



Pemenuhan Baku Mutu Air Limbah sebagai Pemanfaatan untuk Aplikasi Penyiraman ke Ruang Terbuka Hijau Wisata Air di Kabupaten Malang

Muhammad Arfandhani Arifin^{1*}, R Mohammad Alghaf Dienullah²

¹⁻²Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia

*Penulis Korespondensi: 22035010085@student.upnjatim.ac.id

Abstract. Malang Regency is known as a strategic location with considerable potential as a tourism destination in Indonesia. According to data released by the Central Bureau of Statistics, Malang Regency has recorded 267 tourist destinations spread across 33 districts. This study uses data from one water tourism destination, referred to as Tourism Site X, which focuses on the management and development of recreational areas, including swimming pools, bathing facilities, water attractions, artificial lakes, as well as the management of recreational parks and family facilities such as playgrounds, seating areas, and recreational and educational facilities. Tourism Site X is located in Pakis District, Malang Regency. The reuse of treated wastewater as a non-potable water source for irrigating green open spaces represents a crucial strategic approach to conserving water resources, particularly in water tourism areas such as Tourism Site X, which require substantial water supplies. In practice, the wastewater generated in Tourism Site X mainly originates from domestic sources, including activities such as cleaning swimming pool areas and animal enclosures, toilet usage, and food court operations. This study aims to assess whether the quality of treated wastewater from the wastewater treatment process at Tourism Site X complies with the required standards for green open space irrigation, in accordance with the Regulation of the Minister of Environment/Environmental Control Agency of the Republic of Indonesia Number 11 of 2025 concerning Wastewater Quality Standards and Wastewater Treatment Technologies for Domestic Wastewater, as well as to identify parameters that need to be reduced or eliminated.

Keywords: Green Space; Malang Regency; Waste Management; Wastewater Standards; Water Tourism

Abstrak. Kabupaten Malang dikenal sebagai lokasi yang strategis dan memiliki banyak potensi sebagai destinasi wisata di Indonesia. Menurut data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (BPS), Kabupaten Malang mencatat sebanyak 267 lokasi wisata. Lokasi-lokasi ini tersebar di 33 kecamatan. Penelitian ini mengambil data dari salah satu destinasi wisata air X, yang berfokus pada pengelolaan dan pengembangan area rekreasi, termasuk pengelolaan kolam renang, pemandian, wahana air, danau buatan, serta manajemen taman rekreasi dan fasilitas keluarga (tempat bermain, area duduk, serta fasilitas rekreasi dan edukasi). Wisata X terletak di Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. Pemakaian ulang air limbah yang telah terdegradasi sebagai sumber air yang tidak layak konsumsi untuk menyiram ruang terbuka hijau merupakan langkah strategis yang krusial dalam menjaga kelestarian sumber daya air, khususnya di kawasan wisata air X yang memerlukan pasokan air yang signifikan. Dalam pelaksanaannya, limbah yang dihasilkan oleh kawasan wisata X mayoritas berasal dari limbah domestik akibat kegiatan pencucian area kolam dan tempat hewan, penggunaan toilet, dan kantin atau foodcourt. Penelitian ini bertujuan untuk menilai apakah kualitas air limbah dari proses pengolahan di lokasi wisata X sesuai dengan standar untuk aplikasi penyiraman Ruang Terbuka Hijau (RTH), sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025 tentang Standar Mutu Air Limbah dan Teknologi Pengolahan Air Limbah untuk Limbah Domestik, serta untuk mengidentifikasi parameter yang perlu diurangi atau dihilangkan.

Kata kunci: Kabupaten Malang; Pengelolaan Limbah; Ruang Terbuka Hijau; Standar Air Limbah; Wisata Air

1. LATAR BELAKANG

Pembangunan dalam industri pariwisata memberikan kontribusi yang signifikan di berbagai bidang, termasuk sektor ekonomi, sosial, dan lingkungan. Industri ini menghasilkan pendapatan melalui kedatangan wisatawan luar negeri dan juga berperan dalam produk domestik bruto (PDB) serta komponen yang terkait. Selain itu, pariwisata berperan dalam melestarikan lingkungan di lokasi-lokasi wisata (Fernando et. al., 2021). Kabupaten Malang dikenal sebagai lokasi yang strategis dan memiliki banyak potensi sebagai destinasi wisata di

Indonesia. Menurut data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (BPS), Kabupaten Malang mencatat sebanyak 267 lokasi wisata. Lokasi-lokasi ini tersebar di 33 kecamatan (BPS, 2021). Destinasi tersebut menawarkan berbagai bentuk wisata, termasuk wisata air alami seperti air terjun dan pantai, desa wisata, serta situs bersejarah. Penelitian ini mengambil data dari salah satu destinasi wisata air X, yang berfokus pada pengelolaan dan pengembangan area rekreasi, termasuk pengelolaan kolam renang, pemandian, wahana air, danau buatan, serta manajemen taman rekreasi dan fasilitas keluarga (tempat bermain, area duduk, serta fasilitas rekreasi dan edukasi). Wisata X terletak di Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang.

