjaga performa RBC.

2.2.4 Hydraulic Loading Rates (HLR)

HLR merupakan jumlah debit yang dimasukkan ke dalam RBC dengan satuan m³/m².hari. Hubungan HLR dengan unit RBC yaitu dengan meningkatnya debit yang masuk maka akan mengurangi waktu tinggal di yang mengurangi RBC performa RBC. Parameter HLR pada RBC tidak begitu diperhatikan dalam unit RBC dibanding dengan parameter OLR, tetapi jika beban hidrolis terlalu besar akan membuat biofilm pada media menjadi lebih tebal karena pertumbuhan mikroorganisme dan biofilm akan menjadi mudah terkelupas (Alemzadeh, et al., 2001).

2.2.5 Hydraulic Retention Time (HRT)

HRT atau waktu tinggal merupakan parameter desain dan operational yang penting dalam unit RBC. HRT menunjukkan durasi waktu air limbah yang tinggal dan kontak dengan biofilm pada disk di RBC. HRT mempengaruhi performa RBC karena merupakan waktu yang dapat digunakan mikroorganisme dalam menyisihkan polutan. Waktu tinggal yang optimal bergantung kepada unit yang digunakan yang berkisar antara 4 – 24 jam (Irfan, et al., 2022).

Semakin lama waktu tinggal maka akan meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah karena mikroorganisme memiliki waktu yang cukup untuk mendegradasi polutan. Tetapi waktu yang lama juga mengakibatkan terjadinya akumulasi bahan organik dan pertumbuhan mikroorganisme yang tidak dibutuhkan sehingga menurunkan efisiensi penyisihan RBC. Di sisi lain, ketika waktu HRT pendek mengurangi waktu kontak antara air limbah dan biofilm sehingga menurunkan efisiensi penyisihan tetapi menurunkan akumulasi bahan organik dan mencegah tumbuh mikroorganisme yang tidak dibutuhkan yang akan meningkatkan efisiensi penyisihan (Daupdoto et al, 2021).

2.2.6 Suhu

Suhu pada air limbah mempunyai peran penting dalam performa RBC. Suhu harus berada pada kondisi yang optimal yaitu berada diantara 20 – 30 °C tergantung kepada mikroorganisme yang hidup dalam air limbah. Pada suhu yang rendah aktivitas mikroorganisme dalam air menurun dan ketika suhu tinggi akan merusak struktur biofilm dan melepaskan biofilm dari media sehingga akan menurunkan performa RBC (Waqas, et al., 2023).

2.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah bagian dari referensi untuk memudahkan penulis dalam melakukan penelitian, sehingga penulis dapat lebih mudah dalam menentukan langkah-langkah yang lebih sistematis dari segi konsep maupun materi. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan.

Tabel 2. 2 Studi Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Hasil
1	Zul Hazmi Luthfi, 2020	Efisiensi penyisihan IPAL-Toksik dalam mengolah air limbah sebesar 68,2 % untuk parameter TSS, 36,2% untuk parameter COD, 61% untuk parameter NH ₃ -N bebas, 34,9% untuk parameter PO ₄ - ₃ , dan 78,2% untuk Total Coliform/100 mL Air.
2	Nusa idaman dan Muhammad Rizki, 2014	Dari penelitian yang dilakukan, menunjukkan bahwa dengan waktu tinggal hidrolik dalam tangkai aerasi 12 jam, 8 jam, 6 jam dan 4 jam, efisiensi penghilang amoniak masing-masing adalah 94,05%, 89% dan 79,6% dengan beban amoniak sebesar 0,106-0,302 kg/m ² .hari.
3	Widayat, 2009	Limbah cair rumah tangga atau domestik adalah air buangan yang berasal dari penggunaan untuk kebersihan yaitu gabungan limbah dapur, kamar mandi, toilet, cucian, dan sebagainya
4	Joanna SzulzykCieplak, 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
5	(Sofi Hanifa,2008)	<p>Jika lapisan biofilm pada disk cukup tebal, maka pada bagian luar lapisan biofilm akan berada dalam kondisi aerobik sedangkan pada bagian dalam biofilm yang melekat pada media piringan akan berada dalam kondisi anaerobik. Pada biofilm yang mengalami kondisi anaerobik akan terbentuk gas H₂S, dan jika konsentrasi oksigen terlarut cukup besar maka gas H₂S yang terbentuk tersebut akan diubah menjadi sulfat (SO₂) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam biofilm dan pada zona lapisan anaerobic inilah nitrat yang terbentuk mengalami proses denitrifikasi menjadi gas nitrogen. Sedangkan pada zona aerobik nitrogen-ammonium akan diubah menjadi nitrit dan nitrat.</p>
6	(Said,2005)	<p>RBC adalah salah satu teknologi pengolahan air limbah yang mengandung polutan organik yang tinggi secara biologis dengan sistem biakan melekat (attached culture). Prinsip kerja pengolahan air limbah dengan RBC yakni air limbah yang mengandung polutan organik</p>

		<p>dikontakkan dengan lapisan mikro-organisme (microbial film) yang melekat pada permukaan media di dalam suatu reaktor. Media tempat melekatnya film biologis ini berupa piringan (disk) dari bahan polimer atau plastik yang ringan dan disusun dari berjajar-jajar pada suatu poros sehingga membentuk suatu modul atau paket, selanjutnya modul tersebut diputar secara pelan dalam keadaan tercelup sebagian ke dalam air limbah yang mengalir secara kontinyu ke dalam reaktor tersebut.</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

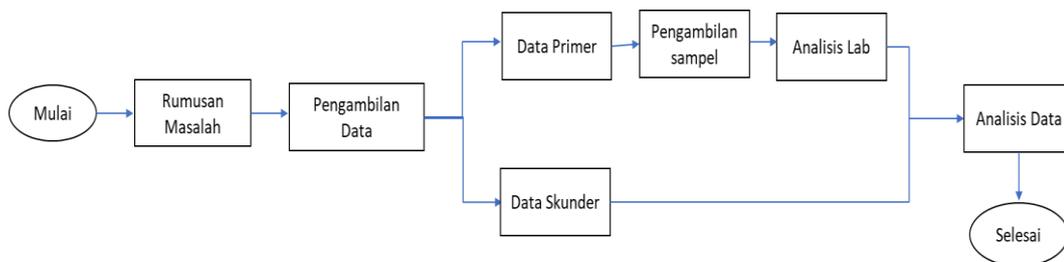
Dengan referensi yang ada dari penelitian terdahulu peneliti akan melakukan evaluasi efektivitas unit RBC dalam menyisihkan Amonia, Nitri dan Nitrat pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan IPAL Komunal Tirtomili. Dari penelitian yang dilakukan apakah efektifitas RBC dalam menyisihkan Amonia, Nitri dan Nitrat memiliki efektifitas yang sama dan apa saja yang memengaruhi unit RBC dalam menyisihkan kandungan Amonia, Nitri dan Nitrat pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan IPAL Komunal Tirtomili. Sehingga peneliti dapat memberikan masukan untuk meningkatkan perfoma dan efisiensi dari unit RBC di dalam pengolahan IPAL.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian akan ditunjukkan pada Gambar 3.1 melalui diagram alir. Diagram alir penelitian digunakan sebagai garis besar tahapan penelitian yang akan dilakukan. Data-data yang dikumpulkan berupa data-data primer dan sekunder yang akan digunakan sebagai analisis data penelitian. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mengambil sampel langsung dari instalasi pengolahan air limbah dan studi literatur. Data yang diperoleh berupa sampel uji dari RBC, dalam penelitian kali ini lebih di fokuskan pada efisiensi dan pembentukan dalam nitrifikasi pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili Yogyakarta.

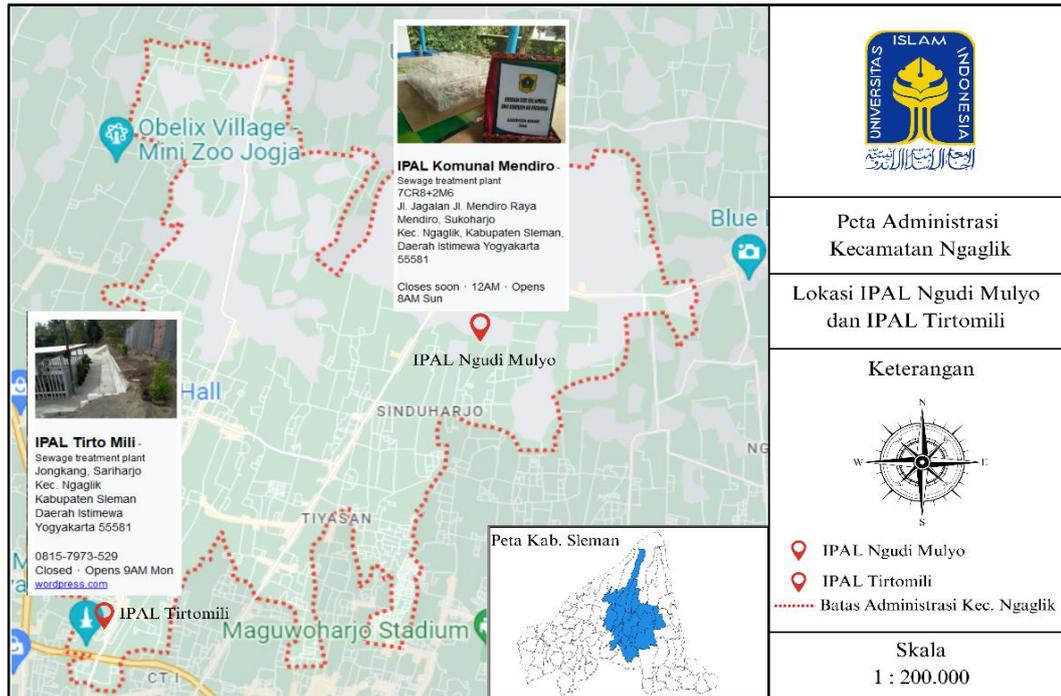
Berikut terlampir diagram alir penelitian yang akan dilakukan :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 28 hari pada tanggal 25 Januari 2023 hingga 22 febuari 2023. Lokasi penelitian ini dilakukan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Ngudi Mulyo, Tirto Mili Yogyakarta, Kabupaten Sleman dan Laboratorium kualitas lingkungan ,



Gambar 3. 2 Lokasi IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili

3.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan tahapan-tahapan yang digunakan sebagai gambaran keseluruhan penelitian yang dilakukan. Di dalam kerangka penelitian terdapat informasi yang dibutuhkan, tahapan-tahapan penelitian, dan hasil yang didapatkan selama penelitian.

