



Perencanaan Pengelolaan Air Buangan Di Kota Manado Dengan Teknologi Biocleaner (Studi Kasus Kecamatan Wenang)

Masita Sakina^{#a}, Hendra Riogilang^{#b}, Herawaty Riogilang^{#c}

^aProgram Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^ssakinamasita@gmail.com, ^bhendrariogilang001@gmail.com, ^chera28115@gmail.com

Abstrak

Tingginya jumlah penduduk khususnya di Kecamatan Wenang akan sebanding dengan tingginya jumlah air limbah buangan domestik yang kehadirannya dapat mencemari lingkungan apabila tidak diolah dan dikelola dengan baik. Agar dapat menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung di dalamnya sebelum dibuang ke badan sungai, diperlukan fasilitas khusus untuk mengolah air limbah buangan yaitu Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Penelitian ini bertujuan untuk mendesain ulang IPAL Boulevard dengan menggunakan alternatif baru yaitu teknologi *biocleaner*. Tahapan perencanaan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, landasan teori penelitian, pengumpulan data, pengolahan data dan perhitungan desain IPAL. Perencanaan IPAL Kawasan Boulevard Manado diperoleh debit air limbah rata-rata sebesar 0,058 m³/detik dan debit puncak air limbah sebesar 0,076 m³/detik. Hasil perhitungan DED IPAL diperoleh dimensi unit *barscreen* memiliki lebar saluran 1,5 meter dan ketinggian saluran dengan jumlah *bar* atau batang dibutuhkan sebanyak 38 batang, bak pengumpul memiliki panjang 6,75 meter dengan lebar 3,38 meter dan ketinggian 4,5 meter, bak sedimentasi I dengan dimensi panjang 10,8 meter dengan lebar 5,4 meter dan ketinggian 4,5 meter, *Rotating Biological Contactor* (RBC) direncanakan terdapat 5 unit dan memiliki panjang 5,85 meter dengan lebar 2,53 meter dan ketinggian 1,32 meter perunitnya, bak aerasi dengan *biocleaner* dengan dimensi panjang 8 meter dengan lebar 4 meter dan ketinggian 5 meter, *clarifier* dengan dimensi diameter 24,7 meter dengan ketinggian 3,1 meter, dan *Sludge Drying Bed* dengan dimensi panjang 8,15 meter dengan lebar 2,72 meter dan ketinggian 1,22 meter. Rencana kualitas air limbah akhir setelah melalui pengolahan pada IPAL telah memenuhi persyaratan sesuai dengan baku mutu air limbah PERMEN LHK No., 68 Tahun 2016.

Kata kunci: Kecamatan Wenang, IPAL, RBC, Biocleaner

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk di kota Manado mengakibatkan munculnya masalah lingkungan hidup akibat aktivitas manusia (Hendra, 2015). Aktivitas manusia ini pada umumnya menghasilkan limbah buangan. (Ishartanto, 2009). Air buangan ini memerlukan pengelolaan agar dapat mengurangi zat-zat berbahaya yang terkandung di dalamnya sebelum di alirkan ke badan sungai agar lingkungan tidak tercemar sehingga tidak membahayakan makhluk hidup seperti manusia, hewan ataupun tumbuhan sekitar. Maka dari itu fasilitas sanitasi perkotaan diperlukan untuk peningkatan kesejahteraan dan Kesehatan masyarakat (Herawaty, 2016). IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) merupakan solusi bagi permasalahan air buangan yang perlu diolah sehingga memenuhi standar baku mutu sebelum dilepaskan ke badan Sungai (Azifah, 2022).

Kota Manado sendiri sudah memiliki IPAL yang dibangun oleh pemerintah melalui Kementerian PUPR pada tahun 2010 yang berlokasi di Kawasan Boulevard dengan daerah pelayanan awal yang meliputi Kelurahan Wenang Utara dan Kelurahan Wenang Selatan. Terdapat rencana untuk memperluas daerah pelayanan ke seluruh wilayah kecamatan, namun

rencana tersebut terhenti hingga IPAL Kawasan Boulevard tersebut tidak bisa beroperasi. Berdasarkan rencana perluasan daerah layanan IPAL dan beberapa permasalahan yang didapatkan saat peninjauan eksisting, maka dibutuhkan perencanaan terbaru untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah yang lebih efisien dengan penambahan teknologi alternatif terbaru yang dapat mengoptimalkan kinerja IPAL Kawasan Boulevard Kota Manado. Pengolahan air buangan dengan teknologi *Biocleaner* merupakan salah satu solusi yang ditawarkan. Bakteri yang direkayasa dapat digunakan sebagai organisme pembersih (*biocleaner*) jenis polutan (limbah) yang dimungkinkan menghasilkan bahan yang lebih bernilai ekonomi (Irianto, 2018). Dengan teknologi *Biocleaner* ini, pencemaran lingkungan dapat dicegah dan taraf kesehatan masyarakat dapat ditingkatkan. Diharapkan IPAL ini dapat dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat khususnya dalam kaitan dengan pengelolaan Air Bersih di Kecamatan Wenang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana desain IPAL Boulevard dengan menggunakan teknologi *Biocleaner*?

