



Efficiency of Domestic Wastewater Utilization from Wastewater Treatment Plants for Irrigation at Bauxite Ore Mining Hauling Areas

Efisiensi Pemanfaatan Air Limbah IPAL Domestik Untuk Penyiraman Lahan *Hauling* Tambang
Biji Bauksit

¹ Abdul Rahman Hamidi, ² Tuhu Agung Rachmanto, ³ Akmal Dzikri Maulana

^{1,2} Program Studi Teknik Lingkungan

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya, Surabaya,

³ Program Studi Teknik Lingkungan

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya 2, Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No. 682, Surabaya

Email: abdulrahmanhamidi9@gmail.com

Abstract - The bauxite ore mining industry produces domestic wastewater from various supporting activities such as office facilities, employee dormitories, laboratories, contractor areas, and jetties. This wastewater has pollutant characteristics that exceed quality standards, requiring treatment through a Wastewater Treatment Plant (WWTP) before being reused. This study aims to analyze the characteristics of domestic wastewater, the WWTP treatment unit process, and the feasibility of its use for irrigation of the hauling area (a special route for material transportation). The method used is descriptive-quantitative with secondary data including clean water needs, wastewater generation, WWTP processes, laboratory test results from KAN-accredited WWTP outlets, irrigation water needs, and irrigation scenarios. The wastewater quality assessment refers to domestic wastewater quality standards as directed by the Ministry of Environment and Forestry (KLHK) in 2022, as well as Class 4 River Water Quality Standards based on Government Regulation No. 22 of 2021, which are used as a reference for wastewater utilization for irrigation. The hauling area used for irrigation covers an area of 7,500 m² with dimensions of 500 meters long and 15 meters wide. The study results show that domestic wastewater treatment in the bauxite ore mining industry is effective in reducing pollutant parameters and is safe for use as irrigation water for hauling areas. This wastewater utilization also contributes to water efficiency and supports sustainability principles in the mining environment.

Keywords: Contractor, Domestic Wastewater, Jetty

Abstrak - Industri pertambangan biji bauksit menghasilkan air limbah domestik dari berbagai aktivitas penunjang seperti fasilitas kantor, mess karyawan, laboratorium, area kontraktor, dan *jetty* (dermaga). Air limbah tersebut memiliki karakteristik pencemar yang melebihi baku mutu sehingga diperlukan pengolahan melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebelum dimanfaatkan kembali. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik air limbah domestik, proses unit pengolahan IPAL, serta kelayakan pemanfaatannya sebagai penyiraman lahan *hauling* (jalur khusus transportasi material). Metode yang digunakan adalah deskriptif-kuantitatif dengan data sekunder meliputi kebutuhan air bersih, timbulan air limbah, proses IPAL, hasil uji laboratorium *outlet* IPAL terakreditasi KAN, kebutuhan air penyiraman, dan skenario penyiraman. Penilaian kualitas air limbah mengacu pada baku mutu air limbah domestik sesuai arahan KLHK 2022, serta Baku Mutu Air Sungai Kelas 4 berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 yang digunakan sebagai acuan pemanfaatan air limbah untuk penyiraman. Lahan *hauling* yang dimanfaatkan untuk penyiraman memiliki luas 7.500 m² dengan dimensi panjang 500 meter dan lebar 15 meter. Hasil kajian menunjukkan bahwa pengolahan IPAL domestik di industri pertambangan biji bauksit efektif dalam menurunkan parameter pencemar dan aman untuk diaplikasikan sebagai air penyiraman lahan *hauling*. Pemanfaatan air limbah ini juga berkontribusi pada efisiensi penggunaan air serta mendukung prinsip keberlanjutan di lingkungan pertambangan.