3.3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan 2 metode, yaitu:

a. Data primer

Data primer merupakan data yang diambil langsung selama masa penelitian dilakukan seperti data profil IPAL komunal, yang terdiri tahun pembangunan, teknologi pengolahan, dan cakupan layanan melalui wawancara. Selain itu diambil juga data debit, pH, suhu, dan kualitas air limbah berupa Amonia, Nitrit, dan Nitrat dengan pengujian di laboratorium.

b. Data sekunder

Data sekunder didapatkan dari sumber media massa seperti instansi pemerintah, surat kabar, dan penelitian terdahulu yang dipublikasikan.

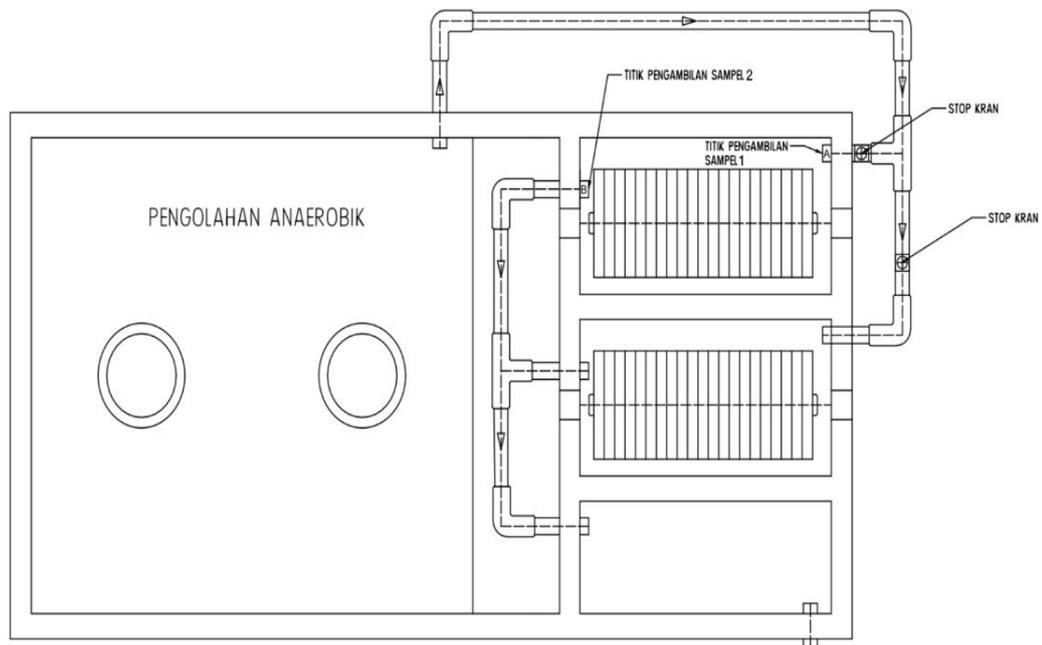
Data yang diambil terdiri dari data IPAL komunal dilakukan pemantauan secara berkala, permasalahan yang terjadi, dan hasil evaluasi dari penelitian terdahulu.

3.3.2 Pengambilan sample

Untuk menganalisis data ada beberapa prosedur yang dilakukan untuk penunjang dari hasil penelitian ini yakni dengan pengambilan sample menggunakan metode composit dengan pengambilan di titik influent dan effluent pada RBC, dan pengambilan tenggat waktu yaitu hari ke 1, hari ke 6, hari ke 8, hari ke 14, hari ke 21, dan hari ke 28

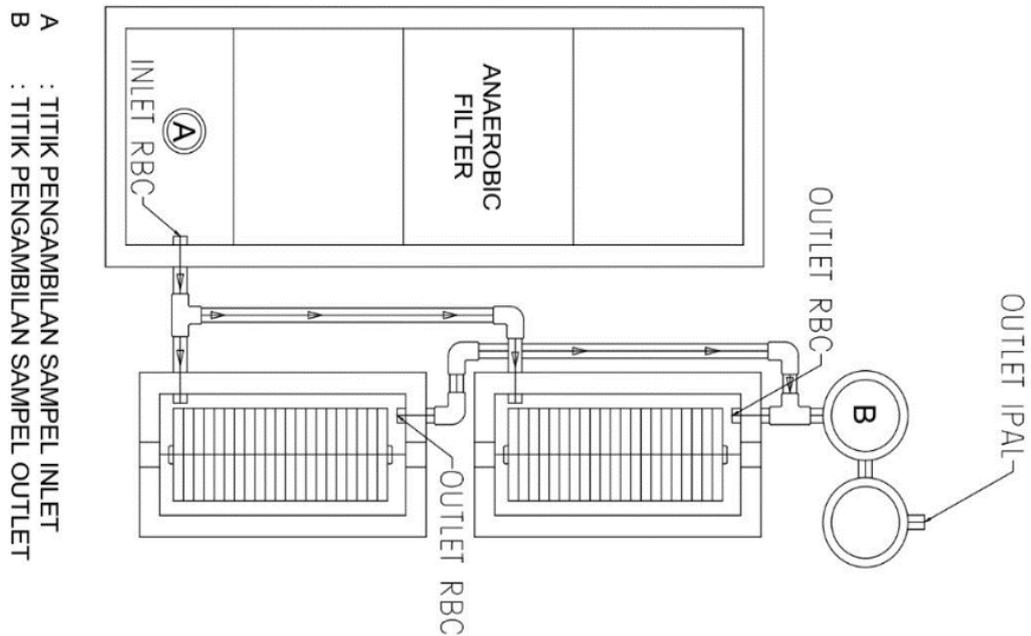
Penentuan pengambilan titik sampling sebagai berikut:

- a. Tirto Mili



Gambar 3. 3 Titik Pengambilan Sampel IPAL Tirtomili

b. Ngudi Mulyo



Gambar 3. 4 Titik Pengambilan Sampel IPAL Ngudimulyo

Tabel 3. 1 Titik, Metode dan Hari Pengambilan Sample

Lokasi	SAMPLING		
	TITIK SAMPLING	METODE SAMPLING	HARI
Tirto Mili	1, 2	<i>Grab Sample</i>	0,1,6,8,14,21,28
Ngudi Mulyo	A, B	<i>Grab Sample</i>	0,1,6,8,14,21,28

3.3.3 Pengujian Sampel

Setelah pengambilan sampel pada IPAL komunal, air limbah akan dilakukan uji laboratorium sesuai dengan parameter yang akan diuji yaitu Amonia, Nitrit dan Nitrat sesuai pada tabel

Tabel 3. 2 Metode Pengujian Parameter

No	Parameter	Satuan	Acuan	Metode Uji
1	Amonia	mg/l	SNI 06-6989.30-2005	spektrofotometri
2	Nitrit	mg/l	SNI 06-6989.9-2004	spektrofotometri
3	Nitrat	mg/l	SNI 3554:2015	spektrofotometri

3.3.4 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui efisiensi kinerja dari unit RBC dalam mengurangi parameter air limbah yaitu, Amonia, Nitrit dan Nitrat sehingga dapat diketahui apakah unit RBC efektif dalam mengurangi polutan dalam air limbah.

Sebelum menentukan efisiensi kinerja unit RBC, diperlukan juga perhitungan dalam menentukan kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat dalam air limbah setelah data hasil pengujian laboratorium didapatkan. Dalam menghitung kadar COD disesuaikan dengan SNI 06-6989.30-2005, SNI 06-6989.9-2004, dan SNI 3554:2015 yaitu:

$$y = bx + a \dots\dots\dots (1)$$

$$x = \frac{y - a}{b} \dots\dots\dots (2)$$

y = nilai adsorbansi

Kemudian jika pengujian menggunakan pengenceran maka,

$$Kadar (mg N/l) = C \times f \dots\dots\dots (3)$$

C = nilai Konsentrasi contoh uji (mg/l)

f = faktor pengenceran

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan ini adalah inti dari laporan yang sudah dibuat, isi dari hasil dan pembahasan berupa gambaran umum pada kedua IPAL komunal, kondisi eksisting pada IPAL komunal Evaluasi pada penyisihan parameter, terdapat 6 sample di setiap satu IPAL yang di uji yakni sample hari ke 1, hari ke 6, hari ke 8, hari ke 14, hari ke 21, dan hari ke 28.