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain ulang IPAL Boulevard dengan menggunakan alternatif baru yaitu teknologi *biocleaner*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk menunjang pembangunan dan rekomendasi teknologi terbaru mengenai alternative Pengelolaan air buangan domestik yang efektif dan efisien bagi Kota Manado.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

- Lokasi penelitian bertempat di IPAL Kawasan Boulevard Kota Manado
- Target daerah pelayanan IPAL Kawasan Boulevard Kota Manado adalah Kecamatan Wenang
- Desain unit IPAL hanya meliputi unit barscreen, bak pengumpul, bak sedimentasi 1, *Rotating Biological Contactor* (RBC), bak aerasi (*biocleaner*), *clarifier*, dan *sludge drying bed*
- Debit air limbah diperoleh dari data proyeksi penduduk Kelurahan Karame di Kota Manado
- Tidak melakukan perencanaan jalur distribusi air limbah dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

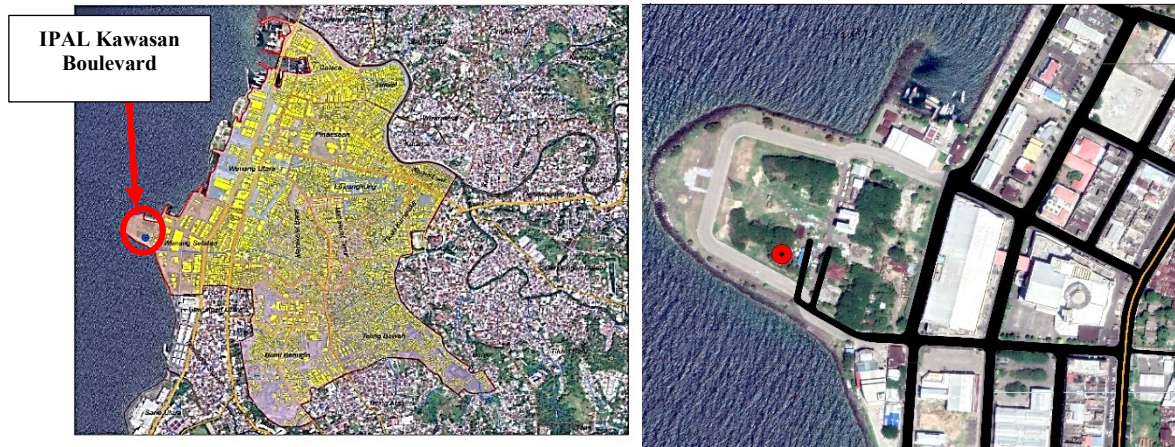
2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

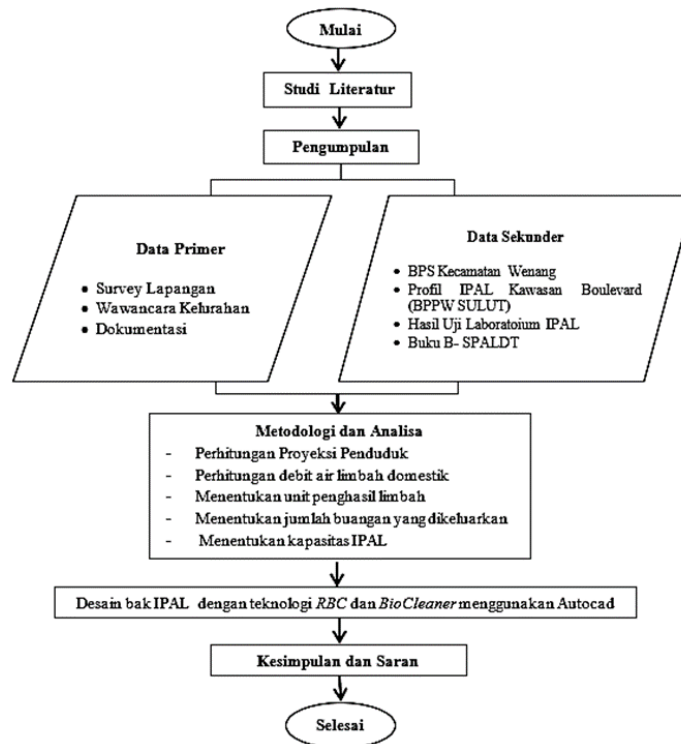
Penelitian ini berlokasi di IPAL kawasan Boulevard kecamatan Wenang Selatan Kota Manado Sulawesi Utara.

2.2 Prosedur Penelitian

Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk Kawasan Boulevard Kota Manado dibagi menjadi beberapa tahap yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Denah Lokasi IPAL Kawasan Boulevard Manado



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

1. Tahap Persiapan

Persiapan penelitian meliputi studi literature dan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk menunjang penelitian ini yang berupa perangkat alat tulis dan laptop dengan *software* pembantu seperti *Microsoft Office*, *Microsoft Excel*, *ArcGIS*, dan *AutoCAD*.

2. Pengumpulan Data

A. Data Primer

- Observasi langsung ke lapangan lokasi penelitian yang dimaksud untuk mengumpulkan data eksitisting
- Wawancara yang dilakukan pada aparat pemerintah (*Sanitarian*) dan tokoh masyarakat (Ketua RT/RW/Kader Lingkungan) yang tinggal di wilayah Perencanaan
- Dokumentasi yang bertujuan untuk mengumpulkan dokumen baik berupa buku, arsip, ataupun foto/gambar.

