



PENENTUAN TIMBULAN AIR LIMBAH DAN UNIT INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DI *CENTRAL BUSINESS DISTRICT* KOTA HARAPAN INDAH KOTA BEKASI

Eka Wardhani, Syelfa Azhura Alsadilla*, Gabriel Trio Mangopo, Alma Nadira Putri Nastiti, Kamilia Fatin, Gena Gisela Kurnia, dan Neti Ayuni

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung

*Korespondensi penulis: syelfa.alsadilla@gmail.com

ABSTRAK

Kapasitas pengolahan air limbah harus menampung debit air limbah yang dihasilkan oleh Kota Harapan Indah agar tidak memberi dampak negatif terhadap lingkungan. Pembuatan IPAL direncanakan dapat berfungsi sampai 20 tahun ke depan dengan mengacu pada data debit air limbah yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam penentuan debit air limbah domestik ini meliputi data jumlah penduduk, kebutuhan air bersih yang berasal dari data sekunder. Perhitungan proyeksi penduduk dari tahun 2018-2041 menggunakan metode terpilih yaitu metode aritmatika. Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi penduduk dengan metode terpilih, jumlah penduduk pada 20 tahun mendatang yaitu tahun 2041 adalah 918.954 jiwa. Timbulan air limbah CBD Kota Harapan Indah di akhir tahun perencanaan adalah 1.940 L/detik. Kapasitas IPAL yang direncanakan harus dapat menampung debit minimal 1.940 L/detik agar tidak terjadi overflow, sedangkan di awal tahun perencanaan, debit air limbah yang kurang harus ditambahkan penggelontoran agar proses pengolahan di IPAL dapat berjalan dengan lancar. Pemilihan alternatif menggunakan metode scoring dengan unit IPAL yang terpilih diantaranya *bar screen*, *grease trap*, *screw pump*, *grit chamber*, bak ekualisasi, aerasi, *clarifier*, dan disinfeksi.

Kata Kunci: Debit Air Limbah, Kawasan Bisnis Terpadu, Limbah Domestik

1. Pendahuluan

Perkembangan penduduk dan industri memberi pengaruh terhadap kondisi lingkungan apabila tidak ditangani dengan baik, seperti pembuangan limbah domestik dan industri yang langsung ke badan air penerima tanpa adanya pengolahan [1]. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air [2]. Menurut Soemirat, pengolahan terhadap air limbah diperlukan untuk menghindari proses penularan penyakit [3].

Lampiran Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024 menyatakan bahwa pemerintah memiliki target kawasan yang dapat mendorong hilirisasi dan penciptaan nilai tambah komoditas unggulan, perluasan kesempatan kerja, dan peningkatan devisa harus menyediakan jaringan infrastruktur secara terpadu yang terdiri dari jaringan transportasi, sistem energi (listrik, gas, surya, batu bara, dan lainnya), fasilitas air baku dan air bersih, dan sistem pengolahan limbah [4]. *Central Business District (CBD)* digunakan sebagai pusat perdagangan dan jasa. Kawasan ini dapat meningkatkan devisa negara dan kesempatan kerja. Salah satu CBD di Indonesia berada di Kota Harapan Indah (CBD KHI), Kecamatan Medan Satria, Kota Bekasi. Kota Harapan Indah merupakan kota mandiri dan terdapat berbagai fasilitas untuk memenuhi kebutuhan bisnis meliputi sentra niaga, pusat bisnis dan komersial, pasar modern, dan pusat perbelanjaan.

Kegiatan yang ada di CBD KHI ini menghasilkan air limbah. Timbulan air limbah yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih. Semakin tinggi jumlah penduduk, maka kebutuhan air bersih yang dibutuhkan semakin tinggi dan mempengaruhi timbulan air limbah yang dihasilkan. Pengolahan air limbah dengan menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dilakukan untuk



mengurangi dampak yang ditimbulkan. Kapasitas IPAL ditentukan dengan menghitung debit timbulan air limbah sesuai dengan periode desain yaitu selama 20 tahun mendatang [5]. IPAL yang direncanakan harus dapat menampung timbulan air limbah agar tidak terjadi kelebihan kapasitas ataupun kapasitas yang direncanakan sangat lebih besar daripada seharusnya, sehingga menimbulkan kerugian dari sistem operasional dan biaya.

