

# Pemanfaatan Air Limbah Kegiatan Domestik Pada Industri Alas Kaki di Kota Madiun Untuk Penyiraman Ruang Terbuka Hijau

Mohammad Najmi Rafi Hakim<sup>1</sup>, Yayok Suryo Purnomo<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

\*Koresponden email: yayoksp.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 12 Juni 2024

Disetujui: 20 Juni 2024

## Abstract

The footwear industry in Madiun City is a planned industry. This industry produces domestic wastewater from domestic activities such as employee and guest toilets, canteens, mosques and building cleaning. The domestic wastewater generated is 97,165 m<sup>3</sup>/day and will be treated by a WWTP with a capacity of 100 m<sup>3</sup>/day. The technology used in the WWTP is aerobic biofilter and anaerobic biofilter, which is planned to be able to remove BOD, COD, TSS and ammonia. The results of wastewater treatment by the WWTP have met the quality standards in accordance with the Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 68 of 2016 concerning domestic wastewater quality standards. The required irrigation dose for a land area of 38,102.8 m<sup>2</sup> is 0.002 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Domestic wastewater from the footwear industry in Madiun City as a whole is used to irrigate the Green Open Space and the frequency of irrigation is 2 times in the dry season and 1 time in the rainy season.

**Keywords:** *domestic sewage, wastewater treatment, watering*

## Abstrak

Industri Alas Kaki di Kota Madiun merupakan industri yang sedang direncanakan untuk beroperasi. Industri ini menghasilkan air limbah domestik yang berasal dari kegiatan domestik seperti toilet karyawan dan tamu, kantin, masjid, dan pembersihan gedung. Air limbah domestik yang dihasilkan sebesar 97,165 m<sup>3</sup>/hari dan akan diolah melalui IPAL berkapasitas 100 m<sup>3</sup>/hari. Teknologi yang digunakan pada IPAL tersebut adalah biofilter aerobik dan biofilter anaerobik yang direncanakan mampu menyisihkan kadar BOD, COD, TSS, dan Amonia. Hasil pengolahan air limbah melalui IPAL telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Kebutuhan dosis penyiraman untuk lahan seluas 38.102,8 m<sup>2</sup> sebesar 0,002 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Air limbah domestik dari Industri Alas Kaki di Kota Madiun secara keseluruhan dimanfaatkan untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau dan frekuensi penyiraman sebanyak 2 kali pada musim kemarau dan 1 kali pada musim hujan.

**Kata Kunci:** *air limbah domestik, pengolahan air limbah, penyiraman*

## 1. Pendahuluan

Laporan data hasil sensus penduduk dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2020, jumlah penduduk di Indonesia tercatat mencapai 270,2 juta orang. Oleh karena itu, semakin banyak penduduk yang ada, semakin tinggi *demand* yang harus terpenuhi. Sehingga hal tersebut menjadi peluang bagi pemilik usaha yang bergerak di bidang produk dan jasa memperluas usahanya dalam memenuhi kebutuhan masyarakat yang tinggi, salah satunya di sektor industri yang merupakan salah satu aspek penggerak dan penopang utama perekonomian nasional karena seiring berkembangnya kegiatan industri selalu memberikan dampak positif terhadap kemajuan negara[1]. Namun selain dampak positif yang diberikan di negara, sektor industri juga termasuk kedalam salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Karena tidak dapat dipungkiri bahwa baik industri dalam skala makro atau mikro pasti dalam kegiatan produksinya menghasilkan sebuah limbah baik berupa limbah produksi atau limbah domestik.

Setiap kegiatan dan/atau usaha diwajibkan untuk mengolah air limbahnya masing-masing untuk ikut berperan dalam melindungi lingkungan, hal tersebut tertuang pada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kegiatan industri alas kaki di Kota Madiun sendiri memproduksi barang jadi berupa alas kaki, Sepatu olahraga, dan *knitmesh*. Namun dalam kegiatan operasionalnya, industri alas kaki menghasilkan air limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan domestik seperti toilet karyawan dan tamu, kantin, masjid, dan pembersihan gedung.