4.1 Gambaran umum IPAL

Gambaran umum IPAL menjelaskan awal mula berdirinya IPAL, titik keberadaan IPAL dan Kapasitas Pelayanan serta teknologi yang digunakan

4.1.1 IPAL Komunal Ngudi Mulyo



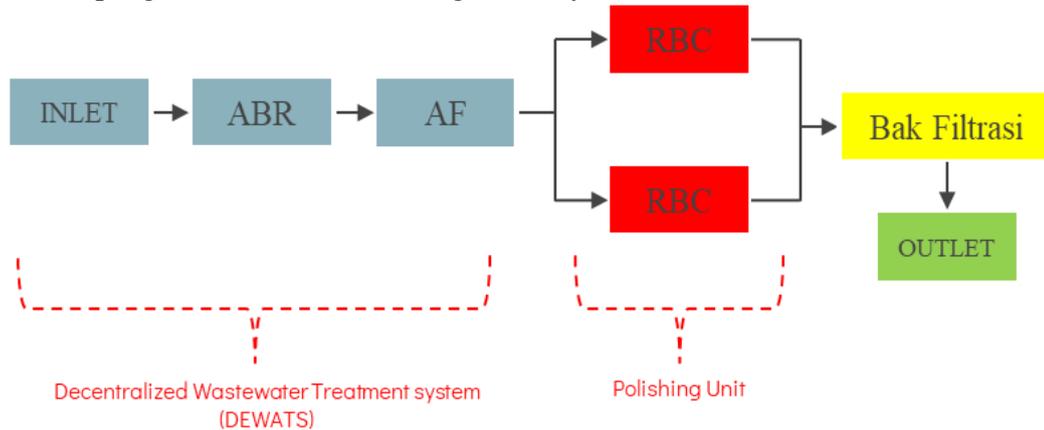
Sumber: (Dokumentasi 2023)

Gambar 4. 1 Kondisi Eksisting IPAL Ngudi Mulyo

IPAL Komunal Ngudi Mulyo terletak di Dusun Mendiro, Desa Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman. IPAL dikelola oleh Kelompok Pengguna dan Pemeliharaan (KPP) IPAL Komunal KSM Ngudi Mulyo yang didirikan pada tahun 2015 dengan bantuan program SANIMAS dan Swadaya Masyarakat Desa Mendiro. IPAL Komunal Ngudi Mulyo menggunakan teknologi Anaerobic Baffled Reactor (ABR), Anaerobic Filter (AF) dan Gravel Filter. Seiring berjalannya waktu, IPAL Ngudi Mulyo mendapat bantuan dari PUSTEKLIM untuk menambah 2 unit pengolahan aerobik, menggunakan RBC lattice 3 dimensi. IPAL Komunal Ngudi

Mulyo saat ini melayani 68 KK atau 256 jiwa dengan 61 SR Sambungan Rumah (SR) dengan kapasitas 500 jiwa. Sebelum air hasil olahan dibuang, air hasil olahan IPAL Ngudi Mulyo dialirkan ke kolam ikan sebagai indikator beroperasinya secara normal limbah hasil olahan IPAL.

Sistem pengolahan limbah IPAL Ngudi Mulyo:



Gambar 4. 2 Sistem pengolahan limbah IPAL Ngudi Mulyo

4.1.2 IPAL Komunal Tirtomili



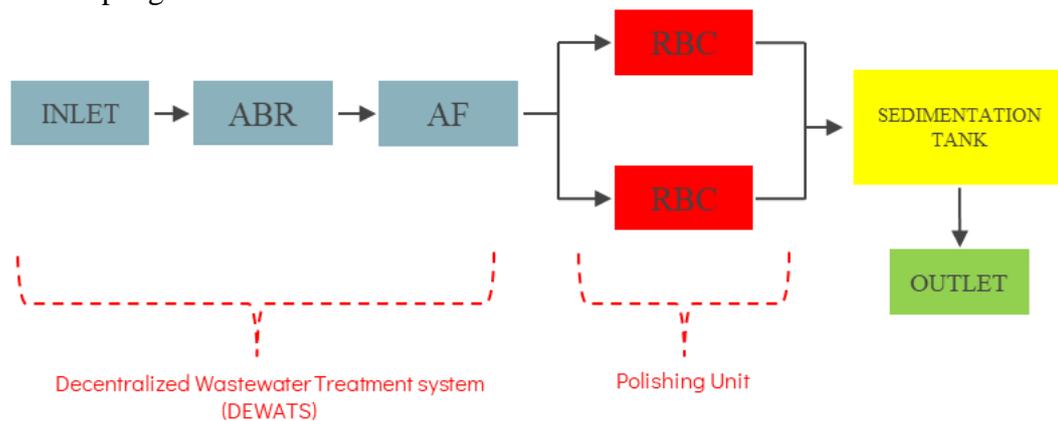
Sumber: (Dokumentasi 2023)

Gambar 4. 3 Kondisi Eksisting IPAL Tirto Mili

IPAL Komunal Tirtomili berada di RT 01 RW 35 Dusun Jongkang, Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman. IPAL dikelola oleh kelompok swadaya masyarakat (KSM) Tirtomili yang mulai beroperasi pada tahun 2014 dengan bantuan pemerintah dan swadaya masyarakat. Pada IPAL Tirtomili digunakan teknologi ABR dengan 12 bilik pengolahan dan 2 unit RBC *lattice 3*

dimensi. IPAL Komunal Tirtomili awalnya hanya diperuntukkan untuk 100 KK kemudian dikembangkan hingga dapat melayani 400 KK yang mencakup 9 RT dari 2 RW di dusun Jongkang. Perawatan rutin yang dilakukan yaitu pengurasan lumpur yang mengendap dalam bak anaerobik kurang lebih sekitar 3 bulan sekali yang dilakukan oleh DLH Yogyakarta. Permasalahan yang ada yaitu hasil efluen yang dihasilkan mengeluarkan bau yang kurang sedap, keruh, dan terdapat film yang mengambang.

Sistem pengolahan limbah IPAL Tirto Mili:



Gambar 4. 4 Sistem pengolahan limbah IPAL Tirto Mili

4.2 Kondisi Eksisting Unit RBC

Mikroorganismen menjadi faktor utama dalam penyisihan bahan organik pada RBC. Penyisihan yang optimal terjadi ketika unit RBC sesuai dengan parameter desain yang sesuai sehingga mikroorganismen dapat tumbuh dengan baik dan dapat menyisihkan bahan organik dengan optimal. Sehingga air limbah yang masuk ke dalam air limbah perlu diperhatikan dan dipantau secara berkala agar penyisihan yang dilakukan unit RBC dapat berjalan secara optimal.

Berikut ringkasan dari gambaran umum dari setiap IPAL:

Tabel 4. 1 Ringkasan Kondisi Tiap IPAL

No	Kriteria	IPAL Komunal Ngudi Mulyo	IPAL Komunal Tirtomili
1	Lokasi	Jl. Jagalan, Mendirol, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman	RT 01 RW 35 Dusun Jongkang, Sariharjo, Ngaglik, Sleman
2	Pendiri	KSM Ngudi Mulyo	KSM Tirtomili
3	Tahun Berdiri	2016	2014

4	Kapasitas Maksimum	100 KK	200 KK
5	Kapasitas saat ini	68 KK	364 KK
6	Teknologi	ABR + RBC	ABR + RBC
7	Pengurusan		
8	Permasalahan		Efluen berbau dan masih berwarna keruh

Berikut adalah Review Desain Pada Unit RBC :

Tabel 4. 2 Review Desain Unit RBC

Parameter	Kriteria Desain	IPAL komunal Ngudi Mulyo ¹	IPAL komunal Tirtomili ²
Debit (m ³ /hari)	–	1,85 ± 0,35	131,24 ± 6,41
pH	7,5 – 8,5*	7,714 ± 0,4	7,43 ± 0,17
Suhu (°C)	20 – 30*	28,25 ± 0,88	28,50 ± 0,95
DO (mg/l)	≥ 2**	2,99 ± 0,56	0,82 ± 0,58
HLR (m ³ /m ² .hari)	50 - 100	7,3 ± 1,5	337,3 ± 12,5
OLR (gr.BOD/m ² .hari)	< 4,5***	0,03 ± 0,003	4,5 ± 0,6
HRT (jam)	2 – 4	14,6 ± 2,51	1,01 ± 0,04

*Waqas, *et al.*, 2023

** Said, 2005

*** Lin, 1999

¹Rahma

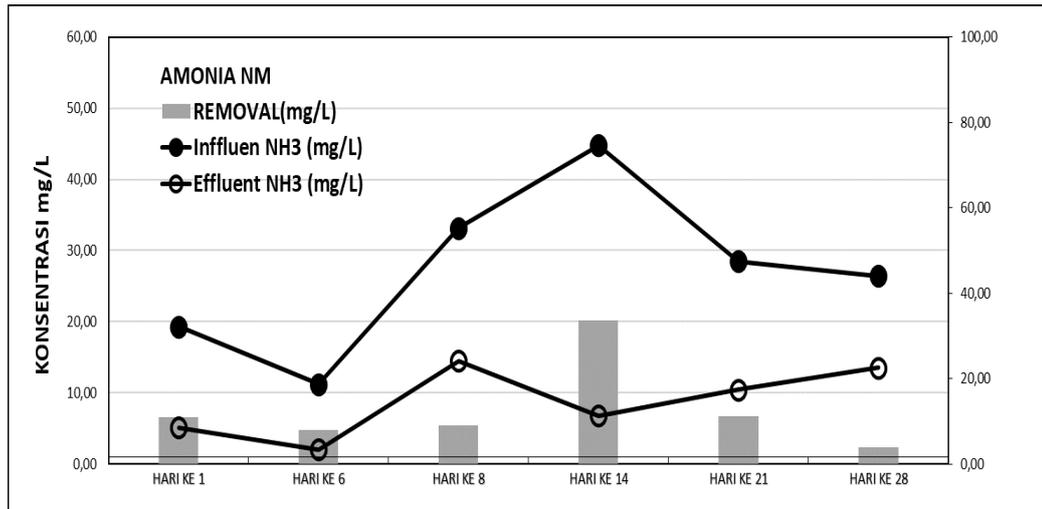
²Vido

Tabel menunjukkan kriteria desain dan kondisi eksisting pada unit RBC pada IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili. Kondisi eksisting yang sesuai dengan kriteria desain akan membuat penyisihan yang terjadi pada unit RBC menjadi optimal karena faktor utama yang mempengaruhi performa RBC yaitu kondisi pH, suhu, DO, HLR, OLR, dan HRT (Cortez, *et al.*, 2008).

