

EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PT INDORAMA POLYCHEM INDONESIA TERHADAP ASPEK TEKNIS DAN KINERJA

Ryan Hilda Saputra^{1*}, Linda Noviana², Laila Febrina³

^{1,2,3}Teknik Lingkungan, Universitas Sahid, Jakarta, Indonesia

Email Korespondensi: ryan.hilda@gmail.com

ABSTRAK

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT Indorama Polychem Indonesia dievaluasi untuk menilai kinerjanya dalam mengolah air limbah industri agar memenuhi standar lingkungan. Evaluasi ini mencakup analisis kualitas efluen berdasarkan parameter suhu, pH, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), serta kandungan zat pencemar lainnya seperti fenol total, krom total, amoniak total, sulfida, minyak, dan lemak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh parameter masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.16/2019. Efisiensi IPAL dalam menurunkan kandungan pencemar berkisar antara 75,00% hingga 81,05%, dengan efisiensi tertinggi pada parameter TSS dan efisiensi terendah pada parameter fenol total serta sulfida. Evaluasi desain menunjukkan bahwa beberapa unit pengolahan, seperti bak ekualisasi, clarifier, dan reaktor biologi, memiliki waktu detensi yang lebih lama dari standar desain yang direkomendasikan. Hal ini mengindikasikan kapasitas IPAL yang lebih besar dari kebutuhan aktual, sehingga terdapat peluang optimalisasi untuk meningkatkan efisiensi operasional. Untuk meningkatkan kinerja IPAL, direkomendasikan penyesuaian volume beberapa unit pengolahan, optimalisasi parameter operasional, serta pemantauan berkala agar sistem tetap berjalan optimal. Selain itu, pelatihan bagi operator IPAL diperlukan untuk meningkatkan keterampilan dalam pengelolaan limbah. Dengan langkah-langkah ini, IPAL PT Indorama Polychem Indonesia diharapkan dapat terus beroperasi secara efisien dan memenuhi standar lingkungan yang berlaku.

Kata Kunci: IPAL, Air Limbah, Efisiensi Pengolahan, Baku Mutu, Optimasi Desain

ABSTRACT

The Wastewater Treatment Plant (WWTP) at PT Indorama Polychem Indonesia was evaluated to assess its performance in treating industrial wastewater to meet environmental standards. This evaluation included an analysis of effluent quality based on parameters such as temperature, pH, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), and other pollutants such as total phenol, total chromium, total ammonia, sulfide, oil, and grease. The test results indicated that all parameters remained below the quality standards set by the Indonesian Ministry of Environment and Forestry Regulation No. P.16/2019. The WWTP's efficiency in reducing pollutant levels ranged from 75.00% to 81.05%, with the highest efficiency observed for TSS and the lowest for total phenol and sulfide. Design evaluations showed that certain treatment units, such as the equalization tank, clarifier, and biological reactor, had longer detention times than the recommended design standards. This suggests that the WWTP capacity exceeds actual operational needs, providing opportunities for optimization to improve operational efficiency. To enhance WWTP performance, adjustments to the volume of several treatment units, optimization of operational parameters, and regular monitoring are recommended to ensure optimal system performance. Additionally, training for WWTP operators is necessary to enhance their skills in wastewater management. Through these measures, the WWTP at PT Indorama Polychem Indonesia is expected to continue operating efficiently while complying with applicable environmental standards.

Keywords: WWTP, Wastewater, Treatment Efficiency, Quality Standards, Design Optimization.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan, namun ketersediaan air bersih semakin berkurang akibat pencemaran dari limbah domestik dan industri. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pengelolaan kualitas air harus dilakukan secara bijaksana agar dapat berkelanjutan bagi generasi mendatang. Air limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga, bisnis, dan industri mengandung unsur berbahaya yang dapat mencemari lingkungan serta mengancam kesehatan manusia. Oleh karena itu, pengolahan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan menjadi hal yang sangat krusial.

Indonesia sebagai negara berkembang mengalami peningkatan dalam berbagai sektor, termasuk industri tekstil dan manufaktur berbasis *polyester*. Meskipun sektor ini memberikan manfaat ekonomi, industri tekstil juga menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan kimia organik dan senyawa berbahaya yang berpotensi mencemari lingkungan. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 telah mengatur standar mutu air limbah, sehingga setiap industri wajib mengelola limbah cairnya dengan baik untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan.