B. Data Sekunder

- Studi literatur dari penelitian-penelitian terdahulu yang berupa jurnal ilmiah, buku-buku, ataupun dokumen-dokumen rencana tata ruang yang berkaitan

- Data profil IPAL Kawasan Boulevard dari Balai Prasarana Permukiman Wilayah Sulawesi Utara (BPPW SULUT)
 - Data jumlah penduduk dan geografis yang diambil dari Badan Pusat Statistik Kota Manado
 - Dasar perhitungan untuk penentuan dimensi unit-unit pengolahan IPAL yang mengacu pada Buku B SPALD-T sebagai Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat
3. Analisis Data Proyeksi Penduduk dan Proyeksi Air Limbah
- Perencanaan dilakukan pengolahan data berdasarkan data-data yang telah didapatkan dari data primer maupun data sekunder. Kemudian hasil dari data yang sudah ada akan digunakan untuk menentukan desain Perencanaan IPAL sesuai dengan peraturan dan regulasi yang ada. Adapun pengolahan data yang akan dilakukan, yaitu:
- a. Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi penduduk direncanakan menggunakan periode desain 10 tahun ke depan sejak tahun 2022 dengan menggunakan metode proyeksi, seperti metode aritmatika, metode geometri, dan metode eksponensial. Dari ketiga metode tersebut ditentukan metode ter tepat berdasarkan nilai koefisien korelasi (r) dan standar deviasi terkecil.
 - b. Proyeksi Debit Air Limbah

Debit air limbah diproyeksi dari proyeksi jumlah penduduk Kelurahan Karame. Perhitungan debit air limbah diambil dari hasil perbandingan antara data proyeksi penduduk dan debit air limbah Kelurahan Karame dengan Kecamatan Wenang Kota Manado.
4. Penentuan dan Perhitungan Rencana Desain
- Penentuan unit-unit pengolahan dilakukan berdasarkan debit air limbah dan karakteristik air limbah. Lalu dari penentuan tersebut dilakukan perhitungan desain dimensi unit-unit pengolahan IPAL Kawasan Boulevard Kota Manado dengan teknologi *Rotating Biological Contactor* (RBC) yang mengacu pada buku B SPALD-T serta penambahan teknologi terbaru *Biocleaner*.
5. Gambar detail Perencanaan IPAL Domestik
- Gambar detail desain unit-unit pengolahan disesuaikan dengan hasil perhitungan dimensi desain yang telah dirancang dan dibuat dengan menggunakan *software* AutoCAD

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Area pelayanan IPAL Kawasan Boulevard ini ialah Kecamatan Wenang yang merupakan salah satu kecamatan di Kota Manado. Kecamatan Wenang memiliki luas wilayah sebesar 339 hektar atau 3,36 km² dengan 12 kelurahan. Kecamatan Wenang memiliki jumlah penduduk sebesar 32.061 jiwa pada tahun 2020 dengan kepadatan penduduk sebesar 9.703 jiwa/km². Hal tersebut menunjukkan bahwa kepadatan penduduk di Kecamatan Wenang cukup tinggi.

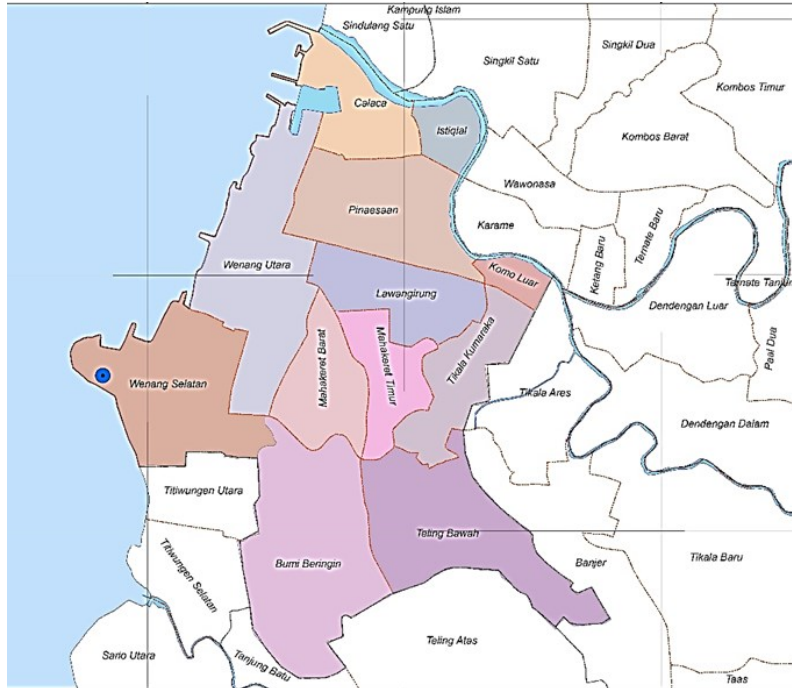
3.2 Kondisi Eksisting IPAL Kawasan Boulevard

Berdasarkan data dari BPPW Sulawesi Utara, IPAL Kawasan Boulevard Manado memiliki luas area sekitar 5.504 m² dengan kapasitas pengolahan IPAL 2.000 m³/hari untuk sambungan 3.500 KK. Unit bangunan IPAL dengan sistem pengolahan *Rotating Biological Contactor* (RBC) meliputi stasiun pompa, bak pengendap, splitter box, RBC, Sludge Drying Bed, dan bangunan kantor. Kondisi eksisting bangunan IPAL saat ini cukup memprihatinkan karena terlihat tidak terawat dan ditutupi oleh tumbuhan/pepohonan. Untuk kondisi kelayakan bangunan masih terbilang dalam kondisi baik dan masih kokoh, namun ada beberapa bagian pada unit bangunan yang rusak dan memerlukan perbaikan, seperti *railing* pengaman, penggantian lantai jembatan pada unit sedimentasi, dan penggantian pompa.

