

Evaluasi Efektivitas Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Terhadap Effluent Limbah Cair Industri PT X

Elvina Rosita Anggraini¹, Aussie Amalia²

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

*Koresponden email: aussieamalia.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 28 April 2024

Disetujui: 3 Mei 2024

Abstract

PT X's office and courier activities generate domestic wastewater on a daily basis. The activity comes from domestic activities and support activities such as vehicle washing, maintenance of equipment utilities, mopping and equipment washing. Wastewater has a negative impact on the environment and society if not properly managed. This research was conducted on the wastewater of PT X in March 2023 and the parameters to be tested were at the inlet and outlet points of the WWTP. The aim of this study is to determine the effect of the effluent treatment efficiency (%) on the ammonia and total coliform levels at the inlet and outlet of the PT X WWTP, which have exceeded the quality standard threshold. The methodology used is a quantitative descriptive method, namely by attaching laboratory test results in the form of numbers and using the Soeparman and Suparmin effectiveness formula. The results of calculating the effectiveness of reducing ammonia levels by 0% with ineffective information and the results of calculating the effectiveness of reducing total coliform levels by 0.98% with ineffective information. So the result of this study is that the ammonia levels at the inlet and outlet and the total coliform levels at the inlet of the effluent in the WWTP did not meet the required quality standards, which proves that the WWTP treatment system at PT X was not operating optimally.

Keywords: *office activities and courier services, waste water, waste water treatment plant, ammonia, evaluation, effectiveness of waste processing, quality standards, total coliform*

Abstrak

Kegiatan Kantor dan Jasa Kurir PT X menghasilkan air limbah domestik setiap harinya. Aktivitas tersebut berasal dari kegiatan domestik dan kegiatan pendukung seperti pencucian kendaraan, perawatan utilitas aset, pengepelan, dan pencucian peralatan. Air limbah akan membawa dampak negatif terhadap lingkungan maupun masyarakat apabila tidak ditangani dengan baik. Penelitian ini dilakukan pada limbah cair PT X pada bulan Maret 2023 dan parameter yang akan di uji yaitu pada titik *inlet* dan *outlet* IPAL. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh efektivitas pengolahan air limbah (%) terhadap kadar amonia dan kadar total *coliform* pada *inlet* beserta *outlet* IPAL PT X yang sudah melewati ambang batas baku mutu. Metodologi yang dipakai ialah metode deskriptif kuantitatif yakni dengan melampirkan hasil uji laboratorium yang berupa angka serta menggunakan rumus efektivitas Soeparman dan Suparmin. Hasil kalkulasi efektivitas penurunan kadar amonia sejumlah 0% dengan keterangan tidak efektif dan hasil perhitungan efektivitas kadar total *coliform* sebesar 0,98% dengan keterangan tidak efektif. Maka hasil pada penelitian ini ialah kadar amonia yang berada di *inlet* dan *outlet* dan total *coliform* yang berada di *inlet* air limbah pada IPAL belum memenuhi baku mutu yang diprasyaratkan, hal ini membuktikan bahwa sistem pengolahan IPAL yang berada di PT X belum berjalan secara optimal.

Kata Kunci: *kegiatan kantor dan jasa kurir, air limbah, instalasi pengolahan air limbah, amonia, evaluasi, efektivitas pengolahan limbah, baku mutu, total koliform*

1. Pendahuluan

Setiap proses produksi di suatu industri selalu mengeluarkan limbah, satu di antaranya ialah limbah cair industri [1]. Limbah cair yang diproduksi PT X bermula dari tindakan domestik serta kegiatan pencucian kendaraan, perawatan utilitas aset, pengepelan, dan pencucian peralatan. Limbah yang berasal dari suatu industri ialah isu yang memerlukan perhatian serius dari masyarakat serta pemerintah Indonesia, terutama terkait dengan pertumbuhan industri yang terus meningkat tiap tahunnya. Adanya sektor industri mendatangkan dampak positif juga negatif di masyarakat. Dampak positif yang didapatkan masyarakat ialah meningkatnya sektor perekonomian dan dampak negatif berupa limbah industri yang tidak digarap

dengan baik mengakibatkan dampak buruk pada lingkungan hidup. Oleh karena itu, manajemen limbah di area industri amat perlu dilaksanakan secara efektif serta profesional. Pengolahan air limbah di area industri dijalankan dengan tujuan untuk melenyapkan kontaminan yang ada pada air limbah agar bisa searah dengan batas baku mutu yang diperbolehkan untuk di keluarkan ke perairan. Limbah yang dikeluarkan oleh industri PT X harus diolah dahulu disesuaikan baku mutu air limbah yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Seterusnya limbah yang telah dikelola dalam pabrik kemudian diproses kembali ke Instalasi Pengelolaan Limbah (IPAL) [2] melalui pipa yang sudah disediakan. Effluent yang dihasilkan PT X sudah melewati baku mutu yang bisa mengakibatkan pencemaran air [3].