Pemakaian ulang air limbah yang telah terdegradasi sebagai sumber air yang tidak layak konsumsi untuk menyiram ruang terbuka hijau merupakan langkah strategis yang krusial dalam menjaga kelestarian sumber daya air, khususnya di kawasan wisata air X yang memerlukan pasokan air yang signifikan. Di wilayah Kabupaten Malang, peningkatan fasilitas wisata air mendorong tingginya kebutuhan akan pasokan air untuk pengisian kolam, menjaga kebersihan, dan menyiram taman. Pemanfaatan air limbah yang telah diolah untuk menyiram ruang terbuka hijau dapat mengurangi ketergantungan terhadap air bersih, menekan biaya operasional, serta meningkatkan keberlanjutan operasional selama kualitas limbah tersebut memenuhi standar yang ditetapkan. Dalam pelaksanaannya, limbah yang dihasilkan oleh kawasan wisata X mayoritas berasal dari limbah domestik akibat kegiatan pencucian area kolam dan tempat hewan, penggunaan toilet, dan kantin atau *foodcourt*.

Namun, penggunaan air limbah juga membawa kemungkinan risiko bagi lingkungan dan kesehatan: zat pencemar organik (BOD, COD), zat padat yang terlarut (TSS), nutrisi (N, P), mikroba patogen (*Fecal Coliform*), dan beberapa parameter anorganik dapat merusak kualitas tanah, mengurangi estetika, atau mengancam keselamatan pekerja dan pengunjung jika tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Karenanya, memastikan bahwa standar kualitas air sudah dipenuhi sebelum digunakan adalah syarat teknis dan regulasi yang harus diikuti. Penelitian ini bertujuan untuk menilai apakah kualitas air limbah dari proses pengolahan di lokasi wisata X sesuai dengan standar untuk aplikasi penyiraman Ruang Terbuka Hijau (RTH), sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025 tentang Standar Mutu Air Limbah dan Teknologi Pengolahan Air Limbah untuk Limbah Domestik, serta untuk mengidentifikasi parameter yang perlu diurangi atau dihilangkan. Melalui hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis mengenai pengelolaan limbah dan protokol pemantauan yang mendukung praktik penggunaan kembali yang aman dan berkelanjutan di area wisata air Kabupaten Malang.



Gambar 1. Lokasi Kegiatan Wisata X

2. KAJIAN TEORITIS

Untuk mendalami kajian penggunaan limbah, terdapat beberapa teori sebelumnya yang menjadi dasar acuan. Amri & Wesen (2015) mengemukakan bahwa limbah cair rumah tangga yang dibuang tanpa pengolahan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan serta ekosistem yang ada. Mikroba berbahaya seperti *E. coli* yang ada di limbah rumah tangga menjadi penyebab dari pencemaran ini (Lestari & Darjati, 2021). Jika limbah air hanya diproses dan tidak dimanfaatkan lebih jauh, cara pengolahan tersebut menjadi kurang berguna. Pada tahun 2021, Rosadi melakukan studi mengenai pemanfaatan limbah air untuk keperluan irigasi, dengan memanfaatkan air sisa pencucian piring yang mengandung seng dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman.

Aturan mengenai terpenuhinya mutu air buangan di Indonesia ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup atau Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025, yang mengatur tentang standar mutu air limbah serta metode pengolahannya khusus untuk limbah rumah tangga. Jika air buangan dipakai ulang, misalnya untuk menyiram area hijau terbuka, patokan mutunya dibuat lebih longgar daripada standar yang berlaku saat air itu dilepaskan ke perairan alami. Patokan ini meliputi hal pokok seperti tingkat keasaman (pH), BOD, COD, padatan tersuspensi total (TSS), sisa klorin, dan bakteri tinja (*Fecal Coliform*), yang semua itu wajib dijaga di bawah batas tertentu supaya tidak membahayakan tumbuhan, tanah, maupun semua makhluk hidup di area hijau tersebut.

Oleh karena itu, tujuan pengolahan air limbah adalah untuk menurunkan tingkat polusi agar memenuhi standar kualitas. Proses pengelolaan ini bisa melibatkan gabungan dari unit mekanik, biologis, dan/atau kimia, seperti *biofilter anaerob-aerob*, *lagoon*, dan STP dengan berbagai teknologi lainnya. IPAL *Biofilter* gabungan *Anaerob-Aerob* adalah metode pengolahan dengan mengalirkan limbah cair ke dalam reaktor biologis yang diisi dengan media penopang sebagai area perkembangbiakan mikroorganisme dengan aerasi (*aerob*) atau tanpa

aerasi (*anaerob*) (Ewita, 2011). Air limbah yang sudah diproses (*effluent*) bisa dimanfaatkan kembali untuk kebutuhan non-air minum, seperti penyiraman taman atau ruang terbuka hijau, pengisian toilet, atau kegunaan industri tertentu (Erwin, 2023).