3.3 Analisis Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk dilakukan selama 10 tahun ke depan sesuai terhitung sejak data penduduk 5 tahun terakhir. Ada beberapa metode yang digunakan untuk memproyeksikan jumlah

penduduk yakni metode geometri, metode eksponensial, metode aritmatika, dan metode logaritma. Pada perhitungan diperoleh angka koefisien korelasi terbesar yaitu 0,868251 pada metode perhitungan aritmatik dan eksponensial, namun standar deviasi terkecil terdapat pada metode eksponensial dengan angka 7645.566 sehingga proyeksi penduduk yang dipilih adalah pada proyeksi metode eksponensial dengan jumlah penduduk proyeksi kecamatan Wenang Kota Manado pada tahun 2031 adalah 37.246 jiwa.



Gambar 3. Peta Administrasi Kecamatan Wenang

Tabel 1. Proyeksi Penduduk Metode Eksponensial

No.	Tahun	Data Awal	Pertumbuhan
1	2017	35882	0
2	2018	34466	-3.95
3	2019	28348	-17.75
4	2020	32601	15.00
5	2021	32623	0.07
Jumlah		163920	-6.63
Rata-rata		32784	-1.33
Proyeksi:		r =	0.013
1	2022	33058	1.33
2	2023	33499	1.33
3	2024	33946	1.33
4	2025	34399	1.33
5	2026	34858	1.33
6	2027	35323	1.33
7	2028	35794	1.33
8	2029	36272	1.33
9	2030	36756	1.33
10	2031	37246	1.33

3.4 Proyeksi Debit Air Limbah

Digunakan perhitungan perbandingan untuk mendapatkan nilai debit air limbah dengan rumus:

$$\frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2} \rightarrow a_1 \times b_2 = b_1 \times a_2$$

Tabel 2. Perbandingan Debit Air Limbah

Lokasi	Jumlah Penduduk 2031		Debit Air Limbah		Satuan
			Rata ²	Puncak	
Kelurahan Karama	2562	jiwa	0.004	0,0052	m ³ /s
Kecamatan Wenang	37246	jiwa	X	X	m ³ /s

Berdasarkan data di atas maka didapatkan perhitungan perbandingan sebagai berikut :

- $2562 \times X = 0,004 \times 37246$
 $X \text{ rata-rata} = \frac{149}{2562} = 0,058 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $2562 \times X = 0,0052 \times 37246$
 $X \text{ Puncak} = \frac{193,7}{2562} = 0,076 \text{ m}^3/\text{detik}$

Berdasarkan hasil proyeksi penduduk tahun 2031 berjumlah 37.246 jiwa dan hasil perhitungan debit air limbah sebesar 0,058 m³/s, maka didapatkan perhitungan kapasitas IPAL Kawasan Boulevard sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Asumsi 1 KK (Kartu Keluarga)} &= 4 \text{ orang} \\ \text{Kapasitas IPAL} &= 0,058 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \\ &= 4.907 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Jumlah penduduk} &= 37.246 \text{ jiwa} : 4 = 9.311 \text{ KK} \end{aligned}$$

3.5 Kualitas Air Limbah

Dari hasil pengambilan sampel yang dilakukan oleh BPPW Sulut pada tanggal 20 September 2022, diperoleh kualitas air limbah dari hasil pengujian laboratorium sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Kualitas Air Limbah

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Metode Pengujian
1	pH*	-	-	7,07	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD*	mg/L	30	31	SNI 06-6989.72-2009
3	COD*	mg/L	100	31	SNI 06-6989.2-2009
4	TSS*	mg/L	30	13	SNI 06-6989.3-2004
5	Minyak & lemak	mg/L	5	1,6	SNI.6989.10.2011
6	Amoniak	mg/L	10	29	Method 8038 Nessler method/hach

3.6 Perencanaan Detail Engineering Design IPAL Kawasan Boulevard

Perencanaan IPAL Boulevard Kota Manado diperhitungkan berdasarkan dari berbagai literatur seperti Buku B SPALD-T Kementrian PUPR tentang Pedoman Perencanaan Teknik Terinci. Perencanaan sistem pengolahan air limbah di IPAL Kawasan Boulevard terdiri dari

barscreen, bak pengumpul, bak sedimentasi I, rotating biological contactor (RBC), bak aerasi dengan *biocleaner*, *clarifier* atau bak sedimentasi II, dan *sludge drying bed*.