Pembuangan langsung air limbah domestik ke lingkungan tanpa proses pengolahan mampu berpotensi menyebabkan kerusakan pada lingkungan [4]. Oleh sebab itu, limbah yang berada di IPAL harus diproses searah dengan baku mutu air limbah yang diregulasi melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Air Limbah Kawasan Industri. Dalam kajian ini parameter yang akan diturunkan yaitu Amonia (NH₃) [5] dan Total *Coliform* dengan menggunakan efisiensi efektivitas pengolahan air limbah. Amonia ialah senyawa kaustik yang menimbulkan bau kurang sedap yang mampu mengakibatkan rusaknya lingkungan hidup. Makin tinggi kadar amonia pada air, maka kemudian menjadi toksik serta korosif yang bisa memberi dampak negatif bagi konsumen air [6].

Merujuk permasalahan terkait, penulis tertarik melaksanakan penelitian perihal “Pemeriksaan Kualitas Limbah Cair Menggunakan Parameter Amonia (NH₃) dan Total *Coliform* Pada Kegiatan Perkantoran Dan Jasa Kurir PT X” dikarenakan penulis memandang hal ini vital guna mengidentifikasi kualitas air limbah PT X sebelum ataupun sesudah dilakukan pengolahan. Dengan diidentifikasinya jumlah kadar air limbah cair berdasarkan indikator di titik *inlet* serta *outlet* IPAL, maka bisa diidentifikasi apakah IPAL PT X telah berjalan secara optimal [7].

Penilaian bisa dijalankan merujuk aspek teknis serta aspek lingkungan (perolehan *effluent* yang di bandingkan dengan baku mutu) [8]. PT X mempunyai pengolahan limbah cair dengan rangkaian prosedur yang meliputi 8 unit yaitu, *screening chamber*, *balancing tank*, *oxygenation tank*, *sedimentation tank*, *disinfection tank*, *sludge tank*, *blower room*, and *effluent tank* dimana sistem pengolahan air limbah ini digunakan demi melenyapkan dan menurunkan parameter kontaminan yang terdapat pada air limbah [9]. Kehadiran unit-unit berbeda pada IPAL menuntut pihak industri guna melaksanakan evaluasi kinerja pada setiap bagian IPAL yang dimiliki [10]. Evaluasi bagian IPAL dilaksanakan dari air yang masuk ke dalam IPAL sampai air limbah yang keluar untuk dikeluarkan ke badan air. Mengacu data analisis pada kualitas air limbah di IPAL PT X *effluent* (buangan) yang dikeluarkan masih belum memenuhi baku mutu khususnya parameter amonia. Penelitian perihal tingkat efektivitas pengolahan air limbah di PT X sangat penting dilaksanakan guna memperbaiki sistem IPAL agar dapat meminimalisir pencemaran air [11].

2. Metode Penelitian

Metode perencanaan yang dilakukan menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yakni dengan melampirkan perolehan pengujian laboratorium yang berupa angka. Pelaksanaan dilakukan bulan Maret 2023 di PT X. Pengambilan sampel dilakukan pada bagian unit pengolahan, antara lain titik *inlet* beserta *outlet* STP, pengambilan sampel dilaksanakan satu kali dengan mempergunakan metode *grab sample* dimana metode tersebut merupakan metode pengambilan sampel air pada *inlet* dan *outlet* STP secara langsung pada titik tertentu [12], kemudian sampel akan di periksa di laboratorium. Komponen yang digunakan pada analisis ini ialah parameter Amonia (NH₃) beserta Total *Coliform* pada limbah cair di PT X. Kajian pada data dilaksanakan secara deskriptif naratif serta kalkulasi efektivitas pengolahan air limbah.