4.3 Evaluasi Kemampuan Penyisihan Amonia

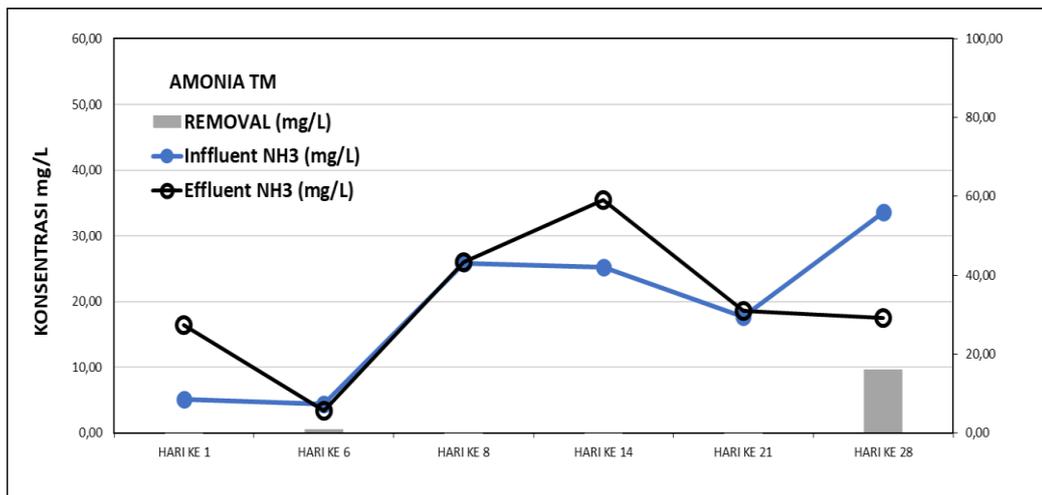
Amonia (NH₄) merupakan merupakan senyawa nitrogen, Amonia dalam air limbah domestic berasal dari buangan pada manusia yang akan diuraikan pada zat organik secara mikrobiologi.

Berikut adalah penyisihan Amonia pada IPAL komunal Ngudi mulyo:



Gambar 4. 5 Grafik Penyisihan Amonia di IPAL Komunal Ngudi Mulyo

Berikut adalah penyisihan Amonia pada IPAL komunal Tirto Mili:



Gambar 4. 6 Grafik Penyisihan Amonia di IPAL Komunal Tirto Mili

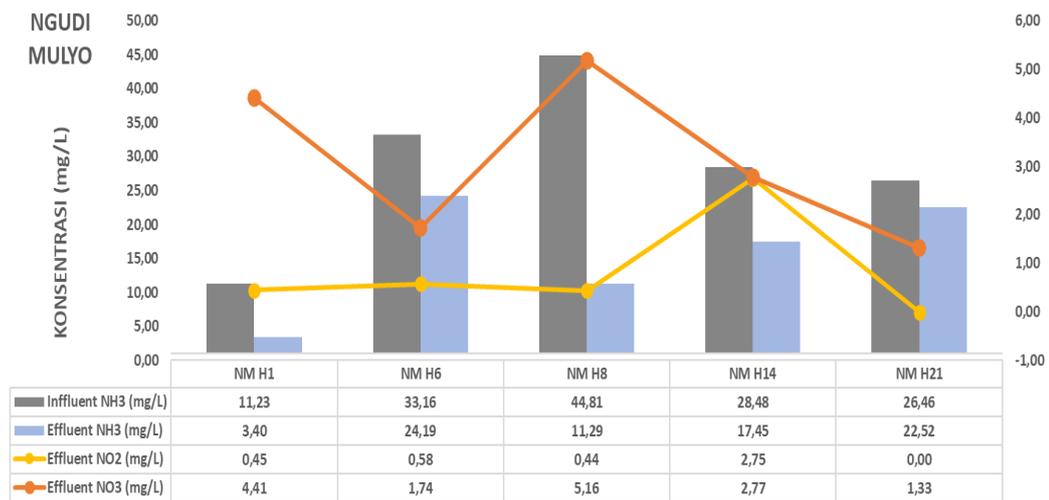
Pada gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan hasil pengujian kadar Amonia pada influent dan efluent unit RBC di IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili. Kadar Amonia influent unit RBC pada IPAL komunal Ngudi Mulyo selama satu bulan pengujian didapatkan kadar Amonia berkisar antara 10,45 mg/l – 26,46 mg/l dan pada bagian efluen berkisar antara 5,46 mg/l – 22,52 mg/l. Sedangkan pada IPAL komunal Tirtomili kadar Amonia influent pada unit RBC berkisar antara 4,33 mg/l – 33,55 mg/l dan pada bagian efluen yaitu berkisar antara 3,43 mg/l – 35,54 mg/l.

HRT dalam desain IPAL Tirto Mili tidak sesuai dengan kriteria desain, HRT dalam RBC mempengaruhi efektifitas dalam pengolahan air limbah termasuk kadar amonia di dalam air limbah, peningkatan HRT pada teknologi RBC dapat

meningkatkan efisiensi dari nitrifikasi, dikarenakan semakin lama limbah di dalam teknologi RBC maka dalam proses biodegradasi limbah oleh mikroorganisme berlangsung, namun HRT yang terlalu lama juga tidak terlalu bagus dikarenakan pertumbuhan mikroorganisme menjadi tidak seimbang dan dapat mempengaruhi efisiensi pengolahan limbah itu sendiri, oleh karena itu HRT harus optimal dengan dipilihnya yang efektif dan efisien untuk melakukan pengoptimalisasi dalam proses pengolahan limbah, terutama nitrifikasi.

Performa Nitrifikasi Pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili:

Pentingnya nitrifikasi pada penyisihan amonia pada air limbah karena senyawa amonia sangat beracun bagi organisme hidup jika terdapat konsentrasi tinggi, proses ini merubah Amonia menjadi Nitrit, dan Nitrit berubah menjadi Nitrat.



Gambar 4. 7 grafik peforma nitrifikasi pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa adanya proses nitrifikasi pada unit RBC IPAL Ngudi Mulyo. Proses nitrifikasi adalah proses pengubahan senyawa amonia menjadi nitrit dan nitrit menjadi nitrat.



Gambar 4. 8 grafik peforma nitrifikasi pada IPAL Komunal Tirto Mili

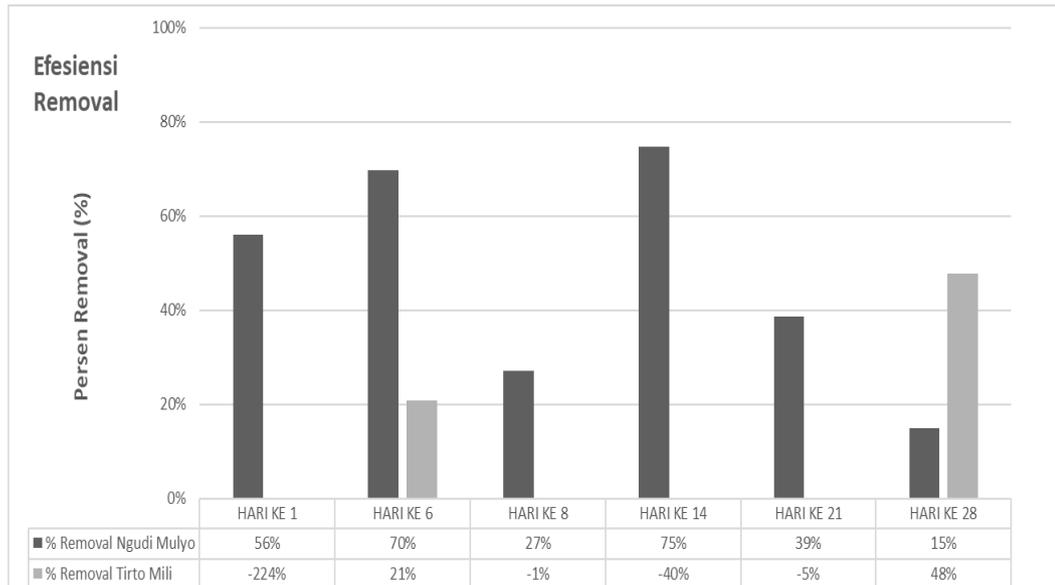
Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa adanya proses nitrifikasi pada unit RBC IPAL Tirto Mili.

Tetapi walaupun kedua IPAL dapat melakukan nitrifikasi, belum tentu dalam proses dalam nitrifikasi berjalan dengan optimal, dari studi (Waqas,et all 2023) menunjukkan bahwa untuk melakukan nitrifikasi yang efisien dalam RBC dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu termasuk kriteria desain RBC, HRT, DO, pH dan suhu

- HRT yang optimal akan memberikan waktu yang cukup bagi bakteri nitrifikasi untuk menghilangkan amonia pada air limbah
- Do dengan konsentrasi di atas 2 mg/L mendukung nitrifikasi aerobik
- pH pada air limbah harus dipertahankan antara 6-8,5 untuk mencegah toksitas amonia pada mikroorganisme
- suhu yang optimal antara 20-30 °C

Perbandingan efisiensi removal IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili:

Studi telah menunjukkan bahwa Secara keseluruhan, RBC telah menunjukkan efisiensi penghilangan Amonia yang sangat baik, dengan penghilangan yang dilaporkan berkisar antara 70% hingga 90% menurut (Waqas,et all 2023).