A. Barscreen

Barscreen dengan tipe *coarse screen*

Debit *influen* = 0,058 m³/detik

Lebar batang = 0,01 m

Tebal batang = 0,03 m

Jarak bukaan = 0,03 m

Kemiringan = 60°

Kedalaman saluran = 1 m

Kedalaman aliran = 0,1 m

Lebar bukaan = 1,16 m

Jumlah bukaan = 39 buah

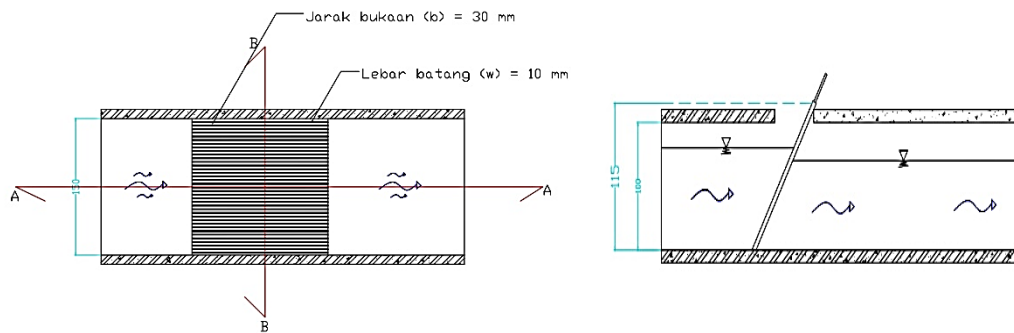
Jumlah batang = 38 buah

Tinggi saringan = 1,15 m

Kecepatan aliran setelah melewati saringan = 0,34 m/detik

Headloss bukaan = 5,74 mm

Headloss clogging 45% = 41,55 mm



Gambar 4. Denah Barscreen (kiri) dan Potongan A-A Barscreen (kanan)

B. Bak Pengumpul

Bak pengumpul berbentuk persegi panjang dan dilengkapi dengan pompa *submersible*.

Direncanakan jumlah bak ekualisasi sebanyak 1 unit.

Debit puncak *influent* = 0,076 m³/detik

Waktu detensi = 1.200 detik

Rasio perbandingan P:L = 2:1

Kedalaman = 4 m

Volume = 91,2 m³

Luas permukaan = 22,8 m²

Panjang = 11,4 m

Lebar = 3,38 m

Kedalaman freeboard = 0,5 m

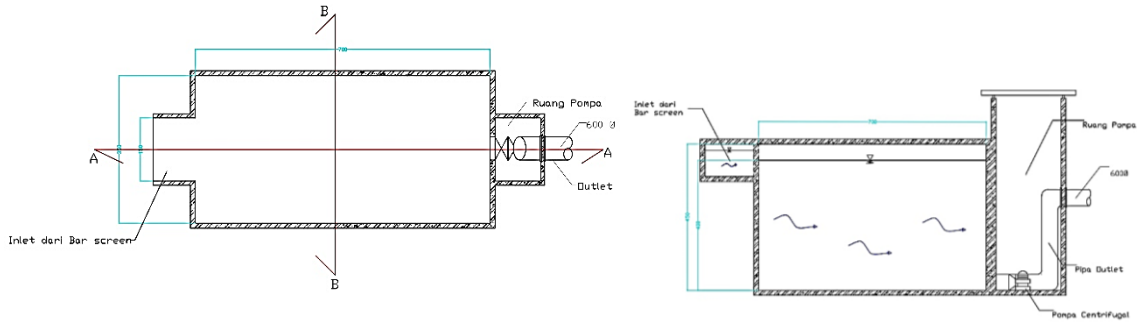
Kedalaman total = 4,5 m

C. Bak Pengumpul

Bak pengumpul berbentuk persegi panjang dan dilengkapi dengan pompa *submersible*.

Direncanakan jumlah bak ekualisasi sebanyak 1 unit.

Debit puncak <i>influent</i>	= 0,076 m ³ /detik
Waktu detensi	= 1.200 detik
Rasio perbandingan P:L	= 2:1
Kedalaman	= 4 m
Volume	= 91,2 m ³
Luas permukaan	= 22,8 m ²
Panjang	= 11,4 m
Lebar	= 3,38 m
Kedalaman freeboard	= 0,5 m
Kedalaman total	= 4,5 m



Gambar 5. Denah Bak Pengumpul (kiri) dan Potongan A-A (kanan)

Bak Sedimentasi I

Direncanakan bak sedimentasi I berbentuk persegi panjang yang berjumlah 1 unit.

- Dimensi Bak

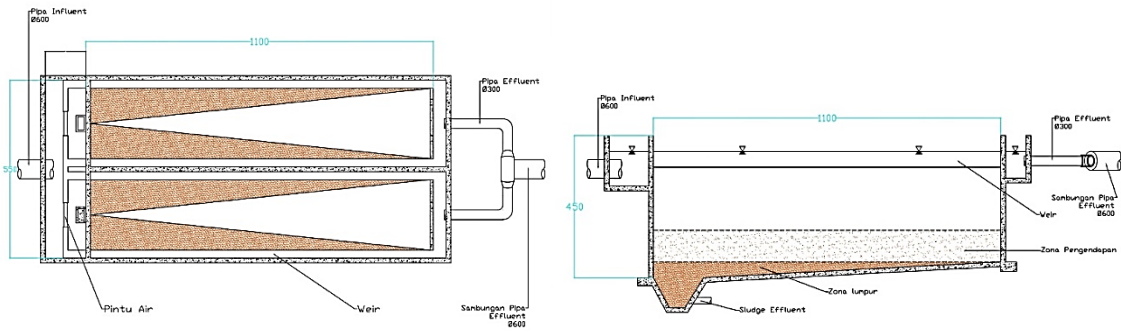
Debit puncak <i>influent</i>	= 0,076 m ³ /detik = 6.566,4 m ³ /hari
Overflow rate Q peak	= 75 m ³ /m ² .hari
Beban permukaan (weir loading)	= 175 m ³ /m ² .hari
Rasio perbandingan P:L	= 2:1
Kedalaman	= 4 m
Volume	= 394 m ³
Luas permukaan	= 87,6 m ²
Panjang	= 10,8 m
Lebar	= 5,4 m
Kedalaman freeboard	= 0,5 m
Kedalaman total	= 4,5 m
- BOD₅ dan TSS Influent