Penelitian sebelumnya oleh Setiawan dalam perancangan IPAL domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya, dilakukan perhitungan debit air limbah yang dihasilkan berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dan kualitas air limbah domestik untuk menentukan unit IPAL yang digunakan [6]. Hal serupa juga dilakukan oleh Rahmawati *et al.*, penentuan unit IPAL dilakukan dengan menganalisis kelebihan dan kekurangan dari setiap calon unit IPAL pengolahan biologis [7]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung debit air limbah untuk memudahkan dalam penentuan dimensi dari setiap unit IPAL yang digunakan berdasarkan hasil pemilihan unit.

2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada di CBD KHI, Kecamatan Medan Satria, Kota Bekasi pada koordinat $106^{\circ}48'28''$ – $107^{\circ}27'29''$ Bujur Timur dan $6^{\circ}10'6''$ – $6^{\circ}30'6''$. Teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti berupa data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer berupa survey rencana lokasi IPAL CBD KHI sedangkan pengumpulan data sekunder terdiri dari data jumlah penduduk, tingkat pelayanan air bersih, konsumsi domestik (sentra bisnis dan komersil *Boulevard* Hijau, sentra niaga 1-5, rukan (rumah kantor) *Mega Boulevard*, pasar modern kota harapan indah, pusat otomotif, sentra *hand phone*, supermarket, dan restoran cepat saji) dan rasio sambungan langsung dan kran umum (SR/KU). Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis secara deskriptif dengan cara menghitung proyeksi penduduk hingga tahun 2041 untuk memperkirakan jumlah penduduk di KHI selama 20 tahun mendatang. Proyeksi penduduk di KHI menggunakan metode aritmatika dengan mengasumsikan bahwa jumlah penduduk untuk 20 tahun mendatang akan bertambah dengan jumlah yang sama disetiap tahunnya. Metode aritmatika yang digunakan untuk memproyeksikan penduduk di KHI menjadi acuan dasar untuk menghitung kebutuhan air bersih dan timbulan air limbah. Metode Aritmatika dapat dihitung dengan persamaan berikut ini [8]:

$$P_n = P_o + a \cdot n \quad (1)$$

$$a = \frac{P_{i_{n+1}} - P_{i_n}}{1} \quad (2)$$

di mana P_n adalah jumlah penduduk tahun ke- n , P_o adalah jumlah penduduk tahun pertama (jiwa), P_i adalah jumlah penduduk tahun i (jiwa), a adalah faktor pertumbuhan setiap tahun, dan n adalah selang waktu antara tahun yang akan diproyeksi dengan tahun terakhir data.

Perhitungan kebutuhan air bersih dan timbulan air limbah mengacu pada Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerja Umum tahun 2000 [9]. Hasil perhitungan debit air limbah yang sesuai dengan kapasitas pengolahan air limbah di rencana IPAL CBD di KHI. **Tabel 1** di bawah ini menunjukkan standar perhitungan kebutuhan air bersih domestik.

Tabel 1. Standar Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Domestik [9]

Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	>1.000.000	500.000-1000.000	100.000-500.000	20.000-100.000	<3.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
Sambungan rumah (L/o/hari)	190	170	150	130	30
Hidran Umum (L/o/hari)	30	30	30	30	30



Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	>1.000.000	500.000-1000.000	100.000-500.000	20.000-100.000	<3.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
Konsumsi non-domestik (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
Kehilangan air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
Faktor <i>peakday</i>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Faktor <i>peakhour</i>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Jumlah jiwa per SR	5	5	6	6	10
Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100-200	200
Sisa tekan di jaringan (mka)	10	10	10	10	10
Jam operasi	24	24	24	24	24
SR:HU	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
Cakupan pelayanan (%)	90 (60 pipa)	91 (60 pipa)	92 (60 pipa)	93 (60 pipa)	70 (25 pipa)