Gambar 4. 9 grafik Perbandingan efisiensi removal IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili

Pada gambar 4.9 merupakan perbandingan efisiensi removal Amonia dalam IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili. Dari gambar tersebut didapatkan efisiensi removal Amonia pada IPAL Ngudi Mulyo paling tinggi didapatkan pada hari ke-14 dengan 75% dan paling kecil pada hari ke-28 dengan 15%, sehingga jika dirata-rata keseluruhan didapatkan efisiensi sebesar 47%. Sedangkan pada IPAL komunal Tirtomili efisiensi paling tinggi didapatkan efisiensi sebesar 68% pada hari ke-1 dan paling kecil yaitu -224% pada hari ke-1, sehingga jika dirata-rata keseluruhan didapatkan efisiensi sebesar 0%.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu dengan penghilangan yang dilaporkan berkisar antara 70% hingga 90% menurut (Waqas, et all 2023), sehingga jika dibandingkan dengan hasil penelitian pada IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili yang rata-rata efisiensi removal Amonia sebesar 68% dan 0% maka RBC pada IPAL komunal Ngudi Mulyo memiliki penyisihan Amonia yang cukup optimal jika dibanding dengan unit RBC pada IPAL komunal Tirtomili

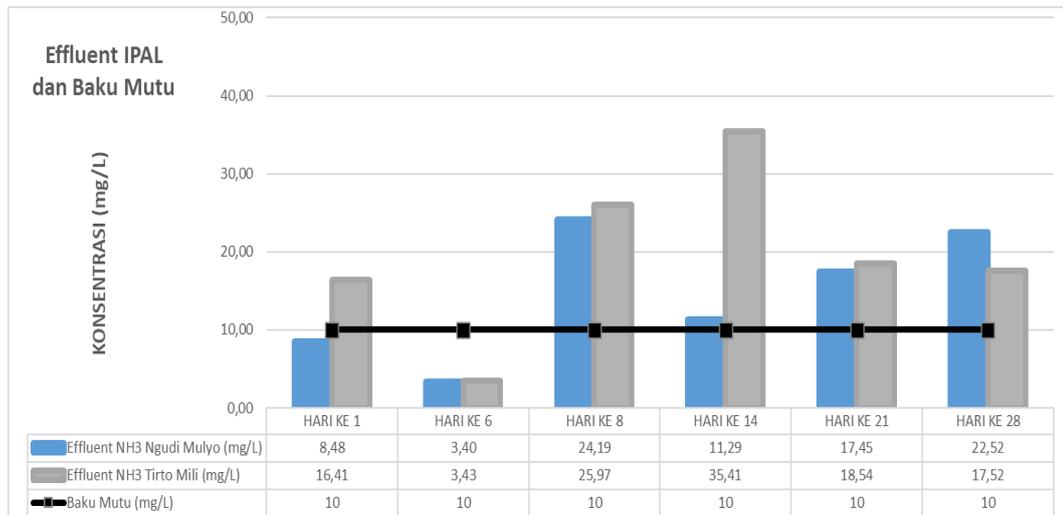
Kesesuaian Baku Mutu pada IPAL Komunal Ngudi Mulyo dan Tirto Mili:

Dalam kesesuaian baku mutu menggunakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Tabel 4. 3 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 - 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/Orang/Hari	100

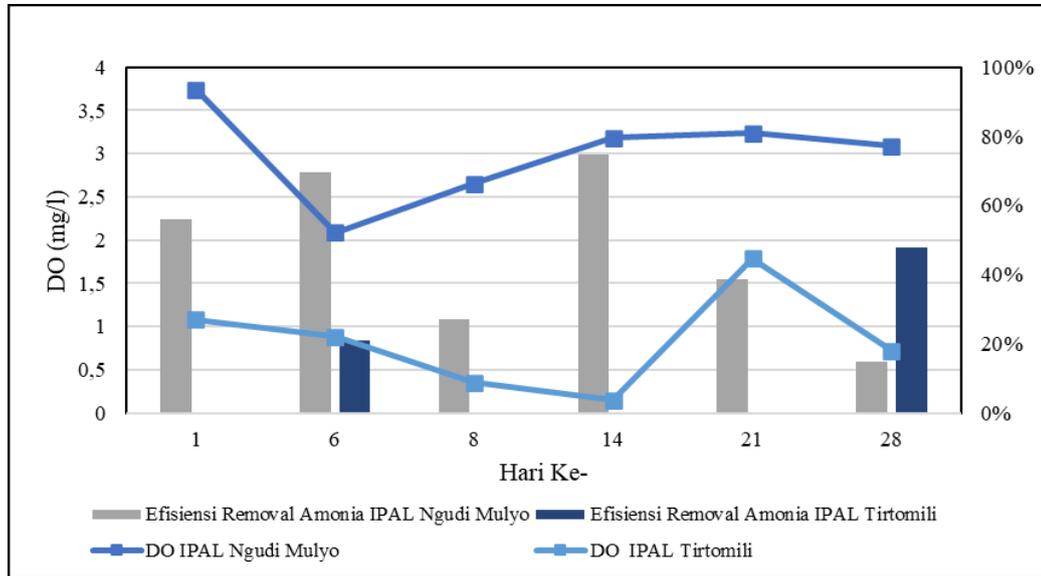
*Permen LHK Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016



Gambar 4. 10 Perbandingan Kadar Amonia pada Efluen unit RBC dengan Baku Mutu

Dalam mengetahui kualitas efluen air limbah untuk parameter Amonia hasil pengujian akan dibandingkan dengan standar baku mutu yang berlaku, yaitu Permen LHK No 69 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik dengan kadar Amonia maksimum yang diperkenankan masuk ke dalam badan air Tabel 4.2 yaitu 10 mg/l. Sehingga dari hasil pengujian yang dilakukan hasil efluen air limbah pada Amonia masing-masing masih melebihi baku mutu yaitu rata-rata sebesar

13,25 mg/L untuk IPAL Ngudi Mulyo dan 18,09 mg/L untuk IPAL Tirto Mili. pada kedua IPAL masih perlu dilakukan pemantauan secara berkala karena masih terdapat beberapa sampel efluen RBC yang masih melebihi baku mutu.



Gambar 4. 11 Perbandingan Kadar DO dan Efisiensi Removal Amonia pada IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili

Masih adanya beberapa kadar dari parameter Amonia yang tinggi pada IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili ini bisa disebabkan karena kurangnya kadar DO (*Dissolved Oxygen*) dan beban jumlah beban organik yang masuk ke dalam unit RBC. Gambar 4.11 menunjukkan perbandingan kadar DO dan efisiensi removal pada konsentrasi Amonia IPAL ngudi Mulyo dan Tirtomili. Kadar DO pada air limbah di unit RBC Ngudi Mulyo memiliki kadar DO berkisar antara 2,09 – 3,74 mg/l dan pada unit RBC Tirtomili berkisar antara 0,15 – 1,79 mg/l. Menurut Cortez (2013) kadar DO pada RBC setidaknya memiliki kadar 2 mg/l agar mikroorganisme aerobik dapat hidup dengan baik dan kebutuhan DO harus berbanding lurus dengan jumlah beban organik yang masuk ke dalam unit RBC. Jika kadar DO kurang dari 2 mg/l akan membuat kondisi unit RBC menjadi anaerobic. Terjadinya kondisi anaerobic menyebabkan terjadinya kelainan pada pertumbuhan media biofilm menjadi berbentuk seperti gelatin berwarna putih dan agak transparan (Said, 2005). Hal ini membuat mikroorganisme di dalam unit RBC tidak dapat bekerja secara optimal dalam menyisihkan kadar Amonia yang ada dalam air limbah karena kurangnya kadar DO dan kondisi di dalam unit RBC menjadi anaerobik.



Sumber: (Dokumentasi 2023)

Gambar 4. 12 (1) Disk RBC IPAL komunal Ngudi Mulyo (2) Disk RBC IPAL komunal Tirtomili

Dari gambar 4.12 bisa dilihat perbedaan biofilm yang menempel pada media pada unit RBC. Pada unit RBC di IPAL komunal Ngudi Mulyo memiliki biofilm yang tipis dan berwarna coklat, hal ini menandakan mikroorganisme di dalam media hidup dengan baik. Tetapi biofilm yang terbentuk pada IPAL komunal Tirtomili memiliki lapisan yang lebih tebal berwarna putih keabuan seperti gelatin dan agak transparan, hal ini dikarenakan kurangnya kadar DO pada air limbah sehingga kondisi pada air limbah menjadi anaerobik dan mikroorganisme yang banyak hidup di dalam media biofilm adalah mikroorganisme pereduksi sulfur. Oleh karena itu akan timbul gas H_2S sehingga menimbulkan bau yang kurang sedap pada IPAL komunal (Said, 2005). Dan bisa juga dikaitkan dengan data kondisi

eksisting pada tabel 4.2 Dan data nitrifikasi Gambar 4.7 dan 4.8 pada kedua IPAL untuk unit RBC tidak berjalan dengan optimal dan pada effluent menjadi tidak baik.

Dengan ini perlunya ditingkatkan dengan mengoptimalkan desain RBC, meningkatkan HRT, mengontrol tingkat DO dan pH, dan mempertahankan suhu optimal.

4.4 Peningkatan Efisiensi Penyisihan Amonia

Hasil penyisihan kadar Amonia pada IPAL komunal Ngudi Mulyo dan IPAL komunal Tirto Mili masih belum optimal dalam menyisihkan kadar Amonia dalam air limbah karena rata rata dari kedua IPAL masih melewati batukumulat yang sudah di atur

Penyisihan Amonia oleh unit RBC di IPAL komunal Ngudi Mulyo dan Tirtomili masih perlu dilakukan peningkatan, hal ini karena fungsi utama IPAL komunal yaitu untuk menjaga agar air limbah domestik tidak mencemari lingkungan sehingga outlet IPAL komunal harus sesuai dengan baku mutu yang berlaku. Dengan mengoptimalkan desain RBC, HRT, DO, pH, dan suhu untuk peningkatan nitrifikasi, ada cara lain untuk meningkatkan penyisihan amonia yaitu dengan penambahan unit setelah unit RBC.