PT Indorama Polychem Indonesia merupakan perusahaan manufaktur tekstil yang memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk mengolah limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan. Instalasi ini memiliki kapasitas pengolahan sebesar 1.200 m³ per hari, namun izin pembuangan yang diberikan hanya 902 m³ per hari. Ketidakseimbangan antara kapasitas IPAL dan izin pembuangan ini dapat memengaruhi efektivitas pengolahan air limbah. Selain itu, sejak beroperasi pada tahun 2014, IPAL ini belum pernah dievaluasi secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja IPAL PT Indorama Polychem Indonesia dalam menurunkan kadar polutan dan mengidentifikasi potensi optimalisasi agar sistem dapat beroperasi lebih efisien sesuai dengan kapasitas dan kebutuhan perusahaan.

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah efektivitas sistem IPAL dalam mengolah limbah cair, apakah teknologi yang digunakan masih sesuai dengan kebutuhan saat ini, serta bagaimana efisiensi IPAL dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS, dan parameter lainnya. Kajian ini akan menganalisis kinerja IPAL baik dari aspek teknis maupun operasional untuk memastikan bahwa limbah yang diolah telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Jika ditemukan kendala dalam sistem pengolahan, maka penelitian ini akan memberikan rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi IPAL agar PT Indorama Polychem Indonesia dapat terus beroperasi secara berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Penelitian ini berfokus pada evaluasi kinerja IPAL PT Indorama Polychem Indonesia yang mencakup aspek teknis dan operasional. Evaluasi dilakukan berdasarkan kesesuaian IPAL terhadap kriteria desain serta efisiensi dalam menurunkan parameter pencemar seperti BOD, COD, TSS, Fenol, Krom Total, Amoniak, Sulfida, Minyak, dan Lemak. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan efektivitas pengolahan air limbah industri serta memastikan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan yang berlaku.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan melalui observasi, wawancara, serta studi literatur untuk mengevaluasi efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di PT Indorama Polychem Indonesia. Penelitian ini dilaksanakan pada Maret 2024 di lokasi perusahaan yang beralamat di Jl. Desa Kembang Kuning, Kecamatan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Pengujian parameter kualitas air limbah seperti BOD, COD, TSS, Fenol Total, Krom Total, Amoniak Total, Sulfida, Minyak, dan Lemak dilakukan di laboratorium PT Binalab Bandung.

Pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung terhadap unit-unit pengolahan di IPAL, wawancara dengan petugas yang bertanggung jawab, serta studi literatur terkait pengolahan air limbah industri. Sampel air limbah diambil dari dua titik utama, yaitu inlet bak ekualisasi Oily yang memiliki tingkat cemaran tertinggi serta outlet pond sebelum air limbah dialirkan ke badan penerima. Data sekunder diperoleh dari laporan PT Indorama Polychem Indonesia kepada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan melalui sistem SIMPEL KLHK.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan kualitas air limbah pada inlet dan outlet IPAL untuk menghitung efisiensi pengolahan berdasarkan persentase penurunan parameter pencemar. Evaluasi ini mengacu pada baku mutu yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019. Dari hasil analisis ini, dapat diketahui sejauh mana sistem IPAL mampu mengolah air limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

PT Indorama Polychem Indonesia merupakan salah satu perusahaan terkemuka di industri serat sintetis di Indonesia. Didirikan pada 3 April 1974 oleh keluarga Lohia, perusahaan ini mulai beroperasi secara komersial pada 4 Agustus 1976. Sejak awal, PT Indorama Polychem Indonesia telah mengalami perkembangan pesat dengan ekspansi kapasitas produksi serta penerapan teknologi canggih yang berfokus pada efisiensi, produktivitas, dan pengurangan dampak lingkungan. Komitmen terhadap keberlanjutan terlihat dari penggunaan teknologi ramah lingkungan serta berbagai sertifikasi yang telah diperoleh.

Perusahaan ini berlokasi di Desa Kembang Kuning, Kecamatan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat, dengan luas area 25 hektar. Lokasi ini dipilih karena memiliki akses strategis terhadap bahan baku, distribusi, serta tenaga kerja terampil. PT Indorama Polychem Indonesia memproduksi berbagai jenis serat sintetis seperti polyester, PSF (Polyester Staple Fiber), dan POY (Partially Oriented Yarn) yang banyak digunakan dalam industri tekstil dan non-teksil.