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dimulai dengan mencari literatur guna memahami tipe data yang diperlukan. Data yang digunakan dalam studi ini mencakup data primer dan sekunder, yang diperoleh melalui observasi dan wawancara. Pengumpulan data primer dilakukan dengan memantau kondisi terkini dari Wisata X. Wawancara dilakukan bersamaan dengan observasi untuk memperoleh informasi terkait situasi yang ada serta rencana penggunaannya. Data sekunder diambil dari dokumen dan informasi teknis yang tersedia di wisata X, seperti rancangan tata letak sistem drainase, jumlah pengunjung, daftar wahana, serta hewan. Setelah semua data terkumpul, proses analisis dilakukan untuk menyusun laporan pertek BMAL. Oleh karena itu, data tersebut bersifat penting karena digunakan untuk menyusun laporan Pertek BMAL Wisata X tahun 2025, dengan melakukan analisis kualitatif yang menghasilkan deskripsi dan penjelasan mengenai pengelolaan limbah serta penggunaan air untuk penyiraman (Rosadi et al., 2021). Berikut data *influent* dan *effluent* uji laboratorium dari Wisata X dibandingkan dengan baku mutu air limbah dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup atau Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025 uji laboratorium dari Wisata X.

Tabel 1. Karakteristik *Influent* Air Limbah Wisata X

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Influent	Effluent
1.	Tingkat Keasaman (pH*)	-	6-9	6,8	6,8
2.	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/l	12	250	4,65
3.	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/l	80	500	1,375
4.	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/l	30	300	10
5.	<i>Fecal Coliform</i>	MPN/100ml	200	3915	39,15
6.	<i>Residual Klor</i>	mg/l	1	0,43	0,43
7.	Minyak dan Lemak	mg/l	20	344	5,33

(Sumber : Hasil Uji Laboratorium yang dilakukan Wisata X, 2025)

Untuk Menentukan % *removal* digunakan dari studi literatur sesuai dengan unit pengolahan limbah yang digunakan, sedangkan untuk hasil *removalnya* digunakan rumus sebagai berikut :

$$Efisiensi Removal (\eta) = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$$

$$Removal (R) = C_{in} \times \eta$$

$$Konsentrasi Effluent (C_{out}) = C_{in} - R$$

Keterangan :

C_{in} = konsentrasi *influent* (mg/L)

C_{out} = konsentrasi *effluent* (mg/L)

R = efisiensi *removal* (%)

η = besar *removal* (mg/L)

Setelah itu diperlukan perhitungan untuk menentukan dosis dari air limbah yang digunakan untuk penyiraman RTH, juga perlu menentukan kebutuhan air untuk penyiraman selama musim kemarau serta musim penghujan, adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$Dosis Air Limbah (D) = \left\{ \frac{curah hujan maks \frac{mm}{bulan} - curah hujan aktual \frac{mm}{bulan}}{1000} \times 10.000 \right\} m^3/Ha/bulan$$

$$Luas Lokasi Pemanfaatan (A) = \frac{Debit Air Limbah (Q)}{Dosis Air Limbah (D)}$$

$$Kebutuhan air (K) = A \times k \times f$$

Keterangan :

D = dosis air limbah (mg/L)

A = luas lokasi pemanfaatan (m²)

Q = debit air limbah (m³/hari)

K = kebutuhan air penyiraman (m³/hari)

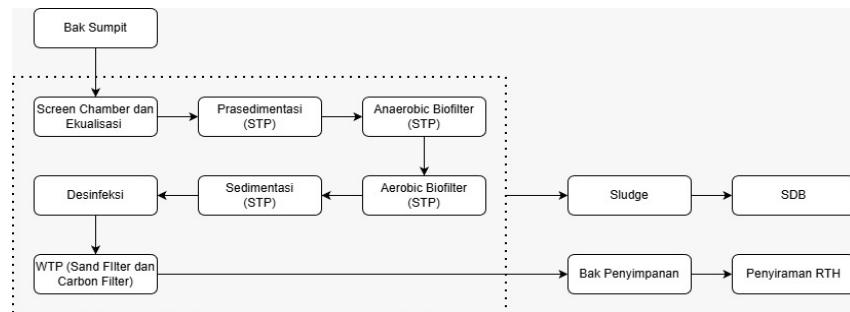
k = kebutuhan air spesifik (m³/m²·sekali siram)

f = frekuensi penyiraman (kali/hari)