Kebutuhan air bersih dihitung dengan menjumlahkan kebutuhan air bagi yang menggunakan sambungan rumah, hidran umum, kebutuhan air non domestik, dan kehilangan air. Jumlah tersebut dikalikan dengan faktor jam puncak dan hari puncak untuk mendapatkan kebutuhan air bersih yang lebih spesifik. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih berdasarkan Dirjen Cipta Karya [10]:

$$Pt = \sum P \times \% \text{Pelayanan} \quad (3)$$

di mana P_t adalah jumlah penduduk terlayani (jiwa), $\sum p$ adalah jumlah penduduk total (jiwa), dan $\% \text{Pelayanan}$ adalah tingkat pelayanan (%).

$$Q_r = Q_d + Q_{nd} + Q_f + Q_{loss} \quad (4)$$

di mana Q_r adalah debit kebutuhan rata-rata (L/s)

Perhitungan air limbah didapat dari 80% air bersih

$$\text{Timbulan Air Limbah } (Q_{al}) = \text{Kebutuhan Air Bersih Rata - rata } (Q_r) \times 80\% \quad (5)$$

di mana Q_{al} adalah timbulan air limbah (L/s)

Metode *scoring* digunakan sebagai pertimbangan penentuan unit IPAL di CBD KHI dengan menganalisis kelebihan dan kekurangan dari segi aspek teknis dan non teknis. Kelebihan diberikan nilai +1 sedangkan untuk kekurangan diberikan nilai -1. Jumlah nilai kelebihan dan kekurangan baik aspek teknis maupun non teknis dijumlahkan untuk mendapatkan skor terbesar sebagai dasar unit terpilih dari ke-3 alternatif yang direncanakan [11].

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Perhitungan debit timbulan air limbah dilakukan dengan mengacu pada perhitungan jumlah penduduk dan perhitungan kebutuhan air bersih dari Kecamatan Medan Satria.

Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dilakukan untuk memproyeksikan kebutuhan air bersih 20 tahun mendatang yang dihitung dari tahun 2022 sampai 2042. Data jumlah penduduk yang digunakan adalah data 10 tahun terakhir yang dimulai dari tahun 2009 sampai 2018. Data tahun 2019 sampai 2021 tidak digunakan karena terjadi penurunan jumlah penduduk yang disebabkan oleh pandemi Covid-19 yang apabila data ini digunakan



sebagai landasan dalam perhitungan proyeksi dapat menyebabkan penurunan jumlah penduduk pada tahun proyeksi yang akan datang. Proyeksi jumlah penduduk mempengaruhi debit air limbah. Semakin besar jumlah penduduk, maka semakin besar pula jumlah air limbah yang akan ditangani. Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Medan Satria dengan menggunakan metode aritmatika (hasil pemilihan metode terbaik) ditunjukkan dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Medan Satria 20 Tahun Mendatang

No	Tahun	n	Penduduk
1	2019	10	376.684
2	2020	11	401.332
3	2021	12	425.981
4	2022	13	450.630
5	2023	14	475.278
6	2024	15	499.927
7	2025	16	524.576
8	2026	17	549.224
9	2027	18	573.873
10	2028	19	598.522
11	2029	20	623.170
12	2030	21	647.819
13	2031	22	672.468
14	2032	23	697.116
15	2033	24	721.765
16	2034	25	746.414
17	2035	26	771.062
18	2036	27	795.711
19	2037	28	820.360
20	2038	29	845.008
21	2039	30	869.657
22	2040	31	894.306
23	2041	32	918.954

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi penduduk dengan metode terpilih, pada tahun 2019-2024 KHI dikategorikan sebagai kota sedang dan untuk tahun 2025-2041 dikategorikan sebagai kota besar. Jumlah penduduk pada 20 tahun mendatang yaitu tahun 2041 adalah 918.954 jiwa.