Dalam menjalankan operasionalnya, perusahaan berkomitmen terhadap industri yang ramah lingkungan, aman, dan efisien dalam penggunaan energi. Hal ini dibuktikan dengan kepemilikan sertifikasi ISO 14001:2015 dalam pengelolaan lingkungan, ISO 45001:2018 dalam keselamatan dan kesehatan kerja, serta ISO 50001:2018 dalam efisiensi energi. Perusahaan juga menerapkan sistem manajemen limbah melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan kapasitas 1.200 m³ per hari. Selain itu, program 3R (Reduce, Reuse, Recycle) diterapkan untuk mengurangi limbah dan emisi.

PT Indorama Polychem Indonesia juga berhasil meraih peringkat PROPER Biru dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) sebagai bentuk kepatuhan terhadap peraturan lingkungan.

Dalam aspek produksi, PT Indorama Polychem Indonesia mengoperasikan proses yang kompleks dengan pengawasan ketat untuk menjaga kualitas produk. Produk utamanya meliputi chip polyester, PSF, dan POY yang digunakan dalam industri tekstil, non-woven, dan bahan pengisi seperti bantal dan jok kendaraan. Proses produksi polyester dimulai dari reaksi kimia antara asam tereftalat (PTA) dan etilen glikol (MEG) untuk menghasilkan polimer polyester. Produk ini kemudian diproses lebih lanjut menjadi serat polyester melalui berbagai tahapan seperti peleahan dan ekstrusi.



Gambar 1. Produk PT Indorama Polychem (berturut-turut *Chips*, *Poly Staple Fiber*, *Partially Oriented Yarn*)

Selain limbah dari proses produksi, perusahaan juga menghasilkan limbah dari unit utilitas yang mencakup cooling water blowdown dan pencucian balik sistem filtrasi. Limbah ini mengandung bahan kimia seperti anti-korosi dan bio-disinfektan yang harus dikelola dengan baik. Dalam pengelolaan limbah, perusahaan memiliki neraca limbah yang menunjukkan bahwa debit limbah cair yang dihasilkan masih dalam batas yang diizinkan, dengan rata-rata produksi limbah sekitar 865 m³ per hari dari kapasitas maksimum 902 m³ per hari.

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menjadi bagian penting dalam pengelolaan limbah cair perusahaan. IPAL ini menggabungkan sistem pengolahan fisika, kimia, dan biologi. Prosesnya mencakup tahapan pretreatment untuk menghilangkan minyak dan partikel kasar, ekualisasi untuk menstabilkan kualitas limbah, serta tahapan lanjutan agar limbah memenuhi standar sebelum dibuang ke lingkungan. Dengan sistem pengolahan ini, PT Indorama Polychem Indonesia menunjukkan komitmennya dalam menjaga keseimbangan lingkungan serta menjalankan operasional industri yang berkelanjutan.

Limbah cair di IPAL PT Indorama Polychem Indonesia berasal dari proses produksi Polyester, PSF, POY, dan Utility. Sumber utama meliputi sisa proses striping column, TEG cleaning, cleaning filter pada Polyester dan POY, serta spin finish oil dari PSF yang dipompa ke IPAL. Sementara itu, kegiatan Utility menghasilkan limbah dari cooling water blowdown dan MGF backwash.

Perhitungan debit limbah cair maksimum (DM) menunjukkan angka 902 m³/hari, sedangkan debit limbah cair sebenarnya (DA) rata-rata sebesar 865,15 m³/hari. Nilai ini masih di bawah kapasitas IPAL sebesar 1200 m³/hari dan memenuhi standar yang ditetapkan. Debit air limbah mengalami fluktuasi sepanjang tahun, dengan debit tertinggi di Agustus 2023 (895,32 m³/hari) dan terendah di Juni 2023 (830,36 m³/hari).

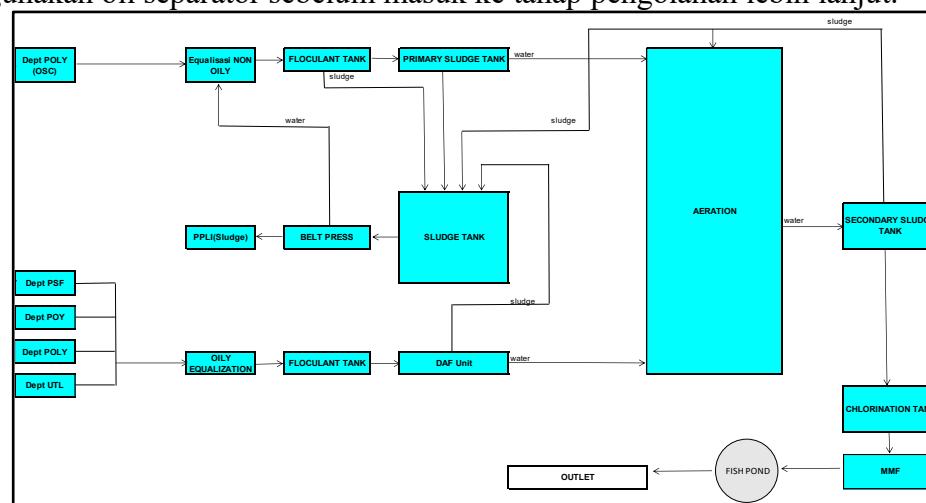
Tabel 1. Debit Air Limbah Outlet IPAL PT Indorama Polychem Indonesia