Soeparman serta Suparmin (2001) mengemukakan bahwa formula umum yang dipergunakan untuk mengkalkulasi efektivitas pengolahan antara lain:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100\%$$

Sumber: [17]

Keterangan:

E = Efektivitas pengolahan air limbah (%)

S₀ = Rata-rata konsentrasi parameter yang diukur di *Inlet*
 (mg/L)

S = Rata-rata konsentrasi parameter yang diukur di *Outlet* (mg/L)

Kriteria efektivitas unit pengolahan air limbah mengacu Soeparman dan Suparmin (2001), dapat diamati di tabel 1 di bawah ini [13]:

Tabel 1. Kriteria Efektivitas menurut Soeparman dan Suparmin (2001)

No.	Nilai Presentase Efektivitas	Keterangan
1	$X > 80\%$	Sangat efektif
2	$60\% < X \leq 80\%$	Efektif
3	$40\% < X \leq 60\%$	Cukup efektif
4	$20\% < X \leq 40\%$	Kurang efektif
5	$X \leq 20\%$	Tidak efektif

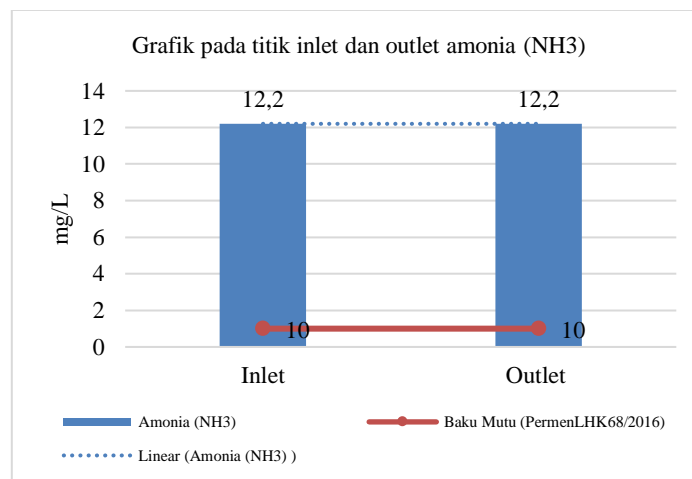
Sumber: Soeparman dan Suparmin (2001)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

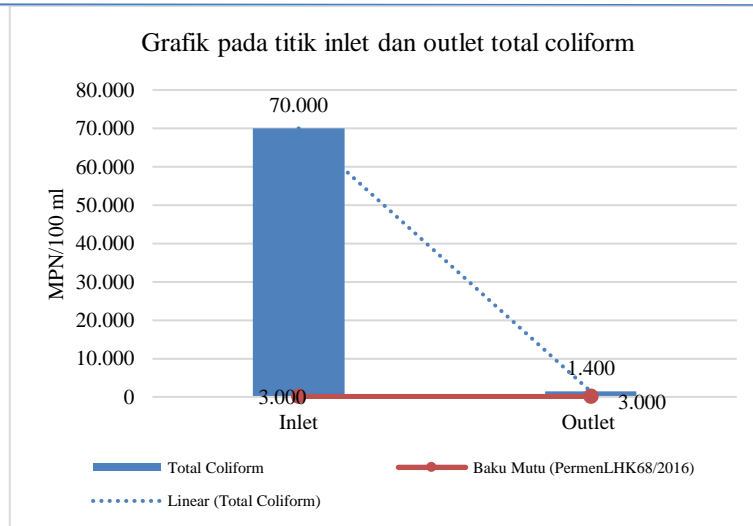
3.1.1 Kadar Amonia (NH₃) dan Kadar Total *Coliform* pada *Inlet* dan *Outlet* IPAL

Pengambilan sampel amonia (NH₃) dan Total *Coliform* dilaksanakan di dua titik, yakni: titik *inlet* dan titik *outlet* (bak kontrol). Pengambilan sampel dilaksanakan pada jangka waktu dua hari di jam 09.38 WIB dengan mempergunakan media botol jerigen yang sudah steril dengan sokongan tali. Sampel diambil oleh pihak laboratorium dengan pendampingan pihak personel PT X. Berikut hasil pengambilan sampel amonia (NH₃) dan Total *Coliform*.