BOD ₅	= 786 kg/hari
TSS	= 819,9 kg/hari
- Karakteristik Primary Sludge

BOD ₅	= 180,8 kg/hari
TSS	= 344,4 kg/hari
Debit lumpur	= 3,51 m ³ /hari
- Komponen Inlet

Debit puncak	= 0,076 m ³ /detik
Kecepatan aliran	= 0,34 m/detik
Luas permukaan pipa	= 0,22 m ²
Diameter pipa	= 534 mm
- Komponen Outlet

Debit puncak	= 0,076 m ³ /detik
Kecepatan aliran	= 0,34 m/detik
Luas permukaan pipa	= 0,22 m ²
Diameter pipa	= 534 mm



Gambar 6. Denah Bak Sedimentasi I (kiri) dan Potongan A-A (kanan)

D. Rotating Biological Contactor (RBC)

Direncanakan unit *Rotating Biological Contactor* berjumlah 5 unit

- Penentuan Tipe RBC

RBC yang direncanakan bertipe L-333

Maks luas media = 2.647,7 m²/shaft

Diameter = 2,43 m

Kapasitas maks = 416 m³/hari

Jumlah unit = 5 unit

- Dimensi unit

Ketebalan media = 1 cm

Jarak antar media = 1 cm

Jarak antar disk terluar dengan panjang dindik bak = 5 cm

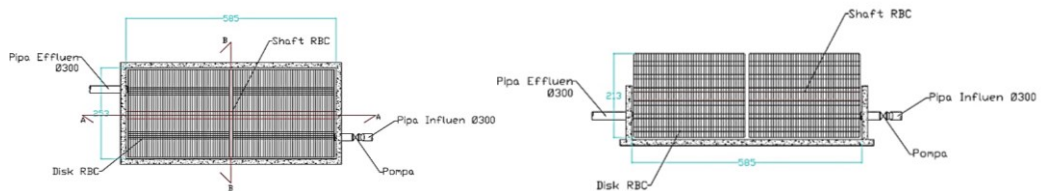
Jarak antara stage 1 dengan stage 2 = 10 cm

Jarak antara media dengan bagian lebar dinding bak = 5 cm

Panjang RBC = 585 cm

Lebar RBC = 253 cm

Kedalaman RBC = 132 cm

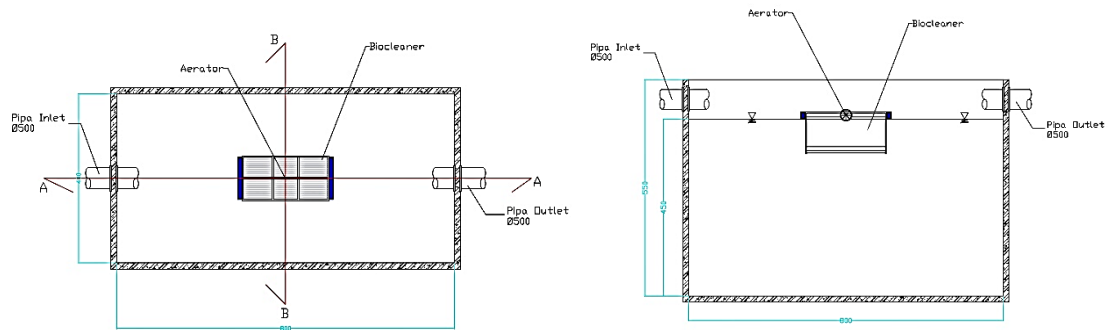


Gambar 7. Denah RBC (kiri) dan Potongan A-A (kanan)

E. Bak Aerasi dengan *Biocleaner*

Direncanakan bak aerasi berjumlah 1 unit

- Dimensi Bak
 - Debit rata-rata *influent* = 0,056 m³/detik = 4.493 m³/hari
 - Rasio perbandingan P:L = 2:1
 - Kedalaman = 4,5 m
 - Volume = 145,5 m³
 - Luas permukaan = 32,3 m²
 - Panjang = 8 m
 - Lebar = 4 m
 - Kedalaman freeboard = 0,5 m
 - Kedalaman total = 5 m
- Produksi Lumpur
 - Koefisien Pertumbuhan Observasi (Y_{obs}) = 0,33
 - Pertambahan MLVSS P_x = 43,6 kg/hari
 - Pertambahan MLVSS P_{xss} = 54,5 kg/hari
 - Lumpur yang Akan Dibuang
 - Q_s = 220, 2 kg/hari
 - V_s = 62,9 kg/hari
- Return Sludge
 - MLSS ($Q+Q_r$) = 0,54 Q
 - Rasio resirkulasi (Q_r) = 54%
 - Q_r = 2.419,2 m³/hari = 0,028 m³/detik
- Biocleaner
 - Debit yang dapat diolah = 0,01 m³/detik (pergrid)
 - Oxygen transfer = 1,21 kg O₂ perjam
 - Power = 1,75 Kw
 - Jumlah grid = 3 buah
 - Jumlah *biocleaner* = 1 unit
 - Oxygen transfer = 1,21 kg O₂ perjam
 - Power = 1,75 Kw