| No. | Bulan | Debit <i>Outlet</i> (m ³ /hari) |
|-----------------|----------------|--|
| 1. | Maret 2023 | 852.06 |
| 2. | April 2023 | 880.26 |
| 3. | Mei 2023 | 865.29 |
| 4. | Juni 2023 | 830.36 |
| 5. | Juli 2023 | 875.58 |
| 6. | Agustus 2023 | 895.32 |
| 7. | September 2023 | 885.13 |
| 8. | Oktober 2023 | 860.83 |
| 9. | November 2023 | 840.06 |
| 10. | Desember 2023 | 870.32 |
| 11. | Januari 2024 | 855.67 |
| 12. | Februari 2024 | 875.93 |
| Debit Rata-rata | | 865.15 |

Sumber: PT Indorama Polychem Indonesia, 2024

Limbah cair industri serat sintetis di PT Indorama Polychem Indonesia mengandung zat organik tinggi, seperti BOD, COD, dan TSS. Hasil analisis menunjukkan beberapa parameter seperti pH, Fenol, Krom Total, Amonia, Sulfida, serta Minyak & Lemak masih dalam baku mutu, namun TSS (317 mg/L), BOD (127 mg/L), dan COD (672 mg/L) melebihi batas yang ditetapkan. Tingginya kadar bahan organik kemungkinan disebabkan oleh limbah yang belum mengalami pretreatment optimal sebelum masuk ke IPAL.

IPAL PT Indorama Polychem Indonesia menggunakan sistem fisika, kimia, dan biologi untuk mengolah limbah sebelum dibuang ke lingkungan sesuai regulasi Permen LHK P.16/2019. Pretreatment dilakukan untuk menyaring minyak dan lemak menggunakan oil separator sebelum masuk ke tahap pengolahan lebih lanjut.



Gambar 2. Alur Proses Pengolahan Air Limbah PT Indorama Polychem Indonesia

Proses ekualisasi berfungsi untuk menghomogenkan laju alir dan karakteristik air limbah dari berbagai sumber sebelum memasuki tahap pengolahan selanjutnya. Dengan

kapasitas 300 m³, bak ekualisasi berbahan beton ini memiliki ketahanan terhadap bahan kimia dan asam dalam air limbah industri. Selain sebagai tempat penampungan sementara, bak ini juga berperan dalam penguraian awal polutan. Di dalamnya terdapat ruang sedimentasi untuk menangani kotoran padat serta dua unit pompa celup otomatis yang memompa air limbah ke tahap berikutnya sesuai dengan tinggi permukaan air.



Gambar 3. Bak Ekualisasi

Setelah melalui ekualisasi, air limbah diproses dalam reaktor koagulasi-flokulasi untuk membantu destabilisasi partikel koloid sehingga lebih mudah mengendap. Reaktor ini terdiri dari dua unit, yaitu unit koagulasi yang menggunakan PAC (Poly Aluminium Chloride) dan unit flokulasi yang menambahkan polimer kationik agar partikel-partikel membentuk flok lebih besar. Dengan volume total 20 m³ dan material berbahan beton, proses ini dilakukan secara kontinu dengan waktu detensi sekitar 30 menit sebelum air limbah dialirkan ke Clarifier.



Gambar 4. Reaktor Koagulasi-Flokulasi

Clarifier berfungsi untuk memisahkan flok yang terbentuk melalui sedimentasi gravitasi, di mana partikel padat mengendap ke dasar sementara air jernih melimpah ke bagian atas. Unit ini berbentuk silinder dengan diameter 10 m dan kedalaman 4 m, serta

dilengkapi scraper mekanis yang berputar perlahan untuk mengumpulkan lumpur. Dengan waktu detensi sekitar 2-3 jam, Clarifier dapat menyisihkan padatan tersuspensi hingga 90-95%. Lumpur yang mengendap akan dipompa secara berkala ke unit pengolahan lumpur sebelum tahap akhir pembuangan.