Air limbah domestik sendiri dibagi menjadi dua jenis, yaitu *black water* yang merupakan hasil dari eksresi manusia, sedangkan *greywater* merupakan limbah hasil sisa penyiraman, pencucian, dan sisa mandi [2]. Limbah domestik tersebut apabila tidak diolah dan dikendalikan dengan baik berpotensi untuk mencemari lingkungan [3]. Hal tersebut berpotensi untuk terjadi karena air limbah domestik mengandung mikroba patogen seperti E. Coli [4]. Selain parameter tersebut, air limbah domestik mengandung kadar pencemar BOD, COD, TSS, dan Amonia. Berdasarkan peraturan yang ada dan potensi pencemaran terhadap lingkungan, Industri Alas Kaki di Kota Madiun merencanakan pengelolaan lingkungan terutama pada pengolahan air limbah domestik. Pengolahan air limbah serta pemanfaatannya telah diatur pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Penerbitan Persetujuan Teknis Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan. Upaya pengolahan air limbah maupun bentuk pemanfaatannya telah diatur sedemikian rupa dan dicantumkan pada sebuah dokumen Persetujuan Teknis Pemenuhan Baku Mutu Air Limbah.

Dalam merencanakan pengolahan serta pemanfaatan air limbah, Industri Alas Kaki di Kota Madiun berencana untuk mengolah air limbah melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah dan menggunakan teknologi biofilter aerobik dan biofilter anaerobik. Menurut Amri & Wesen pada Tahun 2015 [5], biofilter anaerob dengan media plastik dapat menurunkan kadar BOD sebesar 92% dan COD sebesar 90%. Penelitian juga dilakukan oleh Said & Firly pada tahun 2015 [6], biofilter aerob memiliki efisiensi penurunan kadar BOD sebesar 85% dan kadar COD sebesar 90%. Oleh karena itu teknologi tersebut digunakan dalam perencanaan pengolahan air limbah domestik Industri Alas Kaki di Kota Madiun. Dengan adanya perencanaan tersebut, penelitian perlu dilakukan lebih lanjut untuk mempelajari dan menganalisis perencanaan pengolahan air limbah domestik di Industri Alas Kaki beserta bentuk dari pemanfaatannya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan direpresentasikan secara deskriptif. Data sekunder yang digunakan meliputi perencanaan unit IPAL, debit beserta parameter limbah yang dihasilkan, dan data luasan lahan RTH. Pehitungan analisis meliputi neraca air, neraca massa IPAL, kebutuhan air untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau, dan kebutuhan air untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau dilakukan setelah proses pengumpulan data.