Gambar 8. Denah Bak Aerasi dengan *Biocleaner* (kiri) dan Potongan A-A (kanan)

F. Clarifier

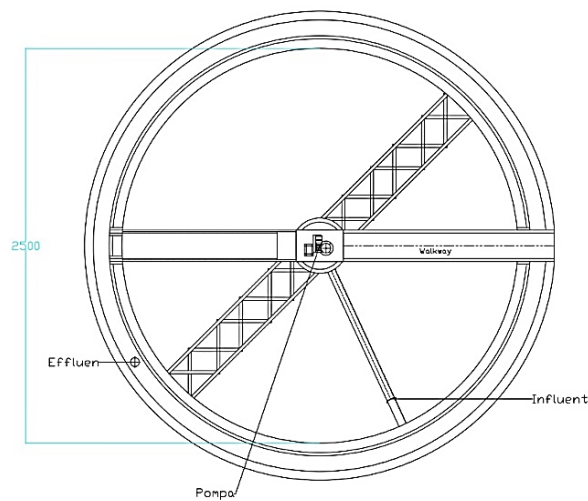
Dimensi Bak

Debit puncak *influen* = $0,076 \text{ m}^3/\text{detik} = 273,6 \text{ m}^3/\text{jam}$ *Limiting solid loading rate* = $2 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{jam} = 48 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{hari}$ Volume = $1.482,6 \text{ m}^3$ Luas permukaan = $478,8 \text{ m}^2$ Kedalaman zona lumpur = $0,3 \text{ m}$ Kedalaman freeboard = $0,5 \text{ m}$

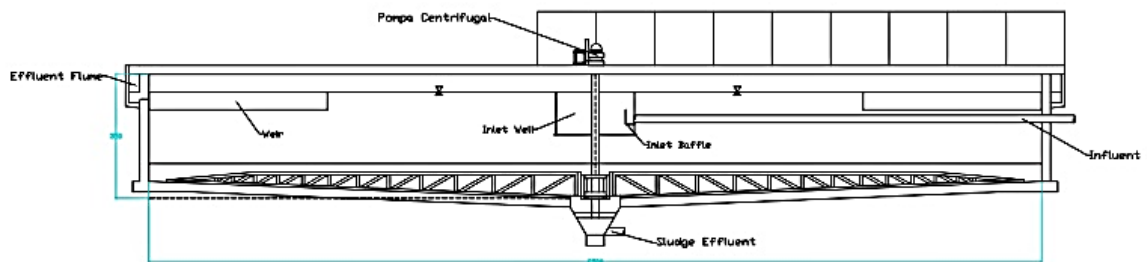
Direncanakan clarifier atau bak sedimentasi II berjumlah 1 unit

• BOD₅ dan TSS InfluentBOD₅ = $20,51 \text{ kg/hari}$ TSS = $66,3 \text{ kg/hari}$

• Karakteristik Primary Sludge

BOD₅ = $4,72 \text{ kg/hari}$ TSS = $27,84 \text{ kg/hari}$ Debit lumpur = $0,09 \text{ m}^3/\text{hari}$ 

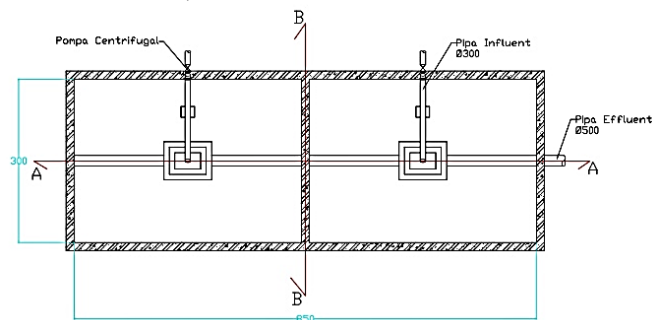
Gambar 9. Denah Clarifier



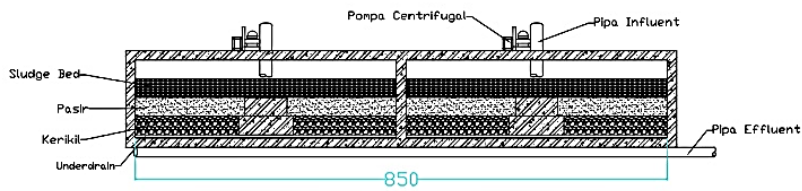
Gambar 10. Potongan A-A Clarifier

G. *Sludge Drying Bed*

- Debit lumpur = 3,6 m³/hari = 311.040 m³/detik
- Waktu pengeringan = 10 hari
- Tebal bed = 0,3 m
- Tinggi freeboard = 0,3 m
- Tebal media pasir = 0,3 m
- Tebal media kerikil = 0,3 m
- Tinggi *underdrain* = 0,3 m
- Kedalaman total = 1,22 m
- Volume *cake sludge* = 3,6 m³/hari
- Volume SDB = 27 m³
- Luas permukaan = 22,8 m²
- Rasio perbandingan P:L = 3:1
- Panjang = 8,15 m
- Lebar = 2,72 m