Gambar 1. Kadar Amonia (NH₃) pada *inlet* dan *outlet* IPAL
 Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Perolehan pada pengujian kualitas amonia di titik *inlet* dan titik *outlet* didapatkan hasil 12,2 mg/L. Kadar amonia di *inlet* dan *outlet* telah melebihi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.68 Tahun 2016 Lampiran I yaitu 10 mg/L. Perolehan pada pengujian kualitas total *coliform* di titik *inlet* didapatkan hasil 70.000 MPN/100 mL dan titik *outlet* diperoleh hasil 1.400 MPN/100 mL. Kadar total *coliform* yang berada di *inlet* telah melampaui standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.68 Tahun 2016 Lampiran I yaitu 3.000 MPN/100 mL.



Gambar 2. Kadar Total Coliform pada inlet dan outlet IPAL
Sumber: Hasil Penelitian, 2024

3.1.2 Efektivitas Penurunan Kadar Amonia (NH₃) dan Kadar Total Coliform Pada Limbah Cair Inlet dan Outlet IPAL

Kalkulasi efektivitas pengolahan air limbah merujuk kadar amonia serta total coliform dilaksanakan guna mengidentifikasi persentase efektivitas IPAL pada efisiensi penurunan kadar tersebut [7]. Perhitungan efektivitas kadar amonia dan total coliform dapat dilihat dibawah ini. Kadar amonia pada titik inlet dan titik outlet sejumlah 12,2 mg/L. Kalkulasi efektivitas kadar amonia antara lain:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100\% = \frac{12,2 - 12,2}{12,2} \times 100\% = 0\%$$

Kadar total coliform yang terkandung pada titik inlet diperoleh hasil 70.000 MPN/100 mL dan titik outlet diperoleh hasil 1.400 MPN/100 mL. Berikut perhitungan efektivitas kadar total coliform:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100\% = \frac{70.000 - 1.400}{70.000} \times 100\% = 0,98\%$$

Hasil kalkulasi terkait dibentuk dalam wujud tabel guna mengidentifikasi seberapa efektif penurunan kadar amonia beserta total coliform.

Tabel 2. Perhitungan Efektivitas Kadar Amonia dan Total Coliform pada Limbah Cair PT X

No.	Kadar	Inlet	Outlet	Ef (%)	Ket
1.	Amonia (NH ₃)	12,2 mg/L	12,2 mg/L	0	TE
2.	Total Coliform	70.000 MPN/100 mL	1.400 MPN/100mL	0,98	TE

Mengacu hasil kalkulasi efektivitas yang mempergunakan formula Soeparman dan Suparmin (2001) yang ditampilkan di tabel 2. Bisa diidentifikasi efektivitas penurunan kadar amonia dan total coliform belum memenuhi efektivitas pengolahan yang berarti pengolahan ini tidak berjalan efektif.

3.2 Hasil Pembahasan

3.2.1 Kadar Amonia (NH₃) dan Total Coliform pada Inlet dan Outlet IPAL

Merujuk perolehan yang ditampilkan pada gambar 1. bisa diidentifikasi kualitas amonia di titik inlet (sebelum pengolahan) serta di titik outlet (selepas pengolahan) didapatkan hasil 12,2 mg/L. Tingginya kadar amonia pada limbah cair PT X kemungkinan disebabkan dari proses pengolahan pada sistem IPAL yang kurang efektif dan penggunaan bahan kimia yang tidak sesuai sehingga terjadi peningkatan kadar amonia pada inlet dan outlet PT X.

Merujuk analisis yang dilaksanakan Pramaningsih menemukan bahwa pemeriksaan parameter amonia di inlet beserta outlet mempergunakan periode tinggal 24 jam menggunakan unit IPAL

konvensional. Perlakuan eksklusif yang dilaksanakan ialah dengan meningkatkan aerasi serta menambahkan zat kimia guna mendukung proses pemecahan limbah khususnya amonia. Jika kadar amonia meninggi, maka periode tinggal limbah di IPAL ditambahkan 2 kali lipat dari 24 jam atau lebih searah dengan perolehan pemantauan kualitas amonia [14].

Berdasarkan analisis yang dilakukan oleh Lestari menyatakan bahwa penurunan efisiensi bisa terjadi karena periode tinggal air limbah tidak optimal, maka mikroorganisme pengurai tidak bisa berkembang serta bekerja dengan efektif atau maksimal. Hasil analisis menemukan, makin singkat periode tinggal air limbah di reactor pengolahan, maka efisiensi pengolahan dalam mengurangi kadar amonia juga makin rendah [15].