Gambar 5. *Clarifier*

Setelah proses fisika-kimia, air limbah memasuki tahap pengolahan biologis dalam reaktor lumpur aktif (activated sludge) yang memiliki volume total 500 m³. Proses ini bertujuan untuk menurunkan kadar zat organik terlarut melalui aktivitas mikroorganisme aerob yang mengoksidasi zat organik menjadi CO₂, H₂O, dan biomassa baru. Reaktor ini dilengkapi difuser udara untuk memasok oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme. Dengan waktu detensi sekitar 8-10 jam, efisiensi penyisihan BOD dan COD pada tahap ini dapat mencapai 90-95%.

Selanjutnya, air limbah dialirkan ke Clarifier sekunder yang memiliki fungsi serupa dengan Clarifier primer, yaitu untuk memisahkan biomassa dari air hasil pengolahan biologis. Clarifier ini berbentuk silinder dengan diameter 8 m dan kedalaman 3 m, serta dilengkapi dengan scraper mekanis untuk mengumpulkan lumpur aktif yang mengendap di dasar. Sebagian lumpur ini dikembalikan ke reaktor biologi untuk menjaga keseimbangan mikroorganisme, sementara kelebihannya dibuang ke unit pengolahan lumpur. Waktu detensi Clarifier sekunder sekitar 2-3 jam, dengan efisiensi penyisihan padatan tersuspensi mencapai 95-98%.

Sebagai tahap akhir, air limbah yang telah melalui pengolahan fisika-kimia dan biologi masuk ke bak klorinasi untuk proses desinfeksi. Senyawa khlor digunakan untuk membunuh mikroorganisme patogen sebelum air limbah dibuang. Kaporit cair ditambahkan secara otomatis menggunakan dosing pump dengan dosis 1 kg per 1000 liter air. Dengan volume 10 m³ dan waktu kontak sekitar 15-30 menit, bak ini memastikan air limbah yang keluar dari sistem pengolahan memenuhi standar baku mutu lingkungan.



Gambar 6. Bak Kloronasi

Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT Indorama Polychem Indonesia dievaluasi berdasarkan kualitas efluen yang dihasilkan. Pemeriksaan rutin dilakukan di Outlet IPAL dengan pengujian berbagai parameter di Laboratorium Lingkungan Binalab Bandung. Hasil pengujian dibandingkan dengan standar baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.16/2019 untuk memastikan bahwa air limbah yang telah diolah memenuhi ketentuan lingkungan.

Temperatur merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap proses biologi dan fisika dalam IPAL. Berdasarkan hasil pengujian dari Maret 2023 hingga Februari 2024, nilai rata-rata temperatur air limbah adalah 29,6°C, masih berada di bawah ambang batas baku mutu sebesar 38°C. Hal ini menunjukkan bahwa sistem IPAL mampu menjaga suhu air limbah agar tidak berdampak negatif terhadap lingkungan penerima.

Nilai pH air limbah yang diuji menunjukkan kondisi keasaman atau kebasaan yang stabil. Hasil analisis selama periode pemantauan mencatat rata-rata pH sebesar 7,3, yang masuk dalam kategori netral dan sesuai dengan baku mutu 6-9. Dengan nilai ini, IPAL PT Indorama Polychem Indonesia telah berhasil menjaga keseimbangan pH limbah yang dihasilkan.

BioChemical Oxygen Demand (BOD) merupakan parameter yang mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. Selama Maret 2023 hingga Februari 2024, nilai rata-rata BOD yang terdeteksi di Outlet IPAL adalah 2,0 mg/L, jauh di bawah baku mutu sebesar 35 mg/L. Nilai yang stabil menunjukkan efektivitas sistem IPAL dalam mengolah bahan organik sehingga tidak mencemari lingkungan.

Chemical Oxygen Demand (COD) menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam oksidasi zat organik secara kimia. Nilai rata-rata COD selama periode pemantauan adalah 15,91 mg/L, yang tetap berada di bawah baku mutu 115 mg/L. Meskipun terjadi lonjakan pada November 2023 hingga Januari 2024 akibat tingginya curah hujan dan peningkatan beban limbah, IPAL tetap mampu menjaga kadar COD dalam batas yang aman.