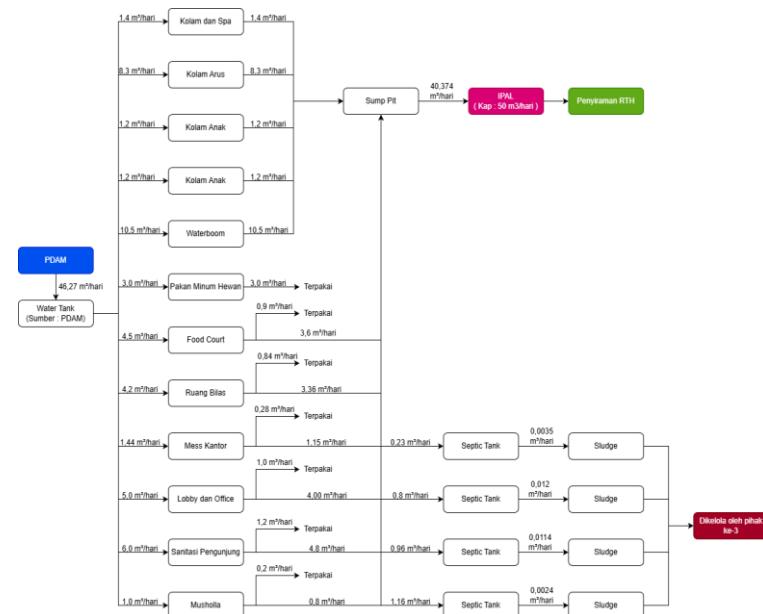
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Air Limbah Wisata X

IPAL dari Wisata X memiliki kapasitas 50 m³. Area terbuka hijau di kawasan Wisata X akan mendapat penyiraman menggunakan air limbah yang sudah dikumpulkan sementara menggunakan *sprinkler*. Setiap harinya, Wisata X menghasilkan air limbah sebanyak 40. 374 m³ yang merupakan bekas pemakaian air bersih dalam aktivitas operasionalnya. Air bersih yang dipakai bersumber dari PDAM Kota Malang dan disimpan dalam tandon sebelum disalurkan ke kegiatan lain yang memerlukan air bersih. Gambar 4. menunjukkan perbandingan antara penggunaan air bersih dan seberapa banyak air yang diperlukan untuk setiap kegiatan, sedangkan Gambar 3. memperlihatkan alur proses pengolahan air limbah.



Gambar 3. Alur proses pengolahan Air Limbah Wisata X



Gambar 4. Neraca Penggunaan Air Bersih dan Limbah Wisata X

Parameter BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, *Fecal Coliform*, dan *Residual Klor* akan dipantau setiap bulan, sedangkan pH, Suhu, dan Debit diukur setiap hari. Parameter yang melebihi standar kualitas meliputi BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, serta *Fecal Coliform* yang dihasilkan dari aktivitas utama dan pendukung. Sebagian besar BOD, COD, TSS, dan *Fecal Coliform* yang melampaui batas berkualitas terutama berasal dari kegiatan sanitasi pengunjung dan kantor, sedangkan minyak dan lemak berasal dari *food court*. Air limbah diolah menggunakan reaktor sesuai dengan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3, dengan proses pengolahan yang berlangsung dalam reaktor tersebut.

a. Bak Sumpit

Pada unit ini, seluruh aliran limbah disatukan agar mudah dikontrol sebelum memasuki tahapan pengolahan selanjutnya. Selain sebagai bak kontrol aliran dan pencegah aliran balik (*backflow*), bak sumpit juga menjadi titik pertemuan antara aliran *greywater* yang telah melewati *grease trap* dan limbah campuran lainnya, sebelum dialirkan menuju *screen chamber* dan bak ekualisasi.

b. *Septic Tank*

Unit ini dilengkapi dengan media kerikil, ijuk, batu zeolit, dan karbon aktif, di mana kerikil berfungsi sebagai penyaring awal partikel kasar (Fajri, Handayani, dan Sutikno, 2017). Proses yang berlangsung meliputi pengendapan primer dan penguraian bahan organik secara *anaerob*, sehingga dapat menurunkan konsentrasi BOD. Lumpur yang terakumulasi di dalam *septic tank* dikeluarkan secara berkala dan dikelola oleh pihak ketiga yang berizin.

c. *Grease Trap*

Grease trap difungsikan untuk memisahkan minyak dan lemak (FOG) yang berasal dari aktivitas *food court*. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis dengan memperlambat aliran melalui sekat-sekat internal (Ibrahim, Selintung, & Zubair, 2023). Keberadaan unit ini sangat penting untuk mencegah minyak dan lemak masuk ke unit biologis yang dapat menyebabkan penyumbatan dan menurunkan kinerja pengolahan.

d. *Screen Chamber* dan Bak Ekualisasi

Screen chamber berfungsi menyaring sampah berukuran besar seperti plastik, kayu, dan kain yang berpotensi mengganggu operasional unit berikutnya. Setelah penyaringan, air limbah dialirkan ke bak ekualisasi yang berperan menstabilkan debit dan konsentrasi polutan melalui proses pencampuran homogen. Dengan demikian, fluktuasi beban dari berbagai sumber tidak langsung membebani unit pengolahan biologis.

e. Pra-Sedimentasi (*Primary Settling*)

Unit pra-sedimentasi terdiri atas *inlet zone*, *settling zone*, *sludge zone*, dan *outlet zone* (Gading et al., 2021). Pada unit ini, partikel tersuspensi berukuran besar hingga sedang diendapkan menggunakan gaya gravitasi, sehingga beban TSS dan organik yang masuk ke tahap biologis dapat berkurang.