Merujuk analisis yang dilaksanakan oleh Sulistia dan Septisya menemukan bahwa kadar amonia yang tinggi bisa diakibatkan keseimbangan antara jumlah bahan organik pada air limbah domestik serta jumlah mikroba pengurai yang ada. Selain itu, debit air limbah yang berlebihan juga mampu mempersingkat waktu kontak mikroba dengan air limbah, sehingga proses penguraian menjadi kurang efektif [16].

Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada gambar 1. Bisa diidentifikasi kadar total *coliform* di titik *inlet* (sebelum pengolahan) didapatkan hasil 70.000 MPN/100mL serta di titik *outlet* (selepas pengolahan) didapatkan hasil 1.400 MPN/100mL. Namun setelah di hitung menggunakan efektivitas pengolahan, hasil yang didapatkan yaitu tidak terjadi penurunan sehingga perhitungan ini dapat dikatakan tidak efektif. Tingginya kadar total *coliform* pada limbah cair PT X kemungkinan disebabkan dari proses pengolahan pada sistem IPAL yang kurang efektif sehingga terjadi peningkatan kadar amonia pada *inlet* PT X.

3.2.2 Efektivitas Penurunan Kadar Amonia (NH₃) dan Total *Coliform* Pada Limbah Cair *Inlet* dan *Outlet* IPAL

Kualitas limbah cair PT X bergantung pada kapabilitas fisik IPAL, serta satu diantara metode pengukuran yaitu dengan mempergunakan standar kalkulasi efektivitas serta efisiensi. Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada tabel 2. kalkulasi efektivitas pengolahan air limbah terhadap kadar amonia tidak efektif dengan penurunan 0% serta kalkulasi efektivitas pengolahan air limbah pada kadar total *coliform* dapat dikatakan tidak efektif karena penurunan yang terjadi hanya 0,98%. Jika dilihat dari kalkulasi kadar terkait penurunan kadar amonia sebelum beserta sesudah dilaksanakan pemrosesan tidak mengalami penurunan, serta pada kadar total *coliform* sudah terjadi penurunan pada *inlet* dan *outlet* IPAL, namun kalkulasi efektivitas menunjukkan tidak efektif, maka bisa diidentifikasi sistem pengolahan IPAL di PT X belum beroperasi secara optimal.

4. Kesimpulan

Perolehan terhadap kandungan amonia (NH₃) limbah cair di *inlet* dan *outlet* didapatkan hasil 12,2 mg/L, sehingga kadar amonia di *inlet* dan *outlet* telah melampaui standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.68 Tahun 2016 Lampiran I yaitu 10 mg/L.

Perolehan kalkulasi efektivitas terhadap degradasi kadar amonia sejumlah 0% dengan ulasan tidak efektif. Merujuk kalkulasi hasil tersebut, penurunan kadar amonia sebelum serta sesudah dilaksanakan pengolahan tidak ada penurunan, maka bisa diidentifikasi sistem pengolahan IPAL di PT X belum beroperasi secara optimal. Hasil kalkulasi efektivitas penurunan kadar total *coliform* sejumlah 0,98% dengan keterangan tidak efektif. Merujuk kalkulasi terakhir, penurunan kadar total *coliform* pada IPAL belum berjalan optimal.

Berdasarkan dari hasil efektivitas pengolahan kadar amonia dan total *coliform*, penurunan masih relatif rendah dan masih di atas baku mutu. Hal ini dikarenakan sistem IPAL yang kurang efektif, sehingga perlu dilakukan perbaikan agar kualitas air limbah yang diproduksi bisa lebih terjaga untuk dikeluarkan ke lingkungan. Bagi penelitian seterusnya disarankan untuk menambahkan waktu tinggal demi meningkatkan efektivitas penurunan kadar amonia.