Peningkatan efektifitas penyisihan Amonia juga disesuaikan dengan DEWATS dimana unit yang akan ditambahkan memiliki kriteria mudah dalam pengaplikasian, operasional dan perawatan, kebutuhan energi yang rendah dan memiliki penyisihan yang optimal. Alternatif teknologi yang digunakan sesuai dengan tabel 4.4

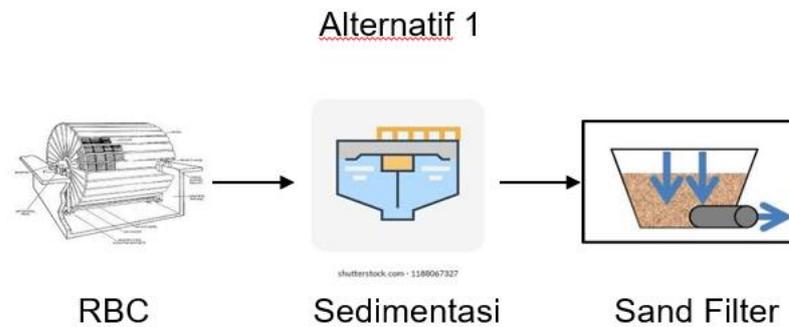
Tabel 4. 4 Perbandingan Efektifitas Penyisihan Amonia

Parameter	Efektifitas Penyisihan	
	Alternatif 1	Alternatif 2
	RBC+ Sedimentasi + <i>Sand Filter</i>	Sedimentasi + Filter Zeolit dan Arang Aktif
Amonia (NH ₃ ⁺)	98,58% *	97,35% **

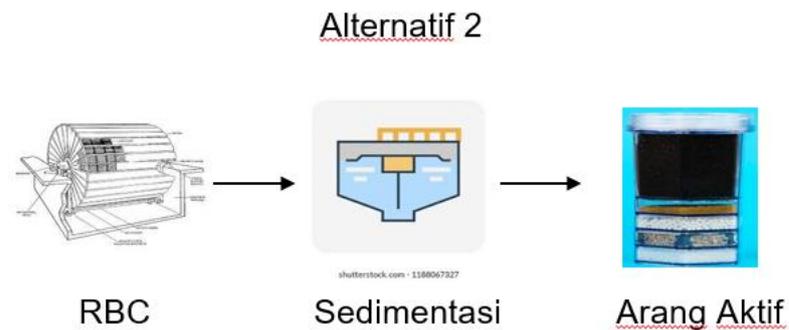
*(Sareh Aghababae, et all 2022)

**Asadiya dan Karnaningroem (2018)

Dengan beberapa alternatif desain pada penambahan unit seperti:



Gambar 4. 13 Penambahan unit alternatif 1



Gambar 4. 14 Penambahan unit alternatif 2

4.4.1 Perhitungan Bak Sedimentasi Akhir

Bak sedimentasi pada proses pengolahan air limbah berfungsi untuk proses pengendapan padatan tersuspensi dan biofilm yang terlepas dari media RBC. Berikut merupakan kriteria desain bak sedimentasi pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Kriteria Desain Bak Sedimentasi

Parameter Desain	Satuan	Bak Pengendapan Akhir
Waktu Tinggal	Jam	2
Overflow Rate	m ³ /m ² .hari	20 - 30
P : L	m	3:1 – 5:1
Kedalaman	m	2,5 - 4,0
Freeboard	cm	40-60
Slope dasar	mm/m	1/100 – 2/100

Diameter Pipa Lumpur	mm	≥ 200
----------------------	----	------------

Sumber : Said, 2005

Parameter desain digunakan sebagai acuan dalam perhitungan kebutuhan bak sedimentasi. Berikut merupakan perhitungan bak sedimentasi:

$$\text{Debit (Q)} : 131 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Waktu tinggal (T)} : 2 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Bak (V)} : T &= 24 \frac{V}{Q} \\ &: \frac{131 \text{ m}^3 \times 2 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \end{aligned}$$

$$V : 10,92 \text{ m}^3$$

$$\text{Panjang (P)} : 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (L)} : 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman (H)} : 2,5 \text{ meter}$$

$$V = P \times L \times H$$

$$10,92 \text{ m}^3 = 3 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times H$$

$$H = \frac{10,92 \text{ m}^3}{4,5 \text{ m}}$$

$$H = 2,43 \sim 2,5 \text{ m (memenuhi)}$$

$$\text{L. Permukaan (A)} : P \times L$$

$$: 3 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 4,5 \text{ m}^2$$

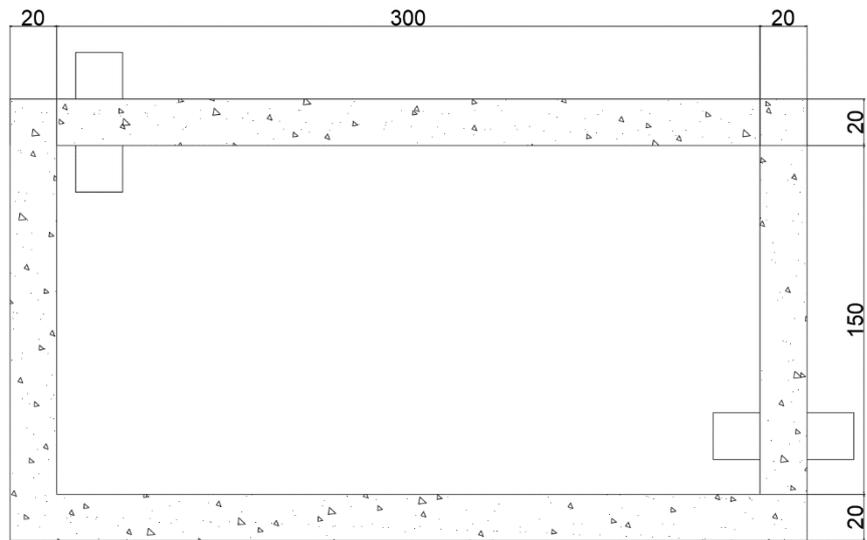
Overflow Rate (V_0):

$$V_0 = \frac{Q}{A}$$

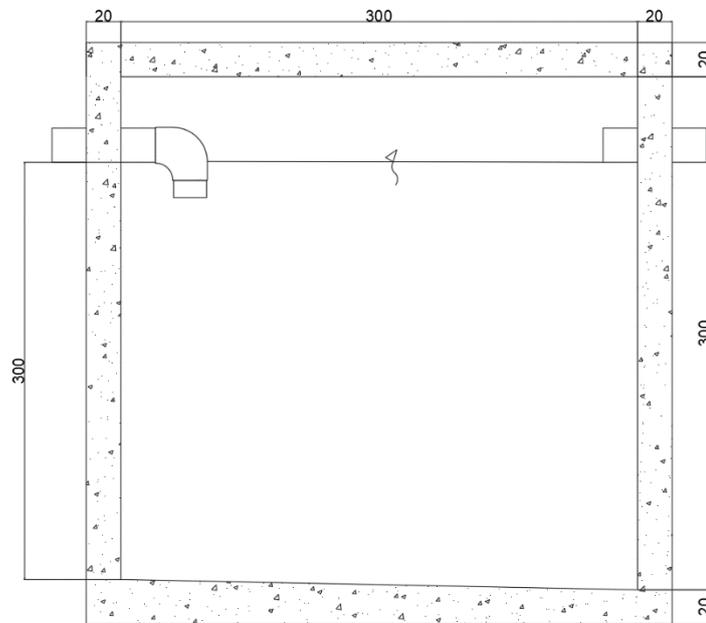
$$V_0 = \frac{131 \text{ m}^3/\text{hari}}{4,5 \text{ m}^2}$$

$$V_0 = 29,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari (memenuhi)}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan rancangan bak sedimentasi pada gambar 4.15 dan 4.16.



Gambar 4. 15 Tampak Atas Bak Sedimentasi



Gambar 4. 16 Tampak Samping Bak Sedimentasi

4.4.2 Perhitungan Sand Filter

Setelah melewati bak sedimentasi aliran air limbah akan dimasukkan ke dalam *sand filter*. *Sand filter* efektif dalam menurunkan kadar Amonia pada air limbah dan memiliki kecepatan penyaringan yang cukup cepat. Berikut merupakan kriteria desain *sand filter* pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Kriteria Desain Sand Filter

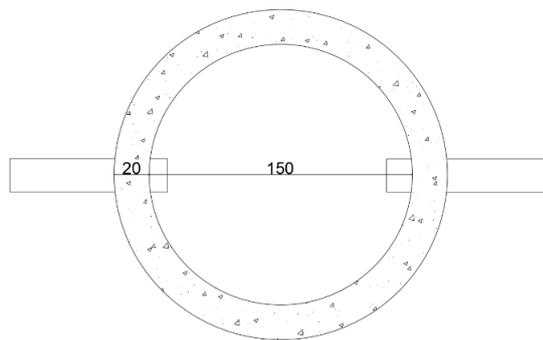
Parameter Desain	Satuan	Rapid Sand Filter
Kecepatan Penyaringan	m ³ /m ² .hari	120 - 150
Diameter Efektif Pasir	mm	0,45 - 0,70
Koefisien Kerataan	-	< 1,7
Luas permukaan filter	m ²	< 150
Tebal Lapisan Pasir	mm	600 - 700
Tebal Lapisan Penyangga	mm	300 - 500
Ketinggian Air	m	> 1

Sumber : Said, 2005

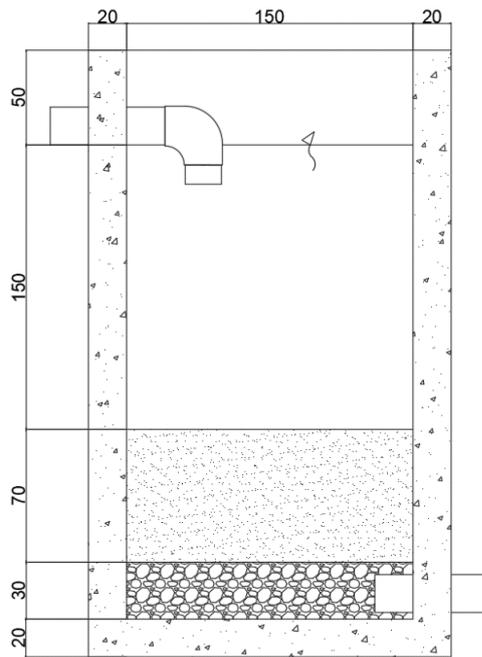
Dengan kriteria diatas dapat dihitung kebutuhan *sand filter* sebagai berikut:

- Debit (Q) : 131 m³
- Kecepatan Penyaringan : 120 m³/m².hari = 5 m³/m².jam
- Diameter (D) : 1,5 m
- Luas Permukaan : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,5^2$
: 1,77 m²
- Kapasitas Debit Inlet : *rate filtrasi* × *Luas SF* × 24 jam
: 5 m³/m².jam × 1,77 m² × 24 jam
: 211,95 m³/hari (memenuhi)

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan rancangan *sand filter* yang ditunjukkan pada gambar 4.17 dan 4.18.