f. *Anaerobic Biofilter*

Pengolahan biologis dilanjutkan pada *anaerobic biofilter*, di mana air limbah dialirkan melalui media yang menjadi tempat tumbuh mikroorganisme anaerob untuk mendegradasi senyawa organik tanpa kehadiran oksigen (Metcalf & Eddy, 2004).

g. *Aerobic Biofilter*

Selanjutnya, air limbah diolah pada *aerobic biofilter* dengan bantuan suplai oksigen terlarut agar bakteri *aerob* dapat mengoksidasi sisa bahan organik secara lebih optimal (Pramita, 2019).

h. Sedimentasi Akhir

Pengendapan dilakukan pada kecepatan aliran rendah agar partikel dapat mengendap secara efektif sesuai prinsip sedimentasi (Droste, 1997). Lumpur yang terbentuk dialirkan ke unit pengolahan lumpur, sedangkan air jernih diteruskan ke tahap filtrasi.

i. *Sand Filter* dan *Carbon Filter*

Filtrasi lanjutan terdiri dari *sand filter* dan *carbon filter* sebagai unit pemoles akhir. *Sand filter* menyaring partikel halus menggunakan media pasir, sedangkan *carbon filter* menggunakan karbon aktif untuk menyerap warna, bau, dan sisa senyawa organik (Masduqi, 2014; SNI 3981:2008). Air hasil filtrasi kemudian didesinfeksi menggunakan klorin untuk membunuh mikroorganisme patogen dan menjaga sisa klor sesuai standar (Said, 2011).

j. Desinfeksi

Mikroba yang tidak diinginkan dalam air, seperti bakteri berbahaya yang memicu berbagai penyakit, bisa diatasi dengan metode disinfeksi (Said, 2011). Penggunaan klorin menjadi pilihan umum karena efektif dan mudah dikontrol. Proses ini memastikan kadar sisa klor memenuhi standar, sehingga cukup untuk menjaga kualitas air selama penyimpanan tetapi tidak berlebihan. Parameter yang diperhatikan meliputi dosis klor, waktu kontak, dan nilai DPC (*Demand for Chlorine*).

k. Bak Penyimpanan

Bak penampungan menyimpan hasil akhir dari proses pengolahan setelah dilakukan desinfeksi. Fasilitas ini bertindak sebagai cadangan sebelum air digunakan untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau. Bak tersebut dirancang dengan kapasitas yang memadai agar dapat menangani variasi kebutuhan irigasi dan menjamin kelancaran pasokan.

l. *Sludge Drying Bed* (SDB)

Sludge Drying Bed menerima lumpur dari *septic tank*, pra-sedimentasi, sedimentasi akhir, serta akumulasi lumpur dari unit *biofilter*. Pada SDB, lumpur dibiarkan mengering secara alami melalui proses penguapan dan drainase gravitasi melalui lapisan pasir dan kerikil. Ketebalan lapisan pasir bervariasi antara 15 hingga 20 cm, sedangkan lapisan kerikil memiliki ketebalan 25 hingga 30 cm. Ketebalan lapisan lumpur di atas media filtrasi juga berkisar antara 25 hingga 30 cm, serta proses pengeringan lumpur membutuhkan waktu 15 hari (Cofie et al. , 2006). Setelah proses pengeringan berlangsung

antara sepuluh sampai lima belas hari, kadar air dalam lumpur mencapai antara enam puluh dan tujuh puluh persen (Marita, 2018).

Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Wisata X, setiap unit memiliki kemampuan yang baik dalam mengolah air limbah sehingga dapat menghasilkan *effluent* yang memenuhi syarat dan baku mutu yang digunakan. Seperti yang terlihat pada Tabel 2, hasil pencapaian standar kualitas menunjukkan bahwa IPAL Wisata X efektif dan memadai untuk setiap unit yang ada.

Tabel 2. Efisiensi *Removal* IPAL Wisata X

No	Unit	pH	BOD5	COD	TSS	Minyak & Lemak	Fecal Coliform	Residual Klorin
1	Grease Trap	Baku Mutu	6 s/d 9	12	80	30	10	200
		Influent (mg/l)	6,8	250	500	300	344	3915
			6,8	250	500	300	344	3915
			6,8	250	500	300	344	0,43
2	Screen Chamber & Ekualisasi	Masuk	6,8	250	500	300	344	3915
		% Removal	-	-	-	-	95%	-
			0	0	0	0	326,8	0
			Hasil	6,8	250	500	17,2	3915
3	Pra Sedimentasi	Masuk	6,8	250	500	300	17,2	3915
		% Removal					24%	
			0	0	0	61,2	0	0
			Hasil	6,8	250	500	193,8	17,2
4	Anaerobic	Masuk	6,8	250	500	193,8	17,2	3915
		% Removal	-	95%	90%	85%	69%	-
			0	237,5	450	164,73	11,868	0
			Hasil	6,8	12,5	50	29,07	5,332
5	Aerobic	Masuk	6,8	12,5	50	29,07	5,332	3915
		% Removal	-	89%	80%	-	-	-
			0	11,12	40	0	0	0
			Hasil	6,8	1,375	10	29,07	5,332
6	Sedimentasi	Masuk	6,8	1,375	10	29,07	5,332	3915
		% Removal	-	-	-	80%	-	-
			0	0	0	23,256	0	0
			Hasil	6,8	1,375	10	5,814	5,332
7	Desinfeksi	Masuk	6,8	1,375	10	5,814	5,332	3915
			Hasil	6,8	1,375	10	5,814	0,43