Total Suspended Solid (TSS) mengacu pada jumlah padatan tersuspensi dalam air limbah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar TSS dalam efluen IPAL PT Indorama Polychem Indonesia tetap terjaga dan tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Dengan efektivitas sistem yang tinggi, IPAL mampu mengendalikan kadar partikel tersuspensi agar tidak mencemari lingkungan perairan.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi kinerja IPAL PT Indorama Polychem Indonesia menunjukkan bahwa kualitas air limbah yang dihasilkan tetap berada dalam batas aman. Pengelolaan yang baik serta pemantauan rutin memastikan bahwa proses pengolahan air limbah berjalan optimal. Ke depan, perusahaan dapat meningkatkan sistem pemantauan otomatis dan strategi mitigasi untuk menghadapi potensi fluktuasi parameter akibat perubahan lingkungan, sehingga kualitas efluen tetap memenuhi standar yang ditetapkan.

Hasil pemeriksaan kualitas air limbah di Outlet IPAL PT Indorama Polychem Indonesia menunjukkan bahwa kadar fenol total selama Maret 2023 hingga Februari 2024 rata-rata sebesar 0,004 mg/L, jauh di bawah baku mutu 0,5 mg/L. Krom total juga terdeteksi rata-rata 0,017 mg/L, tidak melebihi batas yang ditetapkan 1,0 mg/L. Parameter amoniak total tercatat rata-rata 0,627 mg/L, masih dalam ambang batas 8,0 mg/L. Untuk kandungan sulfida, hasil rata-rata sebesar 0,04 mg/L, tetap lebih rendah dari baku mutu 0,3 mg/L. Kandungan minyak dan lemak dalam air limbah pun masih

aman dengan rata-rata 0,14 mg/L dari batas maksimum 3,0 mg/L.

Selain itu, debit air limbah rata-rata 865 m³/hari, masih di bawah batas maksimum yang ditentukan yaitu 902 m³/hari. Evaluasi secara keseluruhan menunjukkan bahwa seluruh parameter yang diuji, termasuk suhu, pH, TSS, BOD, COD, serta logam berat, masih memenuhi baku mutu yang diatur dalam Peraturan Menteri LHK Nomor P.16/2019. Dengan demikian, kinerja IPAL PT Indorama Polychem Indonesia dapat dikatakan efektif dalam mengolah air limbah agar tetap sesuai dengan standar lingkungan yang berlaku.

Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT Indorama Polychem Indonesia diukur berdasarkan kemampuannya dalam mereduksi limbah cair. Efisiensi ini dikategorikan menjadi tidak efisien (<20%), kurang efisien (21-40%), cukup efisien (41-60%), efisien (61-80%), dan sangat efisien (81-100%) sesuai dengan Tchobanoglous et al. (2003). Efisiensi IPAL dihitung untuk mengetahui kinerjanya dalam menurunkan kandungan bahan pencemar dalam air limbah. Data hasil pengujian inlet dan outlet IPAL PT Indorama Polychem Indonesia diuji di Laboratorium Lingkungan Binalab Bandung pada Februari 2024 dan digunakan untuk menghitung efisiensi IPAL terhadap penurunan kandungan bahan pencemar.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa efisiensi IPAL PT Indorama Polychem Indonesia berkisar antara 75,00% hingga 81,05%. Efisiensi tertinggi dicapai pada parameter TSS sebesar 81,05%, sedangkan efisiensi terendah terdapat pada parameter Fenol Total dan Sulfida sebesar 75,00%. Berdasarkan kriteria efisiensi yang telah disebutkan, IPAL PT Indorama Polychem Indonesia tergolong efisien hingga sangat efisien dalam menurunkan kandungan pencemar pada air limbah. Hal ini menunjukkan bahwa IPAL telah beroperasi dengan baik dan mampu mengolah air limbah sesuai standar yang ditetapkan.

Evaluasi desain IPAL PT Indorama Polychem Indonesia mencakup perhitungan dimensi serta data-data pada masing-masing unit pengolahan. Evaluasi ini dilakukan dengan mengetahui debit eksisting rata-rata IPAL selama satu tahun terakhir, yaitu 865 m³/hari, untuk menilai apakah kinerja masing-masing unit pengolahan sudah sesuai dengan kriteria desain atau tidak.