Kata Kunci: Air Limbah Domestik, Jetty, Kontraktor

1. PENDAHULUAN

Industri pertambangan biji bauksit merupakan salah satu sektor strategis yang membutuhkan dukungan fasilitas penunjang

dalam skala besar, seperti perkantoran, mess karyawan, laboratorium, bengkel, klinik, serta fasilitas umum lainnya. Aktivitas penunjang tersebut menghasilkan air limbah domestik yang

berasal dari kegiatan sanitasi, dapur, laboratorium, dan aktivitas pekerja [1]. Apabila tidak dikelola dengan baik, air limbah domestik berpotensi menurunkan kualitas lingkungan, khususnya tanah dan badan air di sekitar area tambang.

Di sisi lain, kegiatan operasional tambang juga memerlukan air dalam jumlah besar, salah satunya untuk penyiraman jalan *hauling* guna menekan debu (*dust control*) dan menjaga keselamatan operasional. Pada praktik umum, kebutuhan air penyiraman jalan *hauling* masih banyak bergantung pada air bersih, sehingga berpotensi meningkatkan tekanan terhadap ketersediaan sumber daya air.

Pemanfaatan kembali air limbah domestik melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menjadi alternatif strategis dalam mendukung efisiensi penggunaan air dan prinsip pembangunan berkelanjutan [2]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa IPAL domestik dengan kombinasi proses fisik dan biologis mampu menurunkan parameter pencemar hingga memenuhi baku mutu [1],[3]. Namun demikian, kajian yang secara spesifik membahas penerapan air limbah hasil IPAL domestik industri pertambangan untuk penyiraman lahan *hauling* masih terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian terapan yang tidak hanya menilai kinerja IPAL dalam menurunkan parameter pencemar, tetapi juga mengevaluasi kesesuaian kualitas air limbah hasil olahan untuk dimanfaatkan kembali sebagai air penyiraman jalan *hauling* tambang. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik air limbah domestik, kinerja unit IPAL, serta tingkat efisiensi pemanfaatan air limbah domestik sebagai penyiraman lahan *hauling* pada industri pertambangan biji bauksit [4].

Kebaruan dari kajian ini terletak pada penerapan langsung air limbah IPAL domestik industri pertambangan biji bauksit untuk penyiraman lahan *hauling* dengan pendekatan efisiensi air berbasis baku mutu air sungai kelas IV. Hasil kajian ini dapat menjadi acuan praktis bagi industri pertambangan dalam mengoptimalkan pemanfaatan air limbah domestik secara berkelanjutan.

2. METODE PELAKSANAAN

Kajian ini menggunakan metode deskriptif-kuantitatif berdasarkan sumber informasi data perusahaan yang didapatkan. Data-data tersebut meliputi kebutuhan air bersih, karakteristik air limbah, alur proses

pengolahan air limbah dengan IPAL, Nilai uji pada *inlet* dan *outlet* IPAL, dan luas lahan *hauling* tambang untuk penyiraman [5]. Adapun tahapan kajian meliputi :

- a. **Tahap Persiapan**, membuat daftar kebutuhan data yang diperlukan seperti data kebutuhan air bersih, timbulan air limbah, karakteristik air limbah, debit outlet IPAL, Nilai uji pada *inlet* dan *outlet* IPAL, standar hasil nilai uji air limbah yang digunakan untuk air limbah domestik dan pemanfaatan penyiraman, proses unit IPAL, luas lahan *hauling* tambang untuk penyiraman dan juga dilakukan studi literatur.
- b. **Tahap Pengumpulan Data**, melengkapi data yang dibutuhkan sesuai dengan daftar tahap persiapan. Data diambil langsung dari perusahaan tambang biji bauksit.
- c. **Tahap Analisis**, melakukan interpretasi data untuk menganalisis karakteristik air limbah, timbulan air limbah, baku mutu air limbah yang sesuai sebagai penyiraman, kebutuhan air bersih untuk lahan penyiraman, luas lahan *hauling* penyiraman, hasil uji laboratorium kualitas air limbah, dan efisiensi pemanfaatan air limbah domestik untuk penyiraman lahan *hauling*.
- d. **Tahap Kesimpulan**, menyajikan penjelasan singkat dari hasil analisis data. Kesimpulan ini merupakan hasil akhir dari tahap pengolahan air limbah domestik industri pertambangan biji bauksit sebagai bahan penyiraman lahan *hauling* serta untuk pertimbangan kegiatan selanjutnya.

