



Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Di RSUD GMIM Kalooran Amurang Kabupaten Minahasa Selatan Dengan Sistem Aerob-Anaerob

Gilbert A. Rapar^{#a}, Cindy J. Supit^{#b}, Steeva G. Rondonuwu^{#c}

^{#a}Progam Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^{#b}gilbertrapar10@gmail.com, ^{#c}cindyjeanesupit@unsrat.ac.id, ^{#c}steeva_rondonuwu@unsrat.ac.id

Abstrak

Rumah sakit juga tempat adanya orang sakit maupun orang sehat, sebagai sarana pelayanan kesehatan dapat memungkinkan terjadi penularan penyakit, penyemaran lingkungan dan gangguan kesehatan. Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) rumah sakit adalah sebuah fasilitas pelayanan kesehatan yaitu bangunan air yang berfungsi sebagai air buangan yang berasal dari kegiatan medis yang di fasilitas pelayanan kesehatan dirumah sakit. Dalam Kabupaten Minahasa Selatan tepatnya Amurang terdapat sebuah RSUD GMIM Kalooran Amurang, Upaya pencegahan timbulnya pencemaran lingkungan dan bahaya yang diakibatkan serta yang akan menyebabkan kerugian social ekonomi, kesehatan dan lingkungan, maka harus ada pengelolaan secara terhadap limbah tersebut, agar bisa dikurangi atau dihilangi sifat bahayanya. Hasil dari penelitian yang dilakukan di inlet dan outlet bahwa IPAL RSUD Kalooran Amurang termasuk dalam kategori dengan tingkat efisiensi yang cukup memuaskan, efisiensi kinerja dari IPAL RSUD sudah terpenuhi empat parameter yang ditentukan. Berdasarkan hasil data analisis outlet IPAL RSUD Kalooran Amurang di laboratorium setempat, akan dianalisis berdasarkan PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016 sesuai dengan setiap parameternya sebagai berikut, Ph dari 6,83 mg/l mengalami peningkatan menjadi 7,24 mg/l, BOD dari 8,6 mg/l mengalami penurunan menjadi 7 mg/l, TSS 25 mg/l mengalami penurunan menjadi 12 mg/l, Amoniak 12 mg/l mengalami penurunan menjadi 0,08 mg/l, Total Coliform melebihi standar baku mutu. IPAL RSUD dapat beroperasi dengan baik jika diberikan perawatan secara berkala yang efisien dan optimal, serta dalam pencegahan tingginya pencemar perlu dilakukan penambahan bahan penghlang pencemar. Pelatihan karyawan juga penting dalam kinerja IPAL agar beroperasi normal. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak Rumah Sakit Umum GMIM Kalooran Amurang dan kiranya dapat membantu meningkatkan kinernya IPAL Rumah Sakit sehingga dapat selalu bekerja secara optimal.

Kata kunci: Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pH, BOD, TSS, Amoniak, Total Coliform

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara yang sedang berkembang, saat ini upaya pembangunan disemua bidang sedang dilaksanakan besar-besaran. Saking tingginya angka pertumbuhan dan urbanisasi ke kota-kota besar. Sehingga dalam hal kesehatan sangat diperhatikan pembangunan Rumah Sakit di pemukiman padat penduduk. Bagusnya dalam pengolahan limbah harus memenuhi syarat baku mutu dan jika tidak memenuhi pastinya akan menimbulkan masalah kesehatan dan lingkungan. Perkembangan pembangunan rumah sakit mengalami peningkatan cukup bagus. Ilmu dan kepekaan masyarakat tentang pentingnya kesehatan membuat kebutuhan suatu pelayanan rumah sakit yang baik meningkat setiap tahunnya. Diikuti dengan bertambahnya jumlah rumah sakit di Indonesia berdampak pada produksi limbah yang dihasilkan akan lebih banyak setiap tahunnya. Sehingga dapat dilihat kondisi pencemaran pada lingkungan akan lebih besar akibat produksi limbah rumah sakit ini, tidak dapat dipungkiri juga akan terjadi kecelakaan kerja dan penularan penyakit jika semuanya tidak dikelola dengan baik. Rumah sakit juga tempat adanya orang sakit maupun orang sehat, sebagai sarana pelayanan kesehatan dapat