(Sumber: Dokumen Persetujuan Teknis Baku Mutu Air Wisata X, 2025)

Pemanfaatan Air Limbah untuk Penyiraman RTH

Ruang terbuka hijau (RTH) seluas 6. 892,12 m² yang terletak di area Wisata X akan mendapatkan pasokan air dari limbah yang telah diproses. Gambar 5 menunjukkan posisi ruang terbuka hijau yang digunakan untuk sistem irigasi. Setiap m³ ruang terbuka hijau memerlukan 0,002 m³/m² udara untuk proses irigasi (Handayani, 2013). Total maksimum air limbah yang bisa dimanfaatkan untuk irigasi ruang terbuka hijau mencapai 40. 374 m³ per hari.



Gambar 5. RTH untuk Pemanfaatan Air Limbah Wisata X

Peralatan penyiraman digunakan untuk memberikan air pada area terbuka hijau adalah *sprinkler*. Selang yang dilengkapi dengan sprinkler akan dimanfaatkan untuk menyiram ketika jaraknya cukup jauh dari instalasi pengolahan air limbah. Jadwal penyiraman akan disesuaikan dengan kondisi cuaca setiap hari selama musim hujan dan kemarau. Penyiraman dilakukan dua kali sehari, pada pagi hari antara pukul 08.00 WIB hingga 09.00 WIB dan pada sore hari antara pukul 14.00 WIB hingga 15.00 WIB saat musim kemarau, serta dua kali sehari, pada pagi hari

dari pukul 08.00 WIB hingga 09.00 WIB dan sore hari dari pukul 14.00 WIB hingga 15.00 WIB saat musim hujan.

Klasifikasi Tanaman Wisata X yang Menerima Penyiraman

Tanaman adalah penyusun utama ruang terbuka hijau, sehingga dalam melakukan penyiraman hal terpenting yang perlu diketahui adalah mengetahui karakteristik tumbuhan yang ada. Hal ini untuk menyelaraskan antara karakteristik tanaman yang membutuhkan air dengan ketersediaan air yang ada dari hasil pengolahan outlet IPAL.

Tabel 3. Karakteristik Jenis dan Usia Tanam Tanaman Yang Direncanakan

No.	Nama Pohon	Nama Latin	Usia Tanam	Jumlah
1.	Palem	<i>Cocos nucifera</i>	4 - 20 Tahun	165
2.	<i>Phoenix</i>	<i>Phoenix roebelenii</i>	3 - 20 Tahun	125
3.	Tabe Puya	<i>Tabebuia rosea</i>	2 - 7 Tahun	52
4.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	3 - 25 Tahun	48
5.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	2 - 40 Tahun	37
6.	Sono Keling	<i>Dalbergia latifolia</i>	5 - 20 Tahun	36
7.	Cemara	<i>Casuarina equisetifolia</i>	5 - 7 Tahun	26
8.	Bulu	<i>Ficus hispida</i>	5 - 7 Tahun	26
9.	Sengon	<i>Falcataria moluccana</i>	1 - 7 Tahun	24
10.	Serut	<i>Streblus asper</i>	1 - 15 Tahun	19
11.	Epek / Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	2 - 10 Tahun	18
12.	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	1 - 20 Tahun	16
13.	Loa (Loh)	<i>Ficus variegata</i>	5 - 15 Tahun	13
14.	Wali Songo	<i>Ficus religiosa</i>	5 - 20 Tahun	13
15.	Trenggulun	<i>Heritiera littoralis</i>	5 - 25 Tahun	10
16.	Kamboja	<i>Plumeria sp.</i>	5 - 10 Tahun	6
17.	Maja	<i>Aegle marmelos</i>	5 - 10 Tahun	6
18.	Tanaman Keras Lain	-	5 - 10 Tahun	10

(Sumber: Data Teknis Dokumen Persetujuan Teknis Baku Mutu Air Wisata X, 2025)

Dari data klasifikasi tanaman, dapat dilihat bahwasanya air limbah hasil dari pengolahan tidak untuk disiram ke tanaman pangan, melainkan hanya ke tanaman keras dan non-konsumsi, Penilaian ini dikarenakan karakteristik tiap-tiap tanaman dalam penyiraman yang membutuhkan air berbeda-beda (Ranno, 2024).