## 3. Hasil dan Pembahasan

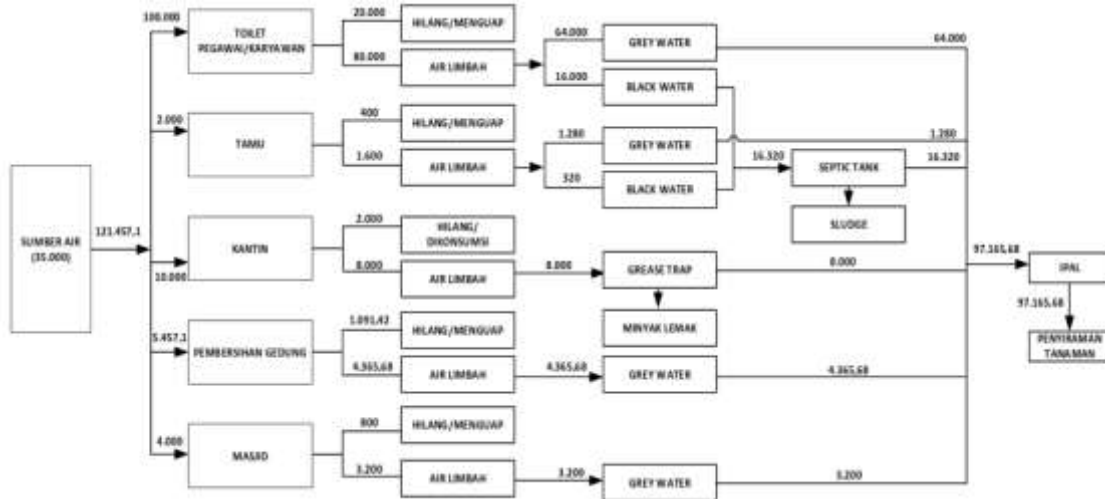
### Neraca Air

Pemakaian air bersih di Industri Alas Kaki Kota Madiun hanya berasal dari kegiatan domestik, yang menghasilkan limbah *greywater* dan *blackwater*. Air limbah yang dihasilkan berkisar 60% - 90% dari jumlah penggunaan air bersih [7]. Neraca air berikut memuat jumlah kebutuhan air bersih dan perkiraan limbah yang dihasilkan dari kegiatan Industri Alas Kaki di Kota Madiun.

Tabel 1. Kebutuhan Air Bersih

Sumber Air	Kegiatan	Jumlah	Kebutuhan Orang/hari	Kebutuhan Air Bersih Rata-rata (liter/hari)	Air Limbah yang Dhasilkan (liter/hari)
				Sumur Bor	
		(1)	(2)	(3) = (1) x (2)	(4) = 0,8 x (3)
<b>A.</b>	<b>Kebutuhan Air Bersih</b>				
1.	Karyawan	2000	50 L/orang	100.000	80.000
2.	Tamu	20	100 L/orang	2.000	1.600
3.	Kantin	2000	5 L/orang	10.000	8.000
4.	Masjid	400	10 L/orang	4.000	3.200
5.	Pembersihan Gedung	54.571 m <sup>2</sup>	0,1 L/m <sup>2</sup> luas bangunan	5.457,1	4.365,68
			Total	<b>121.457,1</b>	<b>97.165,68</b>
<b>B.</b>	<b>Pasokan Sumber Air</b>				
1.	Sumur bor dalam			121.457,1	
<b>C.</b>	<b>Kehilangan Air atau Menguap</b>				
1.	Menguap				24.291,42

Sumber: Hasil analisis, 2024



Gambar 1. Diagram Alir Neraca Air

### Karakteristik Air Limbah

Air limbah domestik Industri Alas Kaki di Kota Madiun direncanakan berasal dari kegiatan penunjang seperti toilet karyawan dan tamu, kantin, masjid, dan pembersihan gedung. Air limbah tersebut mengandung kadar pencemar BOD, COD, TSS, Minyak dan lemak, amonia, dan *coliform*. Karakteristik influen IPAL akan direncanakan sebagai berikut.

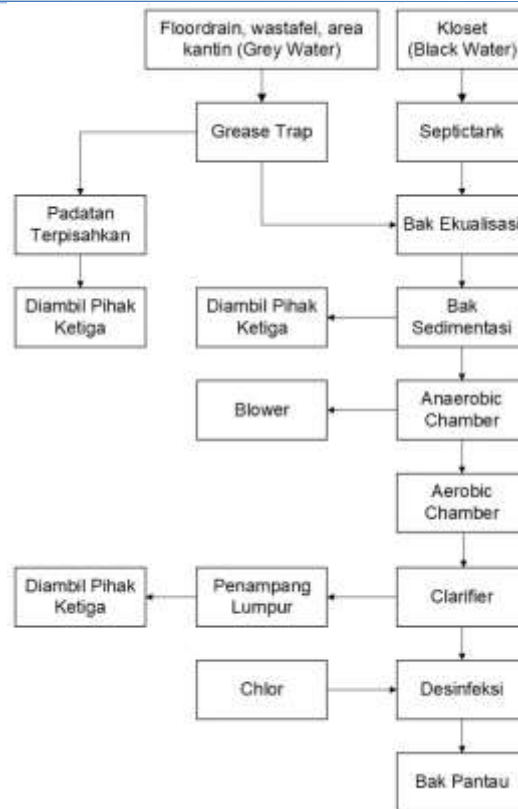
Tabel 2. Perencanaan Karakteristik Influent IPAL