memungkinkan terjadi penularan penyakit, penyemaran lingkungan dan gangguan kesehatan. Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) rumah sakit adalah sebuah fasilitas pelayanan kesehatan yaitu bangunan air yang berfungsi sebagai air buangan yang berasal dari kegiatan medis yang di fasilitas pelayanan kesehatan dirumah sakit (Jurnal KESMAS Vol. 8). Air limbah berdampak negative pada lingkungan dan juga kesehatan dalam masyarakat yang ada di sekitarnya, dan di dalam Kepmenkes tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, yakni setiap fasilitas pelayanan kesehatan yang menghasilkan air limbah rumah sakit diwajibkan untuk memiliki pengolahan instalasi pengolahan air limbah. Baku Mutu untuk Air Limbah Bagi Kegiatan Rumah Sakit seharusnya sesuai dengan standar baku mutu yaitu PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016 tentang limbah cair domestik. Air limbah yang berasal dari kegiatan rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena karena air limbah rumah sakit yang mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa kimia-kimia lain, serta mikroorganisme pathogen yang dapat menularkan penyakit terhadap masyarakat disekitarnya, maka dari itu air limbah rumah sakit harus dikelola dengan baik karena air limbah dapat berpengaruh besar terhadap lingkungan dan kesehatan (Jurnal KesLing Vol 13 januari 2016). Parameter-parameter terhadap air limbah yang dihasilkan rumah sakit contohnya berupa COD, BOD, pH, kandungan BOD, COD yang tinggi dapat mengakibatkan makhluk hidup yang ada di perairan akan mati dikarenakan ada konsentrasi oksigen terlarut dalam cair lebih sedikit (Suharto, 2011). Hasil pengolahan air limbah berupa air bersih dan parameter harus sesuai baku mutu limbah cair. Berdasarkan kandungan polutan limbah cair rumah sakit dapat digolongkan dalam limbah medis dan non medis (Arifin, 2008). Amurang adalah sebuah kecamatan sekaligus menjadi ibukota dari kabupaten Minahasa Selatan, provinsi Sulawesi Utara. Saat ini, jumlah penduduk kecamatan ini berjumlah 17.055 (2020), dengan jadinya kecamatan Amurang sebagai ibukota dari kabupaten Minahasa Selatan sehingga berbagai aktivitas ekonomi, fasilitas umum dan transportasi serta pemerintahan berpusat di wilayah tersebut. Dengan luas wilayah 174,30 km², dan kepadatan penduduk 97,85 jiwa/km². Dalam Kabupaten Minahasa Selatan tepatnya Amurang terdapat sebuah RSUD GMIM Kalooran Amurang yang berada ditengah-tengah pemukiman penduduk dan pada pusat kota. Upaya pencegahan timbulnya pencemaran lingkungan dan bahaya yang diakibatkan serta yang akan menyebabkan kerugian social ekonomi, kesehatan dan lingkungan, maka harus ada pengelolaan secara terhadap limbah tersebut, agar bisa dikurangi atau dihilangi sifat bahayanya. Dusahakan metode ramah lingkungan dan pengawasan yang tepat (Asmadi, 2012). Hasil studi pengolahan limbah cair rumah sakit di Indonesia menunjukkan hanya 53,4% rumah sakit melaksanakan pengolahan limbah cair. Pemeriksaan kualitas limbah cair hanya dilakukan oleh 57,7% rumah sakit. Dari gambaran tersebut dapat dibayangkan betapa besar potensi untuk mencemari lingkungan dan kemungkinannya menimbulkan kecelakaan serta penularan penyakit (Adisasmito, 2009:7). Sejak IPAL RSUD GMIM Kalooran dioperasikan hingga sekarang belum ada evaluasi proses unit IPAL.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana kinerja instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang ada di RSUD GMIM Kalooran Amurang?
- Bagaimana kualitas air limbah hasil pengolahan berdasarkan standar baku mutu yang ada?

1.3 Batasan Masalah

Fokus pada evaluasi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di RSUD GMIM Kalooran, serta parameter yang akan di uji yaitu pH, BOD, TSS, Amoniak, Total Coliform

1.4 Tujuan Penelitian

- Mengetahui kinerja IPAL rumah sakit dengan studi kasus Rumah Sakit Umum GMIM Kalooran Amurang.
- Mengetahui kualitas air limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan Rumah Sakit Umum GMIM Kalooran Amurang.