Perhitungan Dosis Air limbah dan Kebutuhan Air untuk Penyiraman

Perhitungan dosis perlu memperhatikan faktor curah hujan rata-rata yang terjadi tiap bulan dalam satu tahun. Curah hujan rata-rata di Kecamatan Pakis Kabupaten Malang pada tahun 2024 didapatkan dari data sekunder yaitu dari Badan Pusat Statistik Kecamatan Pakis yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Curah Hujan Kec. Pakis, Kab. Malang 2024

No	Bulan	Jumlah Curah Hujan (mm)
1	Januari	278,5
2	Februari	210,0
3	Maret	276,8
4	April	115,1
5	Mei	106,1
6	Juni	83,4
7	Juli	2,7
8	Agustus	0,5
9	September	8,888
10	Oktober	3,4
11	November	296,8
12	Desember	314,6
Jumlah		1.696,788
Rata-rata		141,399

(Sumber : Badan Pusat Statistik Kecamatan Pakis Kabupaten Malang,2024)

Perhitungan dosis air limbah sebagai berikut:

$$Dosis Air Limbah (D) = \left\{ \frac{curah hujan maks \frac{mm}{bulan} - curah hujan aktual \frac{mm}{bulan}}{1000} \times 10.000 \right\} m^3/Ha/bulan$$

$$= \left\{ \frac{314,6 \frac{mm}{bulan} - 141,399 \frac{mm}{bulan}}{1000} \times 10.000 \right\} m^3/Ha/bulan$$

$$= \left\{ \frac{314,6 \frac{mm}{bulan} - 141,399 \frac{mm}{bulan}}{1000} \times 10.000 \right\} m^3/Ha/bulan$$

$$= 1.732,01 m^3/Ha/bulan$$

$$= 20.784,12 m^3/Ha/tahun$$

$$= 5,773 \text{ liter/m}^2/\text{hari} \approx 5,8 \text{ liter/m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Debit Air Limbah Pemanfaatan} = 40,374 m^3/\text{hari}$$

$$= 40.374 L/\text{hari}$$

$$\text{Luas Lokasi Pemanfaatan} = \frac{\text{Debit Air Limbah}}{\text{Dosis Air Limbah}}$$

$$= \frac{40.374 L/\text{hari}}{5,8 L/m^2 / \text{hari}}$$

$$= 6.961,03 m^2$$

Tabel 4. Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiraman

Musim	Luas Area (m ²)	Kebutuhan Air (m ³ /m ²)	Frekuensi (kali/hari)	Jumlah Kebutuhan Air (m ³ /hari)
1	2	3	4	5=2*3*4
Kemarau	6.892,12	0,002	2	27,568
Penghujan	6.892,12	0,002	1	13,784

(Sumber: Perhitungan Dokumen Persetujuan Teknis Baku Mutu Air Wisata X, 2025)

Luas lokasi pemanfaatan pada proses pemanfaatan air limbah (penyiraman) akan dilakukan penyiraman dan membutuhkan lahan seluas 6.961,03 m². RTH yang dimiliki adalah

sebesar 6.892,12 m², sehingga RTH untuk proses penyiraman mencukupi. Aktivitas penyiraman lahan hijau memerlukan 27.568 m³ air limbah setiap hari di musim kemarau dan 13.748 m³ per hari di musim hujan. Sebagai hasilnya, fasilitas pengolahan air limbah (WWTP) menghasilkan 12.806 m³/hari air limbah yang tersisa di musim kemarau dan 26.590 m³/hari di musim hujan. Pada waktu di luar jam padat, air limbah yang tersisa ini dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan irigasi, penyesuaian bisa dilakukan dengan melihat kondisi tanaman, pepohonan dengan perakaran dalam tidak mesti dilakukan penyiraman, air sisa IPAL bisa dimanfaatkan untuk tumbuh-tumbuhan lain. Dalam musim hujan penyiraman disesuaikan dengan intensitas curah hujan, yang terbaik adalah mengurangi konsumsi air. Disebabkan musim hujan dengan kondisi tanah yang lembab, kandungan air di dalam tanah sudah tercukupi. Penggunaan air untuk penyiraman disesuaikan dengan kondisi pada hari itu, apabila hujan terjadi di hari tersebut tidak mesti untuk dilakukan penyiraman di hari yang sama. Hal ini dikarenakan tujuan dari penyiraman adalah menjaga kelembapan tanah, tanaman yang tidak membutuhkan banyak air dapat disiram seperlunya, apabila tanaman dalam tabel di atas mendapatkan *overwater*, akar-akarnya mudah membusuk karena kelebihan air.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari kajian ini menunjukkan bahwa air hasil pengolahan dari IPAL dengan STP *Aerob* dan *Anaerob* telah memenuhi standar kualitas yang dirumuskan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025 mengenai Standar Kualitas Air Limbah serta Teknologi Pengolahan Air Limbah untuk limbah domestik. Dengan terpenuhinya parameter tersebut, air IPAL bisa dimanfaatkan kembali sebagai media untuk menyiram tanaman di Ruang Terbuka Hijau yang luasnya mencapai 6.892,12 m². Air hasil olahan IPAL digunakan untuk penyiraman mencapai 27,568 m³ setiap hari pada musim kemarau dan 13,748 m³ setiap hari saat musim hujan. Ini menghasilkan sisa penggunaan pada musim kemarau sebesar 12,806 m³ per hari dan saat musim hujan sebesar 26,590 m³ per hari yang dapat digunakan lagi untuk menyirami pada sore hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Untuk orang tua dan keluarga yang senantiasa mendukung setiap langkah yang saya tempuh, saya ucapkan terima kasih banyak, juga dengan teman dan pacar saya yang menghiasi perjalanan dalam menyusun artikel ini, tak lupa kepada dosen pembimbing dan pembina lapangan, serta staff di PT. Tunas Bestari Adhiwangsa yang selalu menerima saya dengan kemurahan hati serta selalu menuntun saya ke jalan yang lebih baik, terima kasih banyak saya ucapkan.