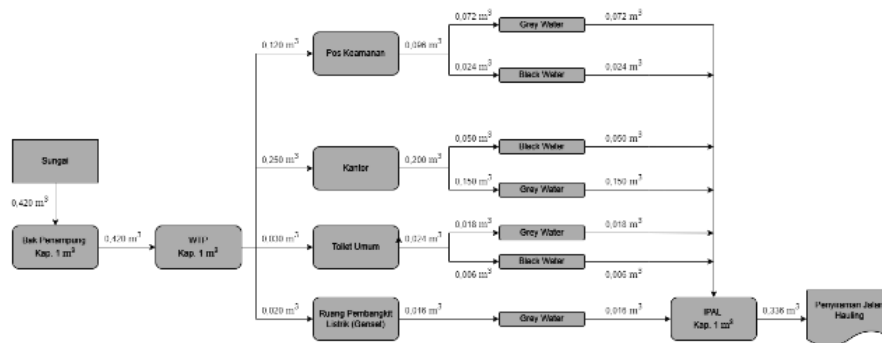
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Timbulan Air Limbah Domestik

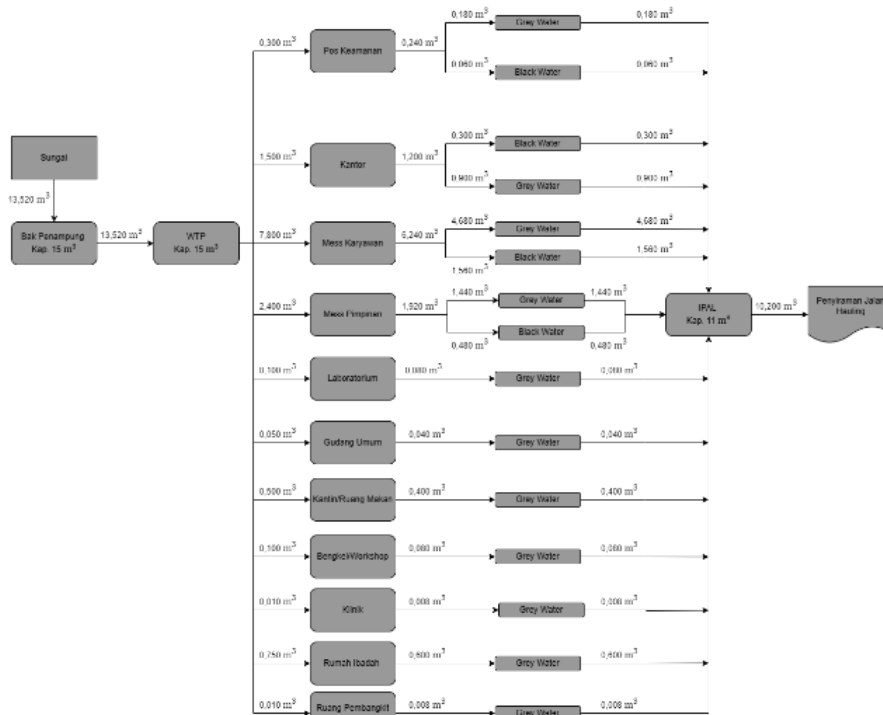
Air limbah domestik pada industri pertambangan biji bauksit berasal dari berbagai fasilitas penunjang, baik di area kontraktor maupun area *jetty*. Berdasarkan hasil neraca air, timbulan air limbah domestik (Tabel 1) di area kontraktor sebesar 10,2 m³/hari, sedangkan di area *jetty* sebesar 0,336 m³/hari. Perbedaan timbulan ini dipengaruhi oleh jumlah fasilitas dan intensitas aktivitas di masing-masing area.

Tabel 1. Timbulan Air Limbah Domestik

Lokasi	Total Kebutuhan Air (m ³ /hari)	Q in IPAL (m ³ /hari)
Area Kontraktor	13,520	10,200
Area Jetty	0,420	0,336



Gambar 1. Neraca air Kegiatan Penunjang Area Jetty



Gambar 2. Neraca air Kegiatan Penunjang Area Kontraktor

Setiap bangunan fasilitas penunjang memiliki kebutuhan untuk air bersih dan produksi air limbah yang terpisah. Ada neraca air di lokasi kontraktor dan area jetty yang menjelaskan kebutuhan air bersih serta produksi air limbah dalam industri pertambangan bijih bauksit (Gambar 1 dan 2).

Karakteristik Air Limbah Domestik

Parameter air limbah domestik akan diuji kualitas airnya untuk mengetahui parameter pencemar yang terkandung di dalamnya. Hal ini penting untuk mengetahui unit pengolahan yang akan digunakan dalam IPAL untuk mengurai parameter pencemar dalam air limbah tersebut. Data nilai dan jenis parameter pencemar yang

dihasilkan dalam limbah domestik pada area kontraktor dan area jetty pertambangan biji bauksit ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3. Hasil uji karakteristik air limbah inlet IPAL menunjukkan bahwa parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), dan *fecal coliform* masih melebihi baku mutu air limbah domestik. Kondisi ini mengindikasikan perlunya pengolahan yang efektif sebelum air limbah dilepas ke lingkungan atau dimanfaatkan kembali. Karakteristik tersebut sejalan dengan hasil penelitian, Soyan et al. [4] yang menyatakan bahwa limbah domestik industri pertambangan umumnya memiliki beban organik dan padatan tersuspensi yang cukup tinggi. Untuk pemanfaatan air limbah yang digunakan sebagai penyiraman lahan *hauling* pertambangan biji bauksit, digunakan baku mutu yang berbeda sesuai dengan standar kualitas air sungai kelas 4 yang ditetapkan dalam Lampiran VI Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 (Tabel 4) [6].

Tabel 2. Karakteristik Air Limbah Domestik Area Kontraktor

Parameter	Nilai	Satuan
BOD	106,7	mg/L
COD	400	mg/L
TSS	351	mg/L
<i>Fecal Coliform</i>	2.000	MPN/100mL
Residual Klorin	0	mg/L
Minyak dan Lemak	50	mg/L
Deterjen (MBAS)	33,7	mg/L

Tabel 3. Karakteristik Air Limbah Domestik Area

Parameter	Nilai	Satuan
BOD	106,7	mg/L
COD	400	mg/L
TSS	351	mg/L
<i>Fecal Coliform</i>	2.000	MPN/100mL
Residual Klorin	0	mg/L
Minyak dan Lemak	50	mg/L
Deterjen (MBAS)	33,7	mg/L

Tabel 4. Baku Mutu Air Limbah Domestik

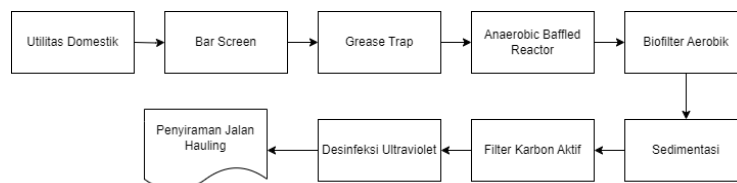
Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
TSS	mg/L	30
COD	mg/L	80
BOD ₅	mg/L	12
<i>Fecal Coliform</i>	MPN/100 mL	200
Residual Klorin	mg/L	1

Proses Unit IPAL

Unit IPAL domestik pada area kontraktor dan *jetty* (Gambar 3 dan 4) dirancang untuk menurunkan beban pencemar melalui tahapan pra-pengolahan, pengolahan biologis, dan desinfeksi [8]. Hasil uji kualitas air limbah pada outlet IPAL menunjukkan penurunan signifikan pada parameter pencemar utama. Nilai BOD turun menjadi 11,8 mg/L, COD menjadi 70 mg/L, TSS menjadi 28 mg/L, serta *fecal coliform* sebesar 200 MPN/100 mL.

Debit IPAL domestik kontraktor sebesar 10,2 m³/hari dan kapasitas IPAL sebesar 10,2 m³/hari, sedangkan IPAL domestik *jetty* memiliki debit 0,336 m³/hari dan berkapasitas sebesar 3 m³/hari. Perbedaan debit air limbah ini disebabkan oleh perbedaan kebutuhan air bersih pada area *jetty* lebih sedikit dibandingkan dengan kebutuhan air bersih pada area kontraktor.

Karakteristik air limbah *outlet* IPAL yang dihasilkan telah berubah setelah melalui proses *pre-treatment* hingga *secondary treatment* yang terdapat pada IPAL domestik. Limbah tersebut sudah dipastikan memenuhi baku mutu agar tidak mencemarkan permukaan tanah dengan zat pencemar yang berbahaya. Unit IPAL dirancang sedemikian rupa untuk standar kualitas air sungai kelas 4 yang ditetapkan dalam Lampiran VI Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 [6]. Nilai hasil *outlet* IPAL limbah domestik kontraktor dan *jetty* tampak pada Tabel 5.



Gambar 3. Alur Proses Pengolahan IPAL Domestik Kontraktor



Gambar 4. Alur Proses Pengolahan IPAL Domestik *Jetty*

Tabel 5 Karakteristik Air Limbah Kontraktor dan Jetty yang Akan Dimanfaatkan

No	Parameter	Satuan	Kadar	Baku Mutu*
1.	BOD	mg/L	11,8	12
2.	COD	mg/L	70	80
3.	TSS	mg/L	28	30
4.	Fecal Coliform	MPN/100 mL	200	200
5.	Residual Klorin	mg/L	0	1

Penurunan parameter tersebut menunjukkan bahwa unit pengolahan biologis berperan penting dalam degradasi senyawa organik. Efektivitas proses ini sejalan dengan penelitian [5] yang menyatakan bahwa sistem biofilter mampu menurunkan BOD dan TSS secara signifikan pada limbah domestik. Dengan demikian, kinerja IPAL domestik pada industri pertambangan biji bauksit ini dapat dikategorikan efektif dan memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Kualitas air limbah hasil outlet IPAL telah memenuhi baku mutu air sungai kelas IV berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 [8], sehingga layak dimanfaatkan untuk penyiraman lahan *hauling*. Pemanfaatan ini tidak hanya berfungsi sebagai upaya pengendalian debu, tetapi juga sebagai bentuk konservasi air dengan mengurangi penggunaan air bersih.

Efisiensi Penggunaan Air

Efisiensi air adalah upaya untuk menekan penggunaan air yang berlebihan melalui beberapa cara yang dapat dilakukan. Hasil penanganan air limbah domestik yang dihasilkan oleh IPAL dimanfaatkan sebagai penyiraman jalan *hauling* tambang. Pada hal ini debit air limbah yang dihasilkan dimanfaatkan pada jalan tambang atau akses tambang. Adapun perhitungan dosis, kebutuhan lokasi untuk pemanfaatan penyiraman adalah:

$$\begin{aligned}\text{Curah Hujan Aktual} &= 73 \text{ mm} \\ \text{Curah Hujan Maksimal} &= 635,8 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dosis Air Limbah

$$\begin{aligned}&= \left[\frac{(CH_{\text{Max}} - CH_{\text{Aktual}})}{1000} \right] \times 1000 \\ &= \left[\frac{(635,8 \text{ mm/jam} - 73 \text{ mm/jam})}{1000} \right] \times 1000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= 5628 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{Bulan} \\ &= 187,6 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{Bulan} \\ &= 18,76 \text{ L/m}^2/\text{Hari}\end{aligned}$$

Perhitungan dosis menggunakan curah hujan maksimum dan aktual pada lokasi kegiatan. Jika dilihat dari hasil tersebut maka, kemampuan tanah dalam menyerap air yang didasarkan atas curah hujan adalah 18,76 L/m²/Hari. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan adanya penentuan dosis yang akan digunakan dalam melakukan penyiraman. Dosis ini ditetapkan agar air yang disiramkan dapat terserap secara maksimal. Dosis yang diusulkan dalam melakukan penyiraman adalah sebesar 5 L atau 0,005 m³/m²/Hari.

Pemanfaatan Air Limbah Untuk Lahan Penyiraman

Hasil outlet IPAL kontraktor dan jetty yang telah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan untuk penyiraman lahan perlu ditampung lebih dulu sebelum digunakan. Lahan yang akan dimanfaatkan untuk kegiatan penyiraman jalan *hauling* memiliki panjang 500 meter dan lebar 15 meter (Gambar 5). Lahan kegiatan penyiraman bergaris warna kuning.



Gambar 5. Lahan Pemanfaatan Untuk Penyiraman

Efisiensi penggunaan air merupakan perbandingan antara penggunaan air baku untuk penyiraman terhadap kapasitas total kebutuhan air limbah yang dihasilkan (Tabel 6), sehingga perlu diketahui kebutuhan air baku sebelum dilakukan substitusi dengan air limbah. Jika dosis yang diperlukan adalah 5 liter atau 0,005 m³/m²/hari, dengan panjang 500 m dan lebar 15 m, maka didapatkan perhitungan kebutuhan air untuk penyiraman jalan:

$$\begin{aligned}&= \text{Dosis diperlukan (m}^3/\text{m}^2/\text{hari)} \\ &\quad \times \text{luas area (m}^2\text{)}\end{aligned}$$

Kebutuhan air untuk penyiraman jalan
= $0,005 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari} \times 7.500 \text{ m}^2$,
= $37,5 \text{ m}^3/\text{hari}$ atau $37.500 \text{ l}/\text{hari}$.

Efisiensi dari penggunaan air untuk penyiraman jalan yaitu:

$$= \frac{\text{Debit air limbah yang dimanfaatkan}}{\text{kebutuhan air untuk penyiraman}} \times 100\%$$

$$= \frac{(10,200 \text{ m}^3/\text{hari} + 0,336 \text{ m}^3/\text{hari})}{37,5 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 100\%$$

$$= 28,09 \%$$

Tabel 6. Detail Pemanfaatan Air Limbah

No	Area	Luas (m ²)	Titik Koordinat	Keterangan
1.	Jalan Hauling	7.500	0°16'56,41"S 110°2'57,85"E	Dilakukan penyiraman sesuai dengan skenario musim
Total Jalan Hauling untuk Penyiraman		7.500		
Presentase Efisiensi			28,09%	

Dari hasil perhitungan efisiensi pemanfaatan air limbah hasil *outlet* IPAL untuk penyiraman lahan, dapat diketahui bahwa presentase air untuk penyiraman jalan sebesar 28,09% sehingga hasil pemanfaatan air limbah domestik yang dilakukan oleh industri pertambangan biji bauksit telah berhasil [9]. Penyiraman pada lahan *hauling* dilakukan setiap hari dengan skenario musim kemarau dan musim penghujan yang berbeda. Dari luas lahan yang dimanfaatkan sebagai kegiatan penyiraman didapat kebutuhan dosis, debit, dan rotasi pemanfaatan (Tabel 7 dan 8) [2]. Metode penyiraman lahan menggunakan *water truck* yang menyedot air *outlet* IPAL domestik kontraktor dan jetty dalam bak penampung dengan debit air limbah $10,536 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan waktu penyiraman musim kemarau sehari dua kali sedangkan musim hujan satu kali sehari [10].

Rekomendasi Pengelolaan

Berdasarkan hasil kajian, pemanfaatan air limbah domestik hasil IPAL untuk penyiraman lahan *hauling* dapat direkomendasikan untuk diterapkan secara berkelanjutan dengan beberapa catatan, yaitu:

- perlu pemantauan kualitas air limbah secara berkala, khususnya parameter mikrobiologi.
- optimalisasi kapasitas IPAL untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan air.

- penerapan skenario penyiraman yang menyesuaikan kondisi musim untuk menghindari kelebihan beban air pada lahan.

Tabel 7. Skenario Penyiraman Tiap Musim

Skenario	Debit air limbah (m ³ /hari)	Dosis penyiraman (m ³ /m ² /hari)	Luasan Lahan yang disiram (m ²)
Musim Kemarau	10,536	0,005	1.053,6
Musim Hujan	10,536	0,005	2.107,2

Tabel 8. Periode Penyiraman

Frekuensi penyiraman taman	Waktu Penyiraman
2 kali per hari	07:00 WIB 16:00 WIB
1 kali per hari	09:00 WIB*

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis, air limbah domestik hasil pengolahan IPAL pada area kontraktor dan *jetty* industri pertambangan biji bauksit telah memenuhi baku mutu air sungai kelas IV sesuai PP No. 22 Tahun 2021. Parameter BOD, COD, TSS, *fecal coliform*, dan residual klorin pada *outlet* IPAL berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, sehingga aman untuk dimanfaatkan sebagai air penyiraman lahan *hauling*. Pemanfaatan air limbah domestik sebagai penyiraman lahan *hauling* mampu mencapai efisiensi penggunaan air sebesar 28,09%, yang menunjukkan potensi signifikan dalam mengurangi ketergantungan terhadap air bersih. Dengan demikian, penerapan IPAL domestik tidak hanya berfungsi sebagai sarana pengendalian pencemaran, tetapi juga sebagai solusi terapan dalam mendukung efisiensi air dan prinsip keberlanjutan pada kegiatan pertambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Pranoto, K., Pahilda, W. R., Abfertiawan, M. S., Elistyandari, A., & Sutikno, A. (2019). Teknologi Lumpur Aktif dalam Pengolahan Air Limbah Pemukiman Karyawan dan Perkantoran PT Kaltim Prima Coal. *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*, 1(1), 697-704.
- Rahmatanti, A., & Purnomo, Y. S. (2024). Pemanfaatan Air Limbah Domestik PT. X Kota Surabaya sebagai Penyiraman Ruang Terbuka Hijau. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(1), 1-9.
- Busyairi, M., Adriyanti, N., Kahar, A., Nurcahya, D., & Sariyadi, S. (2020). Efektivitas pengolahan air limbah domestik

- grey water dengan proses biofilter anaerob dan biofilter aerob (Studi Kasus: IPAL INBIS Permata Bunda, Bontang). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(4).
- [4]. Soyan, R. V., Sofiyah, E. S., & Zahra, N. L. (2022). Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik pada Industri Pertambangan PT X. *Journal of Sustainable Infrastructure*, 1(1), 13-23.
- [5]. Putri, M. C., & Purnomo, Y. S. (2024). Sistem Pengolahan dan Aplikasi Pemanfaatan Air Limbah Kegiatan Industri dan Kegiatan Domestik di PT. XX Kabupaten Sidoarjo. *Envirous*, 4(2), 5-10.
- [6]. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021) Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Baku Mutu Air Sungai Kelas 4.
- [7]. Ningrom, Y. P., Hardi, M. A., Paulus, Y., Triansyah, Y., & Wicaksono, M. A. N. (2024). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. Putra Perkasa Abadi Jobsite Adaro Minerals Indonesia. *Syntax Idea*, 6(11).
- [8]. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). *Pedoman Teknis Pengelolaan Air Limbah Domestik*. KLHK.
- [9]. Pamungkas, L. A. S., Murti, R. H. A., Purnama, E. R., & Utami, A. K. (2023). Pengolahan air limbah untuk pemanfaatan penyiraman tanaman di Rumah Sakit Y Kabupaten Tuban. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 7(1), 25-33.
- [10]. Rachman, R. M., Al Azhar, M. R., Putri, T. S., Kadir, A., & Arsyad, L. O. M. N. (2024). Pemenuhan Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Pemanfaatan Air Limbah Untuk Aplikasi Penyiraman Ke Tanah Ruang Terbuka Hijau Rsud Kota Kendari. *STABILITA// Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(2), 94-104.

Formatted

Ruang kosong ini untuk menggenapi jumlah halaman sehingga jika dicetak dalam bentuk buku, setiap judul baru akan menempati halaman sisi kanan buku.