No.	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1.	pH	-	6-9
2.	BOD <sub>5</sub>	mg/L	83,1
3.	COD	mg/L	354
4.	TSS	mg/L	120
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	3682
6.	Amoniak	mg/L	226
7.	Total Coliform	MPN/100 mL	16.000

Sumber: Dokumen Persetujuan Teknis Pemenuhan Baku Mutu Air Limbah Industri Alas Kaki X, 2024

### Pengolahan Limbah

Air limbah domestik dari Industri Alas Kaki di Kota Madiun direncanakan diolah melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan kapasitas sebesar 100 m<sup>3</sup>/hari. Dasar pemilihan unit pengolahan ini adalah karena memiliki sistem pengoperasian yang mudah dan murah, serta efisiensi penyisihan kadar pencemar yang cukup baik. Berikut ini adalah diagram alir proses pengolahan air limbah domestik.



**Gambar 2.** Diagram Alir Pengolahan Air Limbah

Penjelasan mengenai fungsi dan proses tiap tahap pengolahan adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.** Fungsi dan Proses Tiap Unit pada IPAL

No	Unit Proses	Fungsi dan Proses
1	Septic Tank	: Berfungsi untuk memisahkan padatan berupa <i>feces</i> /tinja yang dihasilkan dari kloset. <i>Septictank</i> ini akan melakukan proses secara biologis dengan bantuan mikroorganisme, untuk kondisi saat ini stater biologis yang dapat digunakan adalah EM4, atau Bio Enzim.
2	Grease Trap	: Air limbah yang berasal dari kantin terlebih dahulu akan diolah dengan menggunakan <i>grease trap</i> untuk memisahkan lemak dan minyak.
3	Bak Ekualisasi	: Bak ekualisasi berfungsi untuk menampung air limbah dari kegiatan domestik, menyetarakan debit aliran air agar dalam proses selanjutnya tidak terjadi fluktuasi aliran, yang berakibat pada kurang optimalnya proses pengolahan air limbah.
4	Bak Sedimentasi	: Berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel diskrit maupun <i>suspended solid</i> di bagian dasar unit sedimentasi. Pada unit ini aliran air limbah dibuat sangat tenang untuk memberi kesempatan padatan/suspensi untuk mengendap.
7	Anaerobik	: . Dalam bak anaerobik ini terjadi proses penguraian air limbah secara anaerob oleh bakteri anaerob. Di dalam proses pengolahan air limbah secara anaerob, akan dihasilkan gas metan, amoniak dan gas H <sub>2</sub> S yang menyebabkan bau busuk <sup>[7]</sup> . Oleh karena itu untuk pengolahan air limbah bak anaerobik dibuat tertutup dan dilengkapi dengan pipa pengeluaran gas.
8	Aerobik	: Di dalam bak aerobik terjadi kondisi aerobik sehingga polutan organik yang masih belum terurai di dalam bak anaerobik akan diuraikan menjadi karbondioksida dan air. Sedangkan amoniak atau amonium yang terjadi pada proses anaerobik

			akan dioksidasi + (proses nitrifikasi) akan diubah menjadi nitrat (NHNO <sub>3</sub> ). Selain itu gas H <sub>2</sub> S yang terbentuk akibat proses anaerob akan diubah menjadi sulfat (SO <sub>4</sub> ) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam bak aerobik <sup>[7]</sup> .
9	Desinfeksi	:	Proses desinfeksi bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Proses desinfeksi ini akan menggunakan chlor yang diinjeksikan ke aliran air limbah dengan menggunakan dosing pump. Efisiensi <i>removal coliform</i> sebesar 99%.
10	Clarifier	:	Filter ini merupakan filter bertekanan dengan media filter yang digunakan adalah berupa pasir. Unit ini berfungsi untuk menyaring secara fisik keberadaan TSS, kekeruhan dan partikel diskrit yang masih terikut dalam aliran air limbah.
11	Desinfeksi	:	Desinfeksi berfungsi untuk membunuh mikroorganisme patogen dan kuman penyakit lainnya dengan mengkontakkan air olahan dengan klorin padat.