Gambar 4. 17 Tampak Atas Unit Sand Filter



Gambar 4. 18 Tampak Samping Unit Sand Filter

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Dengan kondisi eksisting nitrifikasi pada kedua IPAL untuk unit RBC tidak berjalan dengan optimal dan pada effluent menjadi tidak baik.
2. Efisiensi pengolahan unit RBC dalam menyisihkan Amonia pada IPAL komunal Ngudi Mulyo yaitu rata-rata sebesar 47% sehingga lebih tinggi dibanding dengan unit RBC pada IPAL komunal Tirtomili yaitu sebesar 0% hal ini terjadi karena tidak optimalnya HRT, DO dan pH, dan suhu optimal.
3. Dengan mengacu ke baku mutu PERMEN LHK NO P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dalam penyisihan Amonia di kedua IPAL dalam penyisihan Amonia masing-masing masih melebihi baku mutu yaitu rata-rata sebesar 13,25 mg/l untuk IPAL Ngudi Mulyo dan 18,09 mg/l untuk IPAL Tirto Mili.

5.2 Saran

1. Diperlukan nya investigasi ulang dalam upaya meningkatkan performa penyisihan di kedua IPAL yaitu Tirto Mili dan Ngudi Mulyo
2. Perlu adanya penyujian selain seperti minyak & lemak, TN, atau Total coliform untuk memperkuat investigasi dalam upaya meningkatkan performa penyisihan di kedua IPAL yaitu Tirto Mili dan Ngudi Mulyo

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., & Wesen, P. (2015). Pengolahan air limbah domestik menggunakan biofilter anaerob bermedia plastik (bioball). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 55-66.
- Jasim, N. A. (2020). *The Design for Wastewater Treatment Plant (WWTP) with GPS X Modelling*. Cogent Engineering. 7(1).
- Dhama Susanthi, Moh. Yanuar J. Purwanto , dan Suprihatin (2018). Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor.
- Metcalf, E. (2003). *Inc., Wastewater Engineering, Treatment and Reuse*. New York: McGraw-Hill
- Sharjeel Waqas, Muhammad Roil Bilad, Zakaria B Man., (2021). Performance and energy Consumption Evaluation of Rotating Biological Contactor for Domestic Wastewater Treatment. *Indonesia Journal of Science and Technology* 6 (1) (2021) 101-112
- Marsidi, R., & Herlambang , A. (2002). Proses Nitrifikasi Dengan Sistem Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah Yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3), 196.
- Ditjen Cipta Karya. (2016). *Pedoman Penyusunan Rencana Induk Sistem Pengolahan Air Limbah*. Kemneterian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat: Jakarta.
- Fuchigami, S. Hatamoto, M. Takagi, R. Watari, T. Yamaguchi, T. (2020). *Performance Evaluation and Microbial Community Structure of Mesh Rotating Biological Reactor Treating Sewage*. *J. Water Process. Eng.* 37, 101456.
- Irfan, M. Waqas, S. Khan, J.A.; Rahman, S. Kruszelnicka, I. Ginter-Kramarczyk, D.; Legutko, S. Ochowiak, M. Włodarczak, S. Czernek, K. (2022). *Effect of Operating Parameters and Energy Expenditure on the Biological Performance of Rotating Biological Contactor for Wastewater Treatment*. *Energies*. 15, 3523.
- Joanna Szulżyk-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. 19(6):247–255.
- Lee, J. Ahn, W.-Y. Lee, C.-H. (2001). *Comparison of the Filtration Characteristics Between Attached and Suspended Growth Microorganisms In Submerged Membrane Bioreactor*. Water Res. 35, 2435–2445.
- Najafpour, G. Zinatizadeh, A. Lee, L. (2006). *Performance of a Three-stage Aerobic RBC Reactor in Food Canning Wastewater Treatment*. Biochem. Eng. J. 30, 297–302
- Said, Nusa I. (2005). *Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Reaktor Biologis Putar (Rotating Biological Contactor) dan Parameter Disain*. Jurnal Air Limbah 1 (2) 178-188.
- Soleimani, A. Hamed, S. Babaeipour, V. Rouhi, M. (2021). *Design, Construction and Optimization a Flexible Bench-scale Rotating Biological Contactor (RBC) for Enhanced Production of Bacterial Cellulose by Acetobacter Xylinium*. Bioprocess Biosyst. Eng. 44, 1071–1080.
- Waqas, S. Bilal, M.R. Huda, N. Harun, N.Y. Md Nordin, N.A.H. Shamsuddin, N. Wibisono, Y. Khan, A.L. Roslan, J. (2021). *Membrane Filtration as Post-Treatment of Rotating Biological Contactor for Wastewater Treatment*. Sustainability. 13, 7287.
- Waqas, S. Harun, N.Y. Sambudi, N.S. Bilal, M.R. Abioye, K.J. Ali, A. Abdulrahman, A. (2023) *A Review of Rotating Biological Contactors for Wastewater Treatment*. Water. 15. 1913.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat dan Bahan serta prosedur uji parameter

1. Amonia

Alat

1. spektrofotometer UV-VIS U-3010 (Hitachi)
2. spektrofotometer DR 2800 portable,
3. timbangan analitik HR-202 (AND),
4. tabung volume 50 mL,
5. labu ukur 25 mL; 100 mL; 500 mL dan 1000 mL,
6. gelas ukur 25 mL,
7. pipet volumetrik,
8. pipet ukur

Bahan

1. Certified Reference Material (CRM) ERA QC plus Nutrients Vial,
2. Amonium klorida (NH_4Cl) pro analis,
3. larutan fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) pro analis,
4. Sodium nitroprusida ($\text{C}_5\text{FeN}_6\text{Na}_2\text{O}$) 0,5%,
5. larutan pengoksidasi (campuran larutan alkalin sitrat,
6. $\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7$ dan Sodium hipoklorit,
7. NaClO 5%),
8. dan reagen Ammonia
9. Test Kit (Merck) yang terdiri dari Ammonia Salicylate Reagent (pereaksi 1) dan Ammonia Cyanurate Reagent (pereaksi 2).

Prosedur Percobaan

- 1) Dengan 25 ml sample air dimasukan kedalam elemeyer.
- 2) Kemudian ditambahkan 1mL larutan fenol dan dihomogenkan.
- 3) Tambahkan 1 mL natrium nitroprusid dan dihomogenkan, setelah itu ditambahkan 2,5 mlarutan pengoksidasi dan dihomogenkan.
- 4) Lalu ditutup menggunakan alumunium foil.
- 5) Kemudian biarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna.
- 6) Masukan kedalam kuvet pada alat spektrofotometer.

- 7) Baca dan catat serapan pada panjang gelombang 420 nm.
- 8) Buat larutan standar NH_3 0,00 , 1,0 , 2,0 , 3,0 , dan 5,0 ppm dengan cara mengencerkan larutan standar NH_3 100 ppm.
- 9) Lakukan prosedur yang sama terhadap sampel pada 25 ml tiap larutan standar.
- 10) Buat kurva kalibrasi antara absorban dengan konsentrasi (ppm). Kemudian tentukan slope (ppm/ unit absorban).

2. Nitrit

Alat

1. spektrofotometer sinar tampak dengan kuvet silica.
2. labu ukur 50 mL; 250 mL; 500 mL dan 1000 mL.
3. pipet volumetrik 1 mL; 2 mL; 5 mL; 10 mL dan 50 mL.
4. pipet ukur 5 mL.
5. gelas piala 200 mL dan 400 mL.
6. erlenmeyer 250 mL.
7. neraca analitik.

Bahan.

1. Glass wool
2. Kertas saring bebas nitrit berukuran pori 0,45 μm .
3. Larutan sulfanilamida, $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$
4. Larutan NED Dihidroklorida.
5. $\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7$ dan Sodium hipoklorit,
6. Larutan natrium oksalat, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05 N
7. Larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,05 N
8. Larutan induk nitrit, 250 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$.
9. Larutan kalium permanganat, KMnO_4 0,05 N.

Prosedur Percobaan

- a. Pipet 50 mL contoh uji, masukkan kedalam gelas piala 200 mL.
- b. Tambahkan 1 mL larutan sulfanilamida, kocok dan biarkan 2 menit sampai dengan 8 menit.

- c. Tambahkan 1 mL larutan NED dihydrochlorida, kocok biarkan selama 10 menit dan segera lakukan pengukuran (pengukuran tidak boleh dilakukan lebih dari 2 jam).
- d. Baca absorbansinya pada panjang gelombang 543 nm. Tambahkan 1 mL natrium nitroprusid dan dihomogenkan, setelah itu ditambahkan 2,5 mlarutan pengoksidasi dan dihomogenkan.

3. Nitrat

Alat

1. Spektrofotometer sinar tunggal atau sinar ganda yang mempunyai kisaran panjang gelombang 190 nm - 900 nm dan lebar celah 0,2 nm - 2 nm serta telah dikalibrasi
2. Pipet volume 50 mL, terkalibrasi
3. Labu ukur 50 mL, terkalibrasi
4. ipet ukur 10 mL, terkalibrasi.

Bahan

1. Larutan HCl 1 N.

Prosedur Percobaan

1. Pembuatan kurva kalibrasi
2. Pipet contoh 50 mL dan masukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL Kertas saring bebas nitrit berukuran pori 0,45 μm .
3. Tambahkan 1 mL HCl 1 N ke dalam larutan standar
4. Periksa contoh dan standar pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 220 nm dan 275 nm..