Bak ekualisasi berfungsi untuk menghomogenkan laju alir serta karakteristik air limbah yang berasal dari berbagai sumber. Parameter penting dalam evaluasi bak ekualisasi adalah waktu tinggal, yang menurut Tchobanoglous et al. (2003) umumnya berkisar antara 4-8 jam. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu tinggal pada bak ekualisasi IPAL PT Indorama Polychem Indonesia adalah 8,8 jam, yang melebihi kriteria desain. Waktu tinggal yang terlalu lama dapat berdampak pada efektivitas proses pengolahan, seperti timbulnya kondisi septik dan bau tidak sedap. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyesuaian dengan memperbesar debit air limbah yang masuk atau mengurangi volume bak ekualisasi.

Reaktor koagulasi-flokulasi digunakan untuk menggabungkan partikel-partikel koloid menjadi flok yang lebih besar sehingga mudah diendapkan. Parameter utama dalam evaluasi reaktor ini adalah waktu detensi dan pengadukan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu detensi reaktor koagulasi-flokulasi adalah 22 menit, yang masih dalam rentang rekomendasi Metcalf & Eddy (2003), yaitu 1-5 menit untuk koagulasi dan 10-30 menit untuk flokulasi. Kecepatan pengadukan pada proses koagulasi (100 rpm) dan flokulasi (30 rpm) juga telah sesuai dengan rekomendasi. Namun, untuk meningkatkan efisiensi, disarankan melakukan penyesuaian dengan memperkecil volume reaktor atau meningkatkan debit air limbah yang masuk.

Clarifier berfungsi untuk memisahkan padatan tersuspensi dari air limbah melalui sedimentasi gravitasi. Parameter penting dalam evaluasi clarifier adalah waktu detensi dan surface loading rate (SLR). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu detensi pada clarifier IPAL PT Indorama Polychem Indonesia mencapai 23 jam, jauh melebihi rekomendasi Metcalf & Eddy (2003), yaitu 1,5-2,5 jam. Selain itu, nilai SLR clarifier sebesar $4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ juga berada di bawah rekomendasi sebesar $16\text{-}28 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$, yang menunjukkan bahwa clarifier memiliki kapasitas yang lebih besar dari yang dibutuhkan. Untuk meningkatkan efisiensi clarifier, disarankan memperkecil dimensinya, meningkatkan debit air limbah yang masuk, atau menggunakan untuk pengolahan air limbah dari unit produksi lain.

Reaktor biologi yang digunakan adalah sistem lumpur aktif (activated sludge). Evaluasi reaktor ini mempertimbangkan waktu detensi, rasio F/M, dan MLSS. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu detensi reaktor biologi adalah 9 jam, sedikit melebihi rekomendasi Metcalf & Eddy (2003), yaitu 4-8 jam. Rasio F/M reaktor biologi sebesar $0,08 \text{ kg BOD/kg MLSS/hari}$ berada di bawah rentang rekomendasi $0,2\text{-}0,4 \text{ kg BOD/kg MLSS/hari}$, yang menunjukkan bahwa beban organik yang masuk relatif rendah dibandingkan jumlah mikroorganisme yang ada. Efisiensi penyisihan BOD mencapai 79,09%, yang menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengolah air limbah.

Secara keseluruhan, IPAL PT Indorama Polychem Indonesia telah beroperasi dengan baik, meskipun terdapat beberapa unit pengolahan yang perlu disesuaikan agar lebih optimal. Penyesuaian dapat dilakukan dengan mengurangi volume beberapa unit pengolahan atau meningkatkan debit air limbah yang masuk agar sistem berjalan lebih efisien dan sesuai dengan standar desain yang direkomendasikan.

Efisiensi IPAL PT Indorama Polychem Indonesia dihitung untuk mengetahui kinerja IPAL dalam menurunkan kandungan bahan pencemar pada air limbah. Data yang digunakan dalam perhitungan ini merupakan data primer hasil pengujian kualitas inlet dan outlet IPAL PT Indorama Polychem Indonesia yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan Binalab Bandung pada 15 Februari 2024. Data hasil pengujian ini menunjukkan berbagai parameter pencemar, seperti *Total Suspended Solids* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Fenol Total, Krom Total, Amoniak Total, Sulfida, serta Minyak dan Lemak. Dengan membandingkan konsentrasi parameter pada inlet dan outlet, dapat dihitung efisiensi IPAL dalam menurunkan kandungan pencemar.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa efisiensi penurunan TSS mencapai 81,05%, BOD sebesar 79,09%, dan COD sebesar 75,79%. Untuk parameter lainnya, efisiensi penurunan Fenol Total tercatat sebesar 75,00%, Krom Total sebesar 76,19%, Amoniak Total sebesar 76,00%, Sulfida sebesar 75,00%, serta Minyak dan Lemak sebesar 77,59%. Dengan demikian, efisiensi IPAL PT Indorama Polychem Indonesia dalam menurunkan kandungan pencemar berkisar antara 75,00% hingga 81,05%. Parameter dengan efisiensi tertinggi adalah TSS, sedangkan efisiensi terendah terdapat pada Fenol Total dan Sulfida.