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih merupakan jumlah air bersih yang diperlukan untuk kepentingan sehari-hari, yang berbanding lurus dengan timbulan air limbah domestik yang dihasilkan. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan besarnya kebutuhan air dari setiap pelayanan sambungan. Standar kebutuhan air domestik berdasarkan klasifikasi status kota ditunjukkan dalam **Tabel 1**.

Kebutuhan air bersih dihitung dengan menjumlahkan kebutuhan air bagi yang menggunakan sambungan rumah, hidran umum, kebutuhan air non domestik, dan kehilangan air. Jumlah tersebut dikalikan dengan faktor jam puncak dan hari puncak untuk mendapatkan kebutuhan air bersih yang lebih spesifik. Berikut **Tabel 3** proyeksi kebutuhan air bersih CBD di KHI dengan menggunakan contoh proyeksi setiap lima tahun sekali.



Tabel 3. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih CBD di KHI

Uraian	Satuan	Tahun				
		2022	2027	2032	2037	2042
Jumlah Penduduk	Orang	450.630	573.873	697.116	820.360	943.603
Tingkat Pelayanan	%	80	100	100	100	100
Penduduk Terlayani	Jiwa	360.504	573.873	697.116	820.360	943.603
Konsumsi Domestik						
Sambungan Rumah*	L/o/h	150	170	170	170	170
Keran Umum*	L/o/h	30	30	30	30	30
Rasio SR/KU*						
SR	%	88	98	100	100	100
KU	%	12	2	0	0	0
Jumlah Jiwa/unit						
SR	orang	6	5	5	5	5
KU	orang	100	100	100	100	100
Jumlah Sambungan						
SR	unit	52.874	112.479	139.423	164.072	188.721
KU	unit	433	115	0	0	0
Kebutuhan Air Domestik						
SR	L/s	550,770	1.106,565	1.371,641	1.614,134	1.856,626
KU	L/s	15,021	3,985	0	0	0
Kebutuhan Air Domestik (Q_d)	L/s	565,791	1.110,551	1.371,641	1.614,134	1.856,626
Kebutuhan Air Non Domestik (Q_{nd})	L/s	113,158	222,110	274,328	322,827	371,325
Kebutuhan Fasilitas Kota (Q_f)	asumsi	20%	20%	20%	20%	20%
	L/s	113,158	222,110	274,328	322,827	371,325
Kehilangan Air (Q_{loss})	%	18	16	13	11	10
	L/s	122,211	206,565	213,976	203,381	222,795
Kebutuhan Air Rata-Rata (Q_r)	L/s	914,318	1.761,333	2.134,273	2.463,168	2.822,072
Faktor Hari Maksimum*		1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Debit Puncak Harian (Q_{md})	L/s	1.005,749	1.937,466	2.347,701	2.709,485	3.104,279
Faktor Jam Puncak*		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Debit Puncak Jaman (Q_{mh})	L/s	1.371,476	2.642	3.201,410	3.694,752	4.233,108
Total Kebutuhan Air Bersih (Q_{ab})	L/s	1.508,624	2.906	3.521,551	4.064,227	4.656,419

Perhitungan Timbulan Air Limbah

Timbulan air limbah dihitung dengan mengasumsikan bahwa 80% dari kebutuhan air bersih akan menjadi air limbah. Hal ini sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya, sehingga perhitungan air limbah didapat dari 80% kebutuhan air bersih. Proyeksi timbulan air limbah hingga 20 tahun ke depan ditunjukkan dalam **Tabel 4** berikut.