DAFTAR REFERENSI

- Adi Rohmanna, N., Azizah, N., & Hidayat, N. (2021). Teknologi penanganan limbah cair industri pengolahan susu sapi secara biologis: Artikel review. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 9(2), 121–130. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2021.009.02.04>
- Agustika, T., Karnaningroem, N., & Moesriati, A. (2013). Studi efisiensi sistem prasedimentasi dan subsurface flow wetland dalam menurunkan kadar kekeruhan, zat organik, nitrat, fosfat, dan total coli. *Jurnal Teknik POMITS*, 2, 7.
- Andini, K. R., Khasanah, D. F. N., & Rahmah, A. U. (2021). Naskah publikasi Kharisma Rizki Andini.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2023). Jumlah curah hujan di Kota Malang (milimeter (mm), 2023).
- Fajri, M. N., Handayani, Y. L., Sutikno, S., Jurusan, M., Sipil, T., & Jurusan, D. (2017). Efektivitas rapid sand filter untuk meningkatkan kualitas air daerah gambut di Provinsi Riau. *Jom FTEKNIK*, 4(1).
- Fatimah, N., Paramita, R. A., Rashati, D., Siddiq, B. H. F., & Kesehatan, P. (2024). Analisa kadar sisa klor bebas menggunakan metode Mohr pada kolam renang di wilayah Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmiah Farmasi Akademi Farmasi*, 7(1). <https://doi.org/10.53864/jifakfar.v7i1.163>
- Handayani, D. S. (2019). Kajian pustaka potensi pemanfaatan greywater sebagai air siram WC dan air siram tanaman di rumah tangga.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2021). Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2025). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 11 tahun 2025 tentang baku mutu air limbah dan standar teknologi pengolahan air limbah untuk air limbah domestik.
- Kusuma, L., & Adisalamun, D. (2017). Pengolahan limbah cair rumah sakit secara sonochemical. *The Treatment of Hospital Wastewater by Sonochemical Method*.
- Lukman, A., Nasution, A. J., & Harahap, R. (2022). Analisis proses pengolahan air limbah domestik PDAM Tirtanadi Cabang Cemara. *Buletin Utama Teknik*, 17(2). Online.
- Maryani, D., Masduqi, A., & Moesriati, A. (2014). Pengaruh ketebalan media dan rate filtra. *Jurnal Teknik POMITS*, 3, 6.

- Novembry, N. D., & Yulistyorini, A. (2022). Effectivity of the upflow and downflow filter septic tank for domestic wastewater treatment.
- Nuraini, S., Rosadi, S., Mutiari, D., Yuliarahma, T., & Madania, A. A. (2021). Simposium Nasional RAPI XX-2021 FT UMS. *Simposium Nasional RAPI XX*, 5.
- Pamungkas, L. A. S., Murti, R. H. A., Purnama, E. R., & Utami, A. K. (2023a). Pengolahan air limbah untuk pemanfaatan penyiraman tanaman di Rumah Sakit Y Kabupaten Tuban. *Jurnal Komposit*, 7(1), 25–33. <https://doi.org/10.32832/komposit.v7i1.8844>
- Pramita, A., Puspita, E. D., & Pengendalian, P. D. (2019). Penurunan biochemical oxygen demand (BOD) dan total suspended solids (TSS) pada pengolahan limbah cair domestik dengan proses anaerobik biofilter. *Journal of Research and Technology*, 5(1). <https://doi.org/10.55732/jrt.v5i1.443>
- Pratama, G. A. P., Dewi, E., & Meidinariasty, A. (2021). Proses pengolahan air pada prasedimentasi ditinjau dari laju alir dan waktu pengendapan di PLTG Borang. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(8), 339–343. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.79>
- Rachman, R. M., Azhar, M. R., Putri, T. S., Kadir, A., Muhamad, L. O., & Arsyad, N. (2024). Stabilita. Pemenuhan baku mutu air limbah kegiatan pemanfaatan air limbah untuk aplikasi penyiraman ke tanah ruang terbuka hijau RSUD Kota Kendari. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.