Lampiran 2 Hasil Analisis Laboratorium

Tabel 1 Konsentrasi Amonia IPAL Ngudi Mulyo

NGUDI MULYO			
HARI	CONSENTRASI	HARI	CONSENTRASI
NM IN H0	10,45	NM OUT H0	5,46
NM IN H1	19,32	NM OUT H1	8,48
NM IN H6	11,23	NM OUT H6	3,40
NM IN H8	33,16	NM OUT H8	24,19
NM IN H14	44,81	NM OUT H14	11,29

NM IN H21	28,48	NM OUT H21	17,45
NM IN H28	26,46	NM OUT H28	22,52

Tabel 2 Efisiensi Removal IPAL Ngudi Mulyo

EFESIENSI REMOVAL	
NM H0	4,99
NM H1	10,84
NM H6	7,83
NM H8	8,97
NM H14	33,52
NM H21	11,04
NM H28	3,94

Tabel 3 Konsentrasi Amonia IPAL Tirto Mili

TIRTO MILI			
HARI	CONSENTRASI	HARI	CONSENTRASI
TM IN H0	29,55	TM OUT H0	9,38
TM IN H1	5,07	TM OUT H1	16,41
TM IN H6	4,33	TM OUT H6	3,43
TM IN H8	25,83	TM OUT H8	25,97
TM IN H14	25,27	TM OUT H14	35,41
TM IN H21	17,73	TM OUT H21	18,54
TM IN H28	33,55	TM OUT H28	17,52

Tabel 4 Efisiensi Removal IPAL Tirto Mili

EFESIENSI REMOVAL	
TM H0	20,17
TM H1	-11,35
TM H6	0,90
TM H8	-0,14
TM H14	-10,14
TM 21	-0,80
TM H28	16,03

Tabel 5 Konsentrasi Nitrit IPAL Ngudi Mulyo

HARI	CONSENTRASI	HARI	CONSENTRASI
NM IN H0	0,12	NM OUT H0	0,15
NM IN H1	0,001	NM OUT H1	0,39
NM IN H6	0,03	NM OUT H6	0,45
NM IN H8	0,004	NM OUT H8	0,58
NM IN H14	0,19	NM OUT H14	0,44
NM IN H21	0,08	NM OUT H21	2,75
NM IN H28	0,01	NM OUT H28	0,00

Tabel 6 Konsentrasi Nitrit IPAL Tirto Mili

TIRTO MILI			
HARI	CONSENTRASI	HARI	CONSENTRASI
TM IN H0	-0,004	TM OUT H0	-0,002
TM IN H1	0,017	TM OUT H1	0,011
TM IN H6	0,023	TM OUT H6	0,040
TM IN H8	0,039	TM OUT H8	0,010
TM IN H14	0,051	TM OUT H14	0,068
TM IN H21	0,091	TM OUT H21	0,103
TM IN H28	0,018	TM OUT H28	0,037

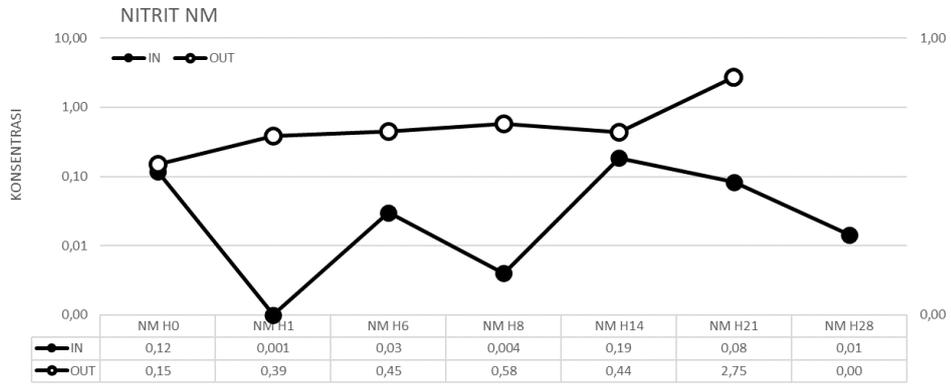
Tabel 7 Konsentrasi Nitrat IPAL Ngudi Mulyo

NGUDI MULYO			
HARI	CONSENTRASI	HARI	CONSENTRASI
NM IN H0	2,83	NM OUT H0	3,01
NM IN H1	2,35	NM OUT H1	2,73
NM IN H6	2,09	NM OUT H6	4,41
NM IN H8	0,41	NM OUT H8	1,74
NM IN H14	2,52	NM OUT H14	5,16
NM IN H21	1,33	NM OUT H21	2,77
NM IN H28	1,99	NM OUT H28	1,33

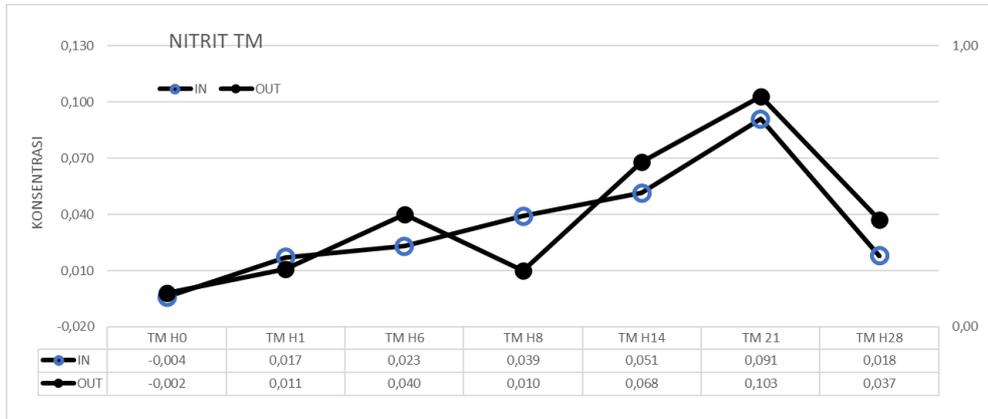
Tabel 8 Konsentrasi Nitrat IPAL Tirto Mili

TIRTO MILI			
HARI	CONSENTRASI	HARI	CONSENTRASI
TM IN H0	1,35	TM OUT H0	0,98
TM IN H1	1,75	TM OUT H1	1,40
TM IN H6	1,79	TM OUT H6	1,86
TM IN H14	2,24	TM OUT H14	2,52
TM IN H21	1,79	TM OUT H21	1,81
TM IN H28	3,72	TM OUT H28	3,72

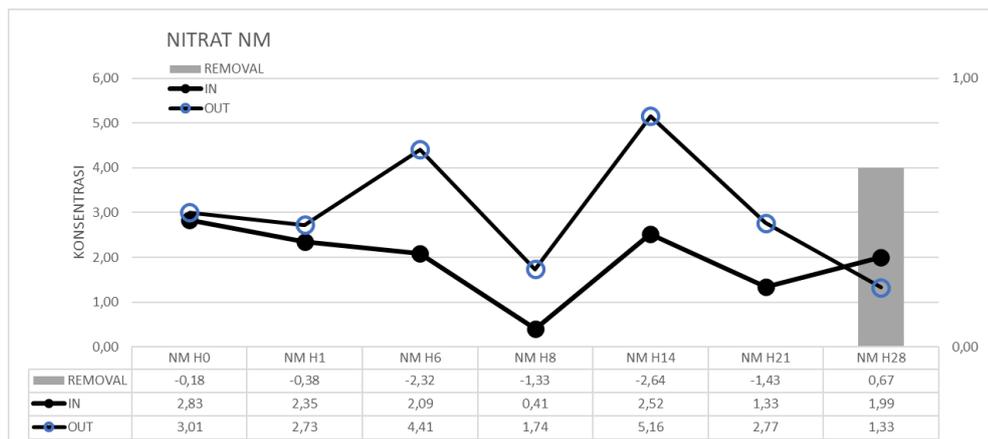
Lampiran 3 Dokumentasi dan Grafik Penelitian



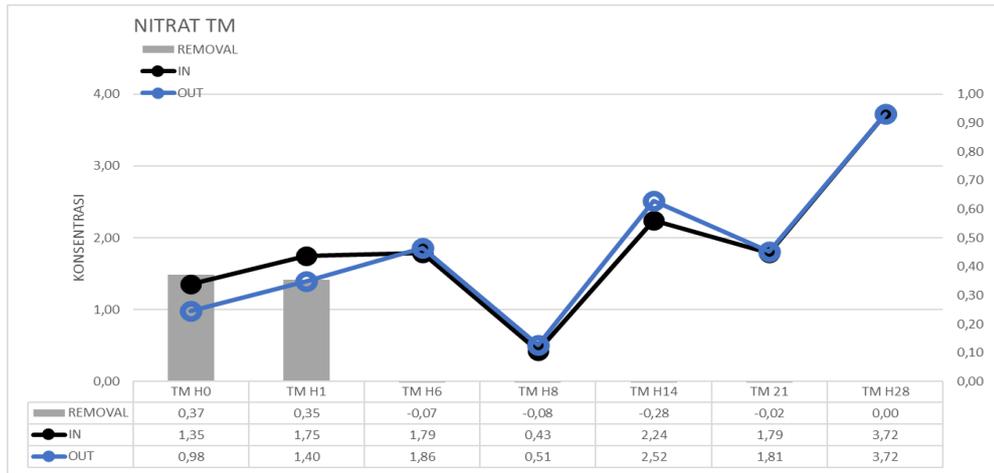
Gambar 1 grafik Konsentrasi Nitrat IPAL Ngudi Mulyo



Gambar 2 grafik Konsentrasi Nitrat IPAL Ngudi Mulyo Tirto Mili



Gambar 3 grafik Konsentrasi Nitrat IPAL Ngudi Mulyo



Gambar 4 grafik Konsentrasi Nitrat IPAL Ngudi Mulyo Tirto Mili

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP

Data Pribadi

Nama : Nadiy Aqwa Effendy
Tempat, Tanggal Lahir : Pangkal pinang, 15 febuari 2001
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status dalam Keluarga : Anak pertama dari 6 bersaudara
Nama Ayah : Amir Effendy
Nama Ibu : Astuti

Latar Belakang Pendidikan

2015 – 2017 : SMP Kartini Batam
2017 – 2019 : SMA Negeri 1 Batam
2019 – Sekarang : Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam
Indonesia

Pengalaman Organisasi

2019 – 2020 Wakil Ketua Unit Kegiatan Mahasiswa Futsal Jurusan
2020 – 2021 Ketua Unit Kegiatan Mahasiswa Futsal Jurusan
2020 – 2021 Anggota Bidang Kajian Strategi Lembaga Eksekutif Mahasiswa
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
2021 – 2022 Anggota Bidang Minat dan Bakat Himpunan Jurusan Mahasiswa
Teknik Lingkungan

Pengalaman Kepanitian

2020 Steering committee Lintas Lingkungan
2022 – 2023 Wakil Ketua EPIC 2022