Tabel 4. Proyeksi Timbulan Air Limbah

No.	Uraian	Satuan	Tahun					
			2022	2027	2032	2037	2042	2041
1	Kebutuhan Air Rata-Rata (Qr)	L/s	914,318	1.761,333	2.134,273	2.709,485	2.822,072	2.425,018
2	Faktor Timbulan Air Limbah*	%	80	80	80	80	80	80
3	Timbulan Air Limbah	L/s	731,454	1.409,067	1.707,419	1.970,534	2.258,658	1.940,015

Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah kawasan CBD Kecamatan Medan Satria ditentukan berdasarkan pendekatan dengan karakteristik wilayah terdekat dengan Kecamatan Medan Satria, Kota Bekasi, Jawa Barat. Karakteristik air limbah domestik di beberapa wilayah yang dapat dijadikan alternatif pendekatan karakteristik air limbah atau diasumsikan memiliki karakteristik yang sama dengan Kecamatan Medan Satria dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Pendekatan Karakteristik Air Limbah [12]-[14]

Parameter	Satuan	Kualitas Air Limbah Domestik		
		Tangerang Selatan [12]	Surakarta [13]	Surabaya [14]
pH	-	6,2 – 8,5	7,12	7,9
BOD	mg/L	121 – 151	63,17	160
COD	mg/L	79 – 700	176,6	300
TSS	mg/L	121 – 127	75,33	258
Minyak dan Lemak	mg/L	6-95		14
Amoniak	mg/L	-	-	296,39
Total Coliform	Jumlah/100 ml	-	>2400	8x10 ¹²

Karakteristik air limbah di Kecamatan Medan Satria Kota Bekasi diasumsikan memiliki karakteristik air limbah yang sama dengan Kota Surabaya karena jika dilihat dari jenis kotanya termasuk kota metropolitan, memiliki cuaca dan iklim yang sama yaitu cuaca panas dan beriklim tropis. Perbandingan antara karakteristik air limbah domestik di Kecamatan Medan Satria dengan baku mutu air limbah ditunjukkan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Perbandingan Kualitas Air Limbah Domestik CBD Kecamatan Medansatria dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016

Parameter	Satuan	Kualitas Air Limbah Domestik	Baku Mutu	% Parameter yang Harus Disisihkan
pH	-	7,9	6-9	
BOD	mg/L	160	30	81,25%
COD	mg/L	300	100	66,67%
TSS	mg/L	258	30	88,37%
Minyak dan Lemak	mg/L	14	5	64,29%
Amoniak	mg/L	296,39	10	96,63%
Total Coliform	Jumlah/100 ml	8x10 ¹²	3000	100,00%

Alternatif Pengolahan

Perencanaan IPAL CBD di KHI disusun dengan tiga alternatif pengolahan. Teknologi yang digunakan dalam perencanaan ini terdiri dari *primary treatment*, *secondary treatment* dan *tertiary treatment*. Penentuan jenis pengolahan ditentukan dengan rasio BOD/COD. Jika rasio BOD/COD untuk air limbah yang tidak tercemar adalah 0,5 atau lebih, limbah dianggap mudah diolah secara biologis [15]. Kecamatan Medan Satria memiliki rasio BOD/COD 0,53, sehingga air limbah ini cocok untuk diolah secara biologis. Terdapat tiga



alternatif pengolahan secara biologis, yaitu lumpur aktif (*activated sludge*), *trickling filter*, dan *oxidation pond*. Pemilihan alternatif dilakukan dengan metode *scoring* terhadap kelebihan dan kekurangan aspek teknis dan non-teknis yang dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Kelebihan dan Kekurangan Aspek Teknis dan Non Teknis *Activated Sludge*, *Trickling Filter*, dan *Oxidation Pond* [16]-[25]