Tiap unit pada IPAL memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar pencemar yang terkandung di dalam air limbah. Perencanaan IPAL harus menghasilkan *effluent* yang sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan melalui Kajian Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2024. Berikut adalah efisiensi *removal* kadar pencemar tiap unit IPAL.

**Tabel 5.** Efisiensi *Removal* Tiap Unit IPAL

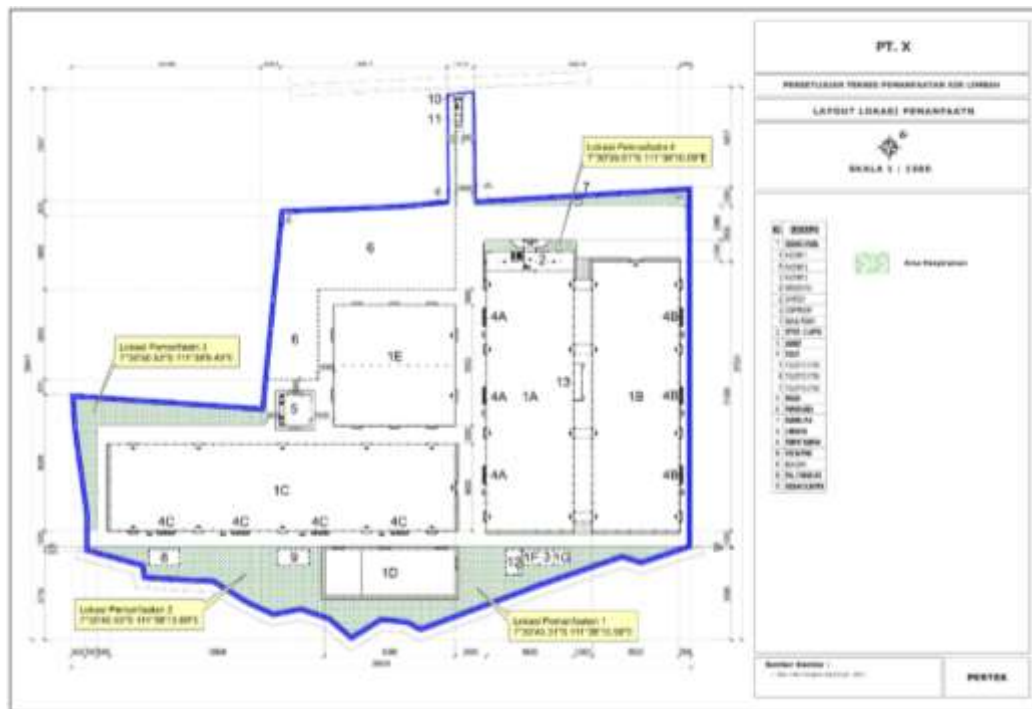
No	Unit Pengolahan	Parameter							
		pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak dan Lemak (mg/L)	Amonia (mg/L)	Total Colliform	
1	Grease Trap	Influent	6-9	30	100	30,0	5	10	3.000
		Persentase Removal	0%	0%	0%	0%	99.78%	0%	0%
		Effluent	6-9	30	100	30,0	0,01	10	3.000
2	Bak Ekuwalisasi	Influent	6-9	30	100	30,00	0,01	10	3.000
		Persentase Removal	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Effluent	6-9	30	100	30	0,01	10	3.000
3	Bak Sedimentasi	Influent	6-9	30	100	30	0,01	10	3.000
		Persentase Removal <sup>[13]</sup>	0%	30%	28%	59%	0%	0%	0%
		Effluent	6-9	21	72	12,3	0,01	10	3.000
3	Anaerobik Biofilter	Influent	6-9	21	72	12,3	0,01	10	3.000
		Persentase Removal <sup>[5]</sup>	0%	90%	92%	0%	0%	0%	0%
		Effluent	6-9	2,1	5,76	12,3	0,01	10	3.000
5	Aerobik Biofilter	Influent	6-9	2,1	5,76	12,3	0,01	10	3.000
		Persentase Removal <sup>[9]</sup>	0%	92%	84%	85%	0%	96%	0%
		Effluent	6-9	0,17	0,922	1,85	0,01	0,40	3.000
6	Clarifier	Influent	6-9	0,17	0,922	1,85	0,01	0,40	3.000