5. Daftar Pustaka

- [1] L. Zahra *et al.*, "Evaluasi Kandungan Hasil Pengolahan Limbah Cair pada Unit Effluent Treatment Pabrik III B PT . Petrokimia Gresik," *Insologi J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 3, pp. 440–449, 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i3.1286.
- [2] Yasmin Nabilah, T. N. Putri, I. N. Widiyasa, A. Tito, and M. N. Adyaksa, "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di PT. Rohul Sawit Industri," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 11, no. 2, pp. 95–101, 2022, doi: 10.32734/jtk.v11i2.8969.
- [3] Sitogasa, Praditya Sigit Ardistry, Rizka Novembrianto, and Euis Nurul Hidayah. "Perencanaan Ipal Kawasan Industri Di Jawa Tengah." *Prosiding ESEC 2.1* (2021): 43-50.

- [4] H. Sattuang, K. Mustari, and M. Syahrul, "Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Studi Kasus Batikite Resort Jenepono," *J. Ecosolum*, vol. 9, no. 1, pp. 56–68, 2020, doi: 10.20956/ecosolum.v9i1.10247.
- [5] T. Aristiana and Y. S. Purnomo, "Penurunan Kadar Cod, Tss, Dan Ammonia Total (Nh3-N) Pada Air Limbah Pemotongan Puyuh Dengan Menggunakan Biofilter Anaerob-Aerob," *EnviroUS*, vol. 1, no. 1, pp. 22–27, 2020, doi: 10.33005/enviroUS.v1i1.14.
- [6] N. L. P. I. Sintya Dewi and N. M. U. Dwipayanti, "Metode Pengolahan Air Limbah Domestik Untuk Penurunan Kadar Amonia: Studi Literatur," *Arch. Community Heal.*, vol. 8, no. 3, p. 409, 2022, doi: 10.24843/ach.2021.v08.i03.p03.
- [7] Anggraini, Latiffa, et al. "Pemeriksaan Kualitas Limbah Cair Dengan Parameter Amonia Bebas (NH3-N) dan Fosfat (PO4)(Studi Kasus: Rumah Sakit Islam Ahmad Yani Surabaya)." *Human Care Journal* 7.3 (2022): 615-620.
- [8] N. Quraini, M. Busyairi, and F. Adnan, "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang," *J. Teknol. Lingkung. UNMUL*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.30872/jtlunmul.v6i1.7231.
- [9] J. Tunggu Jama and Y. Suryo Pambudi, "Evaluasi Proses Pengolahan Air Limbah Domestik Di Ipal Semanggi Kota Surakarta," *J. Civ. Eng. Infrastruct. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 54–60, 2023, doi: 10.36728/jceit.v2i1.2668.
- [10] E. I. Rhofita and A. E. Russo, "Efektifitas Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Gula di Kabupaten Kediri dan Kabupaten Sidoarjo," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 20, no. 2, p. 235, 2019, doi: 10.29122/jtl.v20i2.3469.
- [11] D. M. G. Rarasari, I. W. Restu, and N. M. Ernawati, "Efektivitas Pengolahan Limbah Domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Suwung-Denpasar, Bali," *J. Mar. Aquat. Sci.*, vol. 5, no. 2, p. 153, 2018, doi: 10.24843/jmas.2019.v05.i02.p01.
- [12] Nasution, "Bab III - Metode Penelitian Metode Penelitian," *Metod. Penelit.*, pp. 32–41, 2022.
- [13] Weliyadi & Fitriana, "Uji Efektifitas Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Pertamedika Menggunakan Sistem Biofilter Aerob-Anaerob," *Harpodon Borneo*, vol. 9, no. 2, pp. 111–122, 2016, [Online]. Available: <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/harpodon/article/view/155>.
- [14] V. Pramaningsih, M. Wahyuni, and M. A. W. Saputra, "Kandungan Amonia Pada Ipal Rumah Sakit Umum Daerah Abdul Wahab Sjahranie, Samarinda," *Jukung (Jurnal Tek. Lingkungan)*, vol. 6, no. 1, pp. 34–44, 2020, doi: 10.20527/jukung.v6i1.8236.
- [15] Lestari, Devita Satya. "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (Studi Kasus: IPAL Domestik Waduk "X", Jakarta)." *Jurnal Sumber Daya Air* 16.2 (2020): 91-102.
- [16] S. Sulistia and A. C. Septisya, "Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran," *J. Rekayasa Lingkung.*, vol. 12, no. 1, pp. 41–57, 2020, doi: 10.29122/jrl.v12i1.3658.
- [17] Soeparman, dan Suparmin, 2001, *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*, Penerbit Buku Kedokteran, EGC, Jakarta.