No	Kelebihan Teknis		
	<i>Activated Sludge</i>	<i>Trickling Filter</i>	<i>Oxidation Pond</i>
1	Efisiensi penghilangan BOD mencapai 90% [16].	Desain dan operasi <i>trickling filter</i> cukup sederhana [16].	Pengoperasiannya sederhana [17].
2	Dapat menghilangkan bahan organik [18].	Mampu menyisihkan minyak dan lemak dengan efisiensi 45-85% [19].	Pemisahan zat organik dan mikroba patogen berlangsung dengan baik [17].
3	Mampu mengurangi padatan tersuspensi [18].	Mampu menyisihkan 82,1% BOD5 dan 89,8% COD [20].	Limbah tidak memerlukan desinfeksi [21].
4	Daya larut oksigen dalam air limbah besar [18].	Efektif dalam mengolah air limbah dengan konsentrasi beban organik tinggi, tetapi tergantung pada jenis media yang digunakan [16].	Menyelesaikan pengolahan lumpur [21].
5	Tercapainya oksidasi dan nitrifikasi, pemisahan padatan/cairan [18].		BOD, <i>fecal coliform</i> , dan penghilangan cacing lebih tinggi dibandingkan metode pengolahan lainnya seperti lumpur aktif, filter biologis, dan kontaktor biologis rotasional [21].
6	Jenis mikroorganisme yang digunakan tidak bervariasi sehingga pengontrolan mudah untuk dilakukan [22].		Mampu menyisihkan BOD 70% - 85% [17].
No	Kekurangan Teknis		
	<i>Activated Sludge</i>	<i>Trickling Filter</i>	<i>Oxidation Pond</i>
1	Tidak menghilangkan nutrisi, sehingga diperlukannya pengolahan tersier [18].	Perubahan beban hidrolis atau beban organik menyebabkan lapisan biofilm bagian dalam kekurangan oksigen dan suasana menjadi asam [23].	BOD dan TSS tinggi dengan konsentrasi alga [21].
2	Daur ulang biomassa menyebabkan konsentrasi biomassa yang tinggi di dalam tangki aerasi sehingga perlu waktu tinggal yang tepat [21].	Penyebaran air limbah ke media filter tidak seragam [16].	Sering terjadi sedimen yang dapat mendangkalan kolam [24].
3	Membutuhkan penanganan lumpur lebih lanjut, karena hampir 30-60% senyawa organik yang disisihkan diubah menjadi lumpur [22].		Waktu detensi yang cukup lama sehingga air hujan dapat tertampung di dalam kolam [24].



4	Pengontrolan yang cukup ketat terhadap F/M (<i>Food/Microorganism</i>) yang sesuai dengan kriteria desain untuk mencegah terjadinya <i>bulking</i> [18].		
No	Kelebihan Non teknis		
	<i>Activated Sludge</i>	<i>Trickling Filter</i>	<i>Oxidation Pond</i>
1	Tidak membutuhkan lahan yang luas tetapi tergantung dari debit air limbah yang akan diolah [22].	Membutuhkan energi yang lebih sedikit [16].	Cocok untuk daerah beriklim tropis [17].
2	Konstruksi awal pembangunan tidak membutuhkan biaya yang tinggi [22].	Cocok digunakan untuk kapasitas pelayanan kecil-sedang dengan lahan yang tersedia terbatas [16].	Konstruksi mudah dibangun dan murah serta biaya perawatan rendah [17, 21].
3	Waktu pengolahan yang relatif singkat dibandingkan dengan pengolahan secara anaerobik [16].		Menangani berbagai jenis air limbah (industri atau kota) [21].
4	Kondisi operasional yang sangat fleksibel [25].		
5	Berpotensi untuk produksi listrik dari biogas [25].		
6	Kualitas effluen tinggi [25].		
No	Kekurangan Non-Teknis		
	<i>Activated Sludge</i>	<i>Trickling Filter</i>	<i>Oxidation Pond</i>
1	Membutuhkan suplai oksigen sehingga membutuhkan biaya yang tinggi karena konsumsi energi tinggi [22].	Timbul lalat dan bau dari reaktor [23].	Metode ini membutuhkan lahan yang luas [24].
2	Penghilangan patogen rendah [25].	Membutuhkan operator dengan keahlian khusus untuk mengoperasikan sistem OD [16].	Menimbulkan potensi bau dan ancaman nyamuk [24].
3	Membutuhkan personel ahli [25].		Sedikit kontrol atas efektivitas proses pengolahan [24].
4	Bergantung pada suplai energi yang tidak terganggu [25].		Rembesan limbah ke dalam tanah yang dapat menyebabkan pencemaran air tanah [24].
5	Biogas mudah meledak sehingga menjadi berisiko jika operasionalnya tidak sesuai [25].		