No	Unit Pengolahan	Parameter							
		pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak dan Lemak (mg/L)	Amonia (mg/L)	Total Coliform	
	Persentase Removal <sup>[10]</sup>	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	
	Effluent	6-9	0,17	0,92	1,11	0,01	0,40	3.000	
7	Desinfeksi	Influent	6-9	0,17	0,92	1,11	0,01	0,40	3.000
	Persentase Removal <sup>[11]</sup>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	99.99%	
	Effluent	6-9	0,17	0,92	1,11	0,01	0,40	0,3	
<b>BAKU MUTU</b>		<b>6-9</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>3.000</b>	
<b>Memenuhi</b>									

Sumber: Dokumen Persetujuan Teknis Pemenuhan Baku Mutu Air Limbah Industri Alas Kaki X, 2024

Berdasarkan analisis diatas, menunjukkan bahwa perencanaan pengolahan air limbah telah memenuhi baku mutu sesuai dengan hasil Kajian Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2024 dan memenuhi kualifikasi untuk menggunakan air limbah hasil olahan IPAL sebagai penyiraman Ruang Terbuka Hijau.

### Pemanfaatan Sebagai Penyiraman Ruang Terbuka Hijau



**Gambar 3.** Lokasi Penyiraman Ruang Terbuka Hijau

Luas lahan di lingkungan Industri Alas Kaki Kota Madiun yang akan dimanfaatkan sebagai penyiraman Ruang Terbuka Hijau adalah sebesar 38.102,8 m<sup>2</sup>. Menurut Handayani pada tahun 2011[12], setiap 1 m<sup>2</sup> Ruang Terbuka Hijau membutuhkan air untuk penyiraman sekitar 0,002 m<sup>3</sup>. Penyiraman dilakukan menggunakan jaringan pipa dilengkapi dengan pompa yang disediakan secara khusus untuk mendistribusikan air limbah menuju ke Ruang Terbuka Hijau yang akan disiram. Frekuensi penyiraman pada musim penghujan sebanyak 2 kali dan jadwal penyiraman dilakukan pada pukul 07.00-08.00 WIB dan pukul 16.00-17.00 WIB, sedangkan di musim kemarau dilakukan hanya sekali saja dalam sehari. Berikut perhitungan kebutuhan air untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau.

**Tabel 6.** Kebutuhan Air untuk Penyiraman

Musim	Debit Limbah (m <sup>3</sup> /hari)	Dosis Penyiraman (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Luas Area Pemanfaatan (m <sup>2</sup> )	Frekuensi	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /hari)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (3) x (4) x (5)
Kemarau	97,166	0,002	38.102,8	2 kali / hari	76,205
Hujan	97,166	0,002	38.102,8	1 kali / hari	152,411

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, seluruh *effluent* IPAL Industri Alas Kaki masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan penyiraman Ruang Terbuka Hijau karena masih belum terlayani secara keseluruhan.

#### 4. Kesimpulan

Perencanaan pengolahan air limbah domestik pada Industri Alas Kaki di Kota Madiun telah memenuhi baku mutu yang diusulkan sesuai dengan hasil Kajian Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2024 sebagai penyiraman Ruang Terbuka Hijau. Perencanaan IPAL Industri Alas Kaki di Kota Madiun yang menggunakan Teknologi Biofilter Aerobik dan Biofilter Anaerobik cukup efektif untuk menurunkan parameter pencemar lingkungan. Namun, setelah dilakukan hasil analisis perhitungan kebutuhan air untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau dengan frekuensi penyiraman di musim hujan sebanyak 2 kali dan musim kemarau sebanyak 1 kali, air limbah yang diolah sebesar 97,166 m<sup>3</sup>/hari masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan penyiraman Ruang Terbuka Hijau. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan penyiraman Ruang Terbuka Hijau diperlukan air tambahan selain air *effluent* IPAL.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada bapak ibu dosen UPN “Veteran” Jawa Timur dan PT. Alam Lestari Konsultan dan semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian ini.