2. Metode

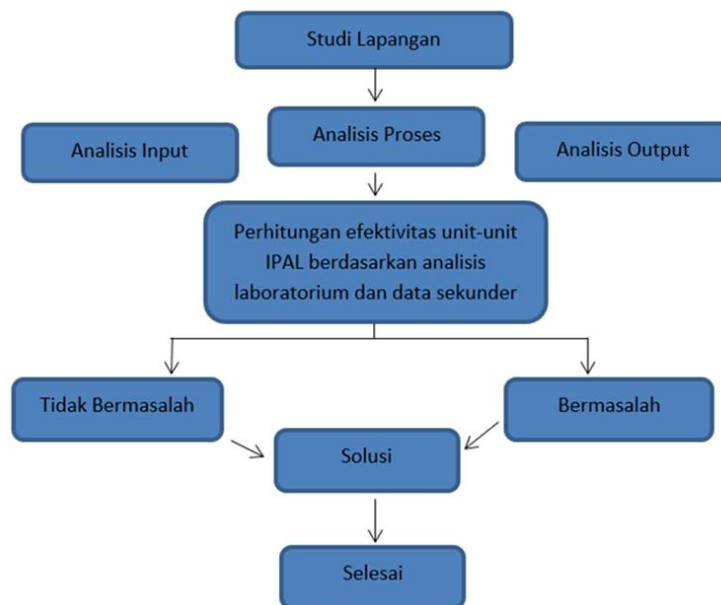
2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di RSUD GMIM Kalooran Amurang, Kabupaten Minahasa Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.3 Metode Pengumpulan Data

Selain evaluasi berupa analisis data di laboratorium, penelitian akan dilanjutkan dengan evaluasi efektivitas IPAL di rumah sakit berdasarkan data sekunder. Secara umum sebagai berikut:

- Analisa Input :
 - a. Jumlah pasien perhari
 - b. Jumlah Dokter, Perawat, Pegawai rumah sakit
- Analisa Proses
 - a. Unit yang ada di rumah sakit yang berhubungan dengan penghasil limbah
 - b. Pola aliran (saluran limbah cair)
- Analisa Output
 - a. Pola aliran limbah cair setiap unit yang ada di RS sampai ke IPAL
 - b. Kualitas dan limbah cair yang masuk IPAL

2.4 Metode Analisa Data

Nantinya berdasarkan data primer yang akan didapatkan dari studi lapangan IPAL RSU GMIM Kalooran Amurang. Analisis data ini akan berdasarkan teori yang ada dan analisis ini meliputi efektivitas pengolahan IPAL rumah sakit terlihat dengan persentasi removal pencemar. Perhitungan persentasi removal pencemar ini didasarkan pada data kualitas air limbah pada inlet dan outlet IPAL. Data inlet dan outlet IPAL akan dibandingkan nilainya untuk mengetahui efisiensi IPAL. Perhitungan berdasarkan rumus :

$$\begin{aligned} & \% \text{Removal} \\ & = \frac{(\text{Nilai Parameter Di Inlet} - \text{Nilai Parameter Di Outlet})}{\text{Nilai Parameter Di Inlet}} \times 100\% \end{aligned}$$

Gambar 3. Rumus Perhitungan Efisiensi

Evaluasi kinerja IPAL ini berdasarkan pada besarnya persentase removal dan perbandingan kualitas effluent dengan baku mutu yang diizinkan (berdasarkan PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016).

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah

pH		-	6-9
BOD		mg/L	30
COD		mg/L	100
TSS		mg/L	30
Minyak dan Lemak		mg/L	5
Amoniak		mg/L	10
Total Coliform		Jumlah/100MI	3000
Debit		L/orang/hari	100

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Terkini IPAL RSU Kalooran Amurang

Hasil survei dari penelitian saya terdapat beberapa titik bak kontrol dan bak pengumpul yang dimiliki oleh sistem IPAL RSU.

Tabel 2. Kapasitas dan Dimensi Unit-unit IPAL RSU

NO	UNIT IPAL	VOLUME UKURAN
1	Bak Penangkap Lemak	60 cm x 60 cm x 100 cm
2	Bak Ekualisasi	180 cm x 300 cm x 190 cm
3	Bak Clarifier	190 cm x 100 cm x 76cm
4	Bak Lumpur	100 cm x 100 cm x 100cm
5	Bak Penyaring Lumpur	80 cm x 80 cm x 100cm
6	Bak Aerasi	70 cm x 75 cm x 123cm

NO	UNIT IPAL	VOLUME UKURAN
7	Pipa Klorinasi	Diameter 10 cm
8	Bak control	50 cm x 50 cm x 100 cm

3.2 Hasil Analisis Kinerja dengan Data Sekunder

Parameter seperti pH, BOD, TSS, dan amoniak dianalisis dalam data sekunder. Data sekunder adalah data yang sudah ada sebelumnya tanpa penelitian langsung di lapangan., dan analisis inlet dan outlet IPAL di bawah ini menunjukkan detailnya.

3.3 Analisis Inlet IPAL

Limbah cair yang berasal dari seluruh aktivitas rumah sakit akan diolah ke IPAL dan kemudian dibuang ke kolam dan kemudian ke saluran luar selokan rumah sakit. Kecuali tangki septic, limbah cair yang berasal dari operasi tangki septic rumah sakit tidak diolah masuk ke unit IPAL. Limbah dari tangki septic RSUD Kalooran