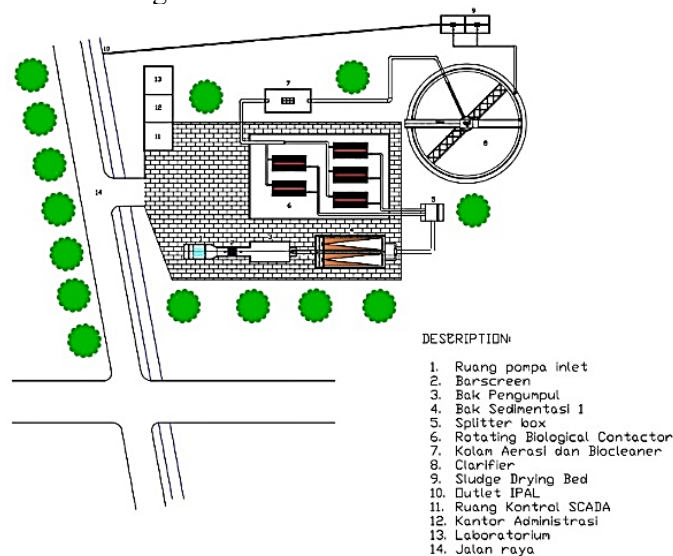
Gambar 11. Denah *Sludge Drying Bed*



Gambar 12. Potongan A-A *Sludge Drying Bed*

A. *Layout IPAL*

Pada Gambar 13 di bawah ini terdapat denah rencana IPAL Kawasan Boulevard Manado atau *layout* yang telah direncanakan penambahan bak aerasi dengan *biocleaner* di area hijau yang masih bisa digunakan.



Gambar 13. Rencana Layout IPAL

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil dan pembahasan penelitian ini yaitu dilakukan penambahan bak aerasi dan Biocleaner untuk efisiensi pengolahan IPAL yang akan diperluas wilayah pelayanannya dan di-uprating menjadi seluruh Kecamatan Wenang yang mencakup 37.246 jiwa dengan kapasitas 4.907 m³/hari. Rencana desain dimensi IPAL Boulevard Manado dengan debit rata-rata air limbah sebesar 0.058 m³/s. Dari perhitungan Perencanaan, didapatkan hasil:

- a. *Barscreen* dengan debit rata-rata masuk 0,058 m³/detik direncanakan memiliki lebar saluran 1,5 m dan ketinggian saluran dengan jumlah *bar* atau batang dibutuhkan sebanyak 38 batang;
- b. Bak pengumpul dengan debit puncak sebesar 0,076 m³/detik direncanakan memiliki panjang 6,75 m dengan lebar 3,38 m dan ketinggian 4,5 m;
- c. Bak sedimentasi I dengan debit puncak 0,076 m³/detik direncanakan memiliki panjang 10,8 m dengan lebar 5,4 m dan ketinggian 4,5 m;
- d. *Rotating Biological Contactor* (RBC) dengan debit rata-rata 0,058 m³/detik direncanakan terdapat 5 unit dan memiliki panjang 5,85 m dengan lebar 2,53 m dan ketinggian 1,32 m/unit;
- e. Bak aerasi dengan *biocleaner* dengan debit rata-rata sebesar 0,058 m³/detik direncanakan memiliki panjang 8 m dengan lebar 4 m dan ketinggian 5 m;
- f. *Clarifier* dengan debit puncak sebesar 0,076 m³/detik direncanakan memiliki diameter 24,7 m dengan ketinggian 3,1 m;
- g. *Sludge Drying Bed* dengan debit lumpur sebesar 3,6 m³/hari direncanakan memiliki panjang 8,15 m dengan lebar 2,72 m dan ketinggian 1,22 m.

Referensi

- Azifah, HI. Riogilang, H. Riogilang, H. 2020. Desain Unit Instalasi Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri UNSRAT Manado Menggunakan Metode Biofilter Anaerobic-Aerobic. Jurnal TEKNO, 20(82), 857.
- BPS Kota Manado. 2017. Kecamatan Wenang Dalam Angka 2017.
- BPS Kota Manado. 2018. Kecamatan Wenang Dalam Angka 2018.
- BPS Kota Manado. 2019. Kecamatan Wenang Dalam Angka 2019.
- BPS Kota Manado. 2020. Kecamatan Wenang Dalam Angka 2020.
- BPS Kota Manado. 2021. Kecamatan Wenang Dalam Angka 2021.
- Hartoyo, Sri. 2018. Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T)
- Irianto, I Ketut. 2018. *Sistem Teknologi Pengolahan Limbah*. Warmadewa University Press.
- Ishartanto, Amy, W, (2009), Pengaruh Aerasi dan Penambahan Bakteri (*Bacillus* sp) dalam Mereduksi Bahan Pencemar Organik Air Limbah Domestik, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Lumunon, E.I., Riogilang, H., & Supit, J.S., (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Kiliar Di Kota Tondano. Tekno, 19(77).
- Manoppo, VN. 2023. Riogilang, H. Riogilang, H. Evaluasi Limbah Cair dan Limbah Padat di Rumah Sakit ADVENT Kota Manado. 21 (84)
- Riogilang, Hendra. (2015). Tantangan Manado menuju kota hijau. Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi, 2(2), 103-112.
- Riogilang, Hendra. (2017). Implementasi Manado Kota Hijau. Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi, 4(1).
- Riogilang, Herawaty. (2016). Identifikasi Dan Pedampingan Untuk Mengatasi Masalah Sanitasi Pada Pemukiman Kumuh Di Kampung Sanger, Sario Manado. Jurnal LPPM bidang Sains dan teknologi, 3(2), 55.