#### 6. Referensi

- [1] A. N. Rahmah and S. Widodo, “Peranan Sektor Industri Pengolahan dalam Perekonomian di Indonesia dengan Pendekatan Input – Output Tahun 2010 – 2016,” *Economie Jurnal Ilmu Ekonomi.*, vol. 1, no. 1, p. 14, 2019, doi: 10.30742/economie.v1i1.819.
- [2] N. Idaman Said, “Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta,” *Jurnal Air Indonesia.*, vol. 2, no. 2, pp. 169–177, 2006, doi: 10.37439/jurnaldrd.v12i2.12.
- [3] A. A. Zevhiana and F. Rosariawari, “Upaya Pengolahan Dan Pemanfaatan Air Limbah Domestik Pada Industri AMDK Dan Beverages Efforts To Treatment And Utilize Domestic Wastewater In The AMDK And Beverages Industry,” *CHEMVIRO Jurnal Kimia dan Ilmu Lingkungan.*, vol. 1, no. 2, pp. 36–46, 2023.
- [4] D. Y. Lestari, D. Darjati, and M. Marlik, “Penurunan Kadar BOD, COD, dan Total Coliform dengan Penambahan Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya L*) (Studi pada Limbah Cair Domestik Industri Baja di Surabaya Tahun 2020),” *Jurnal Kesehatan Lingkungan Jurnal dan Aplikasi Teknologi Kesehatan Lingkungan.*, vol. 18, no. 1, pp. 49–54, 2021, doi: 10.31964/jkl.v18i1.288.
- [5] K. Amri and P. Wesen, “Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Biofilter Anaerob Bermedia Plastik (Bioball),” *Jurnal Ilmu Teknik Lingkungan.*, vol. 7, no. 2, pp. 55–66, 2015.
- [6] N. I. Said and Firly, “Uji Performance Biofilter Anaerobik Unggun Tetap Menggunakan Media Biofilter Sarang Tawon,” *Jurnal Air Indonesia.*, vol. 1, no. 3, pp. 289–303, 2005.
- [7] K. N. Azmi, I. G. Danumihardja, and N. I. Said, “Aplikasi Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Kombinasi Biofilter Aerobik Media Plastik Sarang Tawon Dan Biofilter Media Kerikil Dengan Aliran Ke Atas,” *Jurnal Air Indonesia.*, vol. 10, no. 2, pp. 42–51, 2019, doi: 10.29122/jai.v10i2.3760.
- [8] D. M. Wisesa and A. Slamet, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah di Rumah Susun Tanah Merah Surabaya,” *Jurnal Teknik ITS.*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.18279.
- [9] E. Pamungkas, “Studi Kinerja Biofilter Aerob Untuk mengolah Air Limbah Laundry,” pp. 1–126, 2015.

- 
- [10] L. Z. Fitrihani, N. S. Indrasti, and Suprihatin, "Karakterisasi Kondisi Operasi dan Optimasi Proses Pengolahan Air Limbah Industri Pangan," *Jurnal Agroindustri Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 110–117, 2012, [Online]. Available: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/e-jaii/index>
- [11] P. S. Komala and F. Agustina, "Kinerja Kaporit dalam Penyisihan E.Coli pada Air Pengolahan PDAM," *Jurnal Teknika*, vol. 21, no. 2, pp. 66–76, 2014.
- [12] D. S. Handayani, "Kajian Pustaka Potensi Pemanfaatan Greywater Sebagai Air Siram Wc Dan Air Siram Tanaman Di Rumah Tangga," *Jurnal Presipitasi*, vol. 10, no. 1, pp. 41–50, 2011.
- [13] Qasim & R. Syed., *Waste Water Treatment Plants Planning, Design, and Operations*. US: CBS College Publishing, 1985.