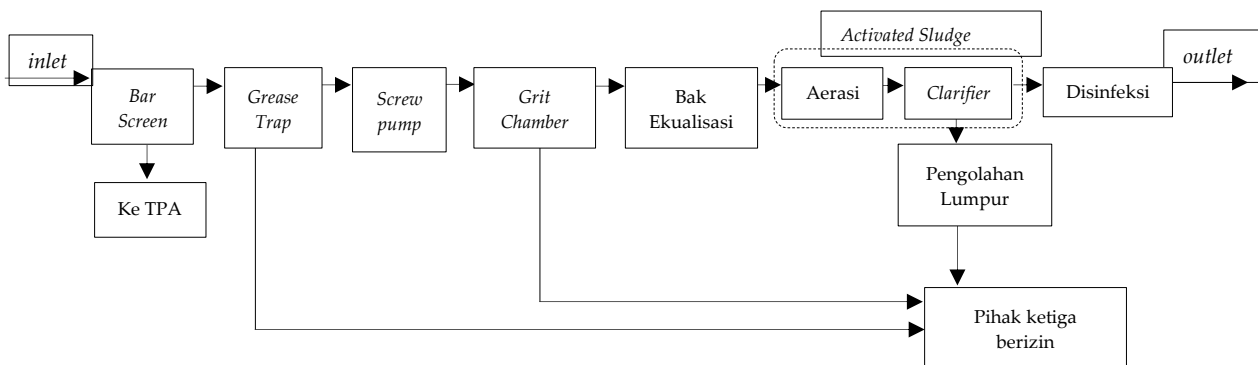
Metode *scoring* menjadi pertimbangan terpilihnya unit yang mengacu pada skor tertinggi berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari aspek teknis dan non teknis untuk unit *secondary treatment*. Perhitungan metode *scoring* ditunjukkan pada **Tabel 8**.



Tabel 8. Metode *Scoring* Aspek Teknis dan Non Teknis Unit *Secondary Treatment*

Unit	Teknis		Non-Teknis		Total
	Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan	
Lumpur Aktif	+6	-4	+6	-5	3
<i>Trickling filter</i>	+4	-2	+2	-2	2
<i>Oxidation Pond</i>	+6	-3	+3	-4	2

Secondary treatment secara biologis yang terpilih adalah lumpur aktif berdasarkan hasil *scoring*. Selain itu, unit yang digunakan di IPAL ini juga terdiri dari pengolahan secara primer dan tersier. Skema IPAL di CBD KHI yang terpilih ditunjukkan dalam **Gambar 1**.



Gambar 1. Skematik Rencana IPAL CBD KHI

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan timbulan air limbah CBD Kota Harapan Indah di awal tahun perencanaan adalah sebesar 404,2 L/detik dan di akhir tahun perencanaan adalah sebesar 1.940 L/detik. Kapasitas IPAL yang direncanakan harus dapat menampung debit minimal 1.940 L/detik agar tidak terjadi *overflow*, sedangkan di awal tahun perencanaan, debit air limbah yang kurang harus ditambahkan penggelontoran agar proses pengolahan di IPAL dapat berjalan dengan lancar. Berdasarkan hasil penelitian, rangkaian unit IPAL di CBD KHI terdiri dari *bar screen*, *grease trap*, *screw pump*, *grit chamber*, bak ekualisasi, aerasi, *clarifier*, dan disinfeksi.

Referensi

- [1] M. Al Kholif, *Pengelolaan Air Limbah Domestik*, Surabaya: Scopindo Media Pustaka, 2020.
- [2] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*, 68/2016.
- [3] J. Soemirat, *Kesehatan Lingkungan*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2018.
- [4] Presiden RI, *Peraturan Presiden Republik Indonesia Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024*, 18/2020.
- [5] Direktorat Jenderal Cipta Karya, *Buku Utama Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T*, Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2018.
- [6] R. Setiawan, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya," Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [7] G. Rahmawati dan E. A. L. Wardhani, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Mal X Kota Bandung," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 4, no. 2, 2019.
- [8] G. Barclay, *Teknik Analisa Kependudukan*, Jakarta: PT Bina Aksara, 1983.



- [9] Direktorat Jendral Cipta Karya Kementrian Pekerjaan Umum, "Kriteria Penyediaan Air Bersih," 2000.
- [10] Direktorat Jenderal Cipta Karya, *Petunjuk Teknis Perencanaan, Pelaksanaan dan Pengawasan Pembangunan Pengelolaan Sistik Penyediaan Air Minum*, Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1998.
- [11] R. A. Kusumadewi, R. Ratnaningsih dan H. Gabrielle, "Analisis Multi Kriteria dalam Pemilihan Unit Pengolahan Air IPA Ciawi, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor," *Jurnal Bhuwana*, pp. 15-30, 2022.
- [12] A. E. Suoth, "Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga pada Salah Satu Perumahan Menengah Keatas di Tangerang Selatan," *Ecolab*, vol. 10, no. 2, pp. 80-88, 2016.
- [13] N. R. Sari, "Analisis Komparasi Kualitas Air Limbah Domestik Berdasarkan Parameter Biologi, Fisika dan Kimia di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosoongo Surakarta," Master Thesis, Program Studi Ilmu Lingkungan, Univ. Sebelas Maret, Surakarta, 2014.
- [14] F. Indaryani dan A. Purnomo, "Evaluasi dan Desain Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Rumah Susun Sederhana Sewa Randu Kota Surabaya," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 9, no. 2, pp. D99-D105, 2021.
- [15] Metcalf dan Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*, New York: McGraw-Hill Inc., 2003.
- [16] Direktorat Jendral Cipta Karya, *Buku B Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T)*, Jakarta, 2018.
- [17] T. Tebbutt, *Principles Of Water Quality Control*, Germany: Karlsruhe, 1990.
- [18] A. Aditia, "Pengolahan Air Limbah Menggunakan Bioreaktor Membran (BRM)," *Jurnal Ilmiah Maksitek*, vol. 5, no. 4, 2020.
- [19] M. L. Davis, *Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice (Vol.2)*, New York: McGraw-Hill, 2020.
- [20] D. F. Rizkiyanti dan. T. Alfiah, "Kinerja Trickling Filter Untuk Mengolah Limbah Cair Catering Dengan Variasi Media Bioball Dan Batu Apung Ditinjau Dari Parameter Bod5 dan COD," di *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VI*, 2018, pp. 297-302.
- [21] D. Mara, S. Mills, H. Pearson and G. Alabaster, "Waste Stabilization Ponds—a Viable Alternative for Small Community Treatment Systems," *J Inst Water Environ Manag*, vol. 6, p. 72–78, 1992.
- [22] N. I. Said, *Tekhnologi Pengolahan Air Limbah: Teori Dan Aplikasi*, Jakarta: Erlangga, 2017.
- [23] A. Nurkholis, A. D. Rahma, Y. Widyaningsih, D. A. Maretya, G. A. Wangge, A. S. Widiastuti dan A. Abdillah, "Proses Pengelolaan Air Limbah secara Biologis (Biofilm): Trickling Filter dan Rotating Biological Contactor (RBC)," 2018.
- [24] A. Ghrabi, M. Ferchichi, dan C. Drakides, "Treatment of Wastewater by Stabilization Ponds–Application to Tunisian Conditions," *Water Science and Technology*, vol. 28, no. 10, pp. 193-199, 1993.
- [25] K. Ghodeif, "Baseline Assessment Study for Wastewater Treatment Plant for Al Gozayyera Village, West Kantara City, Ismailia Governorate, Egypt," Suez Canal Univ., Ismailia, Egypt, 2013.