Berdasarkan kriteria efisiensi yang telah disebutkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa IPAL PT Indorama Polychem Indonesia tergolong efisien (61-80%) hingga sangat efisien (>80%) dalam menurunkan kandungan pencemar pada air limbah. Hal ini menunjukkan bahwa IPAL tersebut telah beroperasi dengan baik dan mampu mengolah air limbah sesuai dengan standar yang ditetapkan. Dengan kinerja yang optimal, IPAL ini dapat menjaga kualitas lingkungan sekitar serta memenuhi regulasi

terkait pengelolaan limbah industri.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT Indorama Polychem Indonesia telah berfungsi dengan baik dalam mengolah limbah cair. Debit limbah yang masuk masih dalam kapasitas yang dapat ditangani, dengan rata-rata 865 m³/hari, di bawah ambang batas 902 m³/hari. Kualitas air limbah hasil olahan umumnya telah memenuhi standar Peraturan Menteri LHK Nomor P.16/2019, meskipun beberapa parameter perlu dioptimalkan agar lebih konsisten. Efisiensi IPAL dalam menurunkan pencemar berkisar antara 75,00% - 81,05% untuk parameter utama seperti BOD, COD, TSS, Fenol Total, Krom Total, Amoniak Total, Sulfida, serta Minyak dan Lemak. Evaluasi desain IPAL menunjukkan bahwa sebagian besar unit pengolahan memiliki waktu detensi lebih lama dari standar desain, menandakan kapasitas IPAL masih lebih besar dari kebutuhan aktual. Meskipun beroperasi optimal, masih ada peluang meningkatkan efisiensi energi dan bahan kimia dengan menyesuaikan kapasitas IPAL sesuai kebutuhan operasional.

Untuk meningkatkan efisiensi, disarankan penyesuaian volume pada beberapa unit pengolahan, optimalisasi parameter operasional seperti MLSS dan dosis klorin, serta pemantauan berkala untuk menjaga performa IPAL. Jika ada rencana peningkatan kapasitas, dapat dipertimbangkan teknologi yang lebih hemat energi. Selain itu, pelatihan rutin bagi operator diperlukan guna meningkatkan keterampilan dalam pengelolaan IPAL. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan IPAL PT Indorama Polychem Indonesia dapat beroperasi lebih efisien dan optimal dalam mengolah air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Gafur. (2014). Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Terhadap Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit Haji Makassar Tahun 2014. Penelitian Universitas Muslim Indonesia.
- Alexander Tunggul Sutanhaji1. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik di Inkubator Bisnis Permata Bunda Kota Bontang. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan.
- Arifudin, Setiyono, Fajar Eko Priyanto, Susi Sulistia (2019). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Makanan. Jurnal Air Indonesia Vol. 11
- Asmadi dan Suharno. 2012. Dasar – Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah. Gosyen Publishing : Yogyakarta.
- Djaja I.M., Maniksulistya D., 2006. Gambaran Pengelolaan Limbah Cair di Rumah Sakit X. Makara, Kesehatan, Vol.10 No.2, Desember 2006 : 60-63.
- Ginting,P.2007.Sistem Pengolahan Lingkungan dan Limbah Industri.Rama Widya.Bandung.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air

Limbah.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Qasim, Syed R. 1985. Wastewater Treatment Plants Planning, Design, and Operation. New York : CBS College Publishing.
- Quraini Nada,Muhammad Busyairi, Fahrizal Adnan. (2022). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang. Jurnal Teknologi Lingkungan, vol. 6, no. 1, 2022 Teknik Lingkungan Universitas Mulawarman
- Siregar, SA. 2005. Instalasi Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta: Kanisius.
- Sugiharto, 1987., "Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah", Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Tchobanoglous. (1991). Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal. New York
- Yahyapour, S. et al. 2013. Removal of Total Suspended Solid and Turbidity Within Experimental Vegetated Channel: Optimization Through Response Surface Methodology. Journal of Hydro-environment Research. Vol. 20(1) Hal. 1 – 10.
- Yanitra, Fahmi Alpha dkk (2015). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah PT Surabaya Industrial Estate Rungkut – Management of Pasuruan Industrial Estate Rembang. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan Universitas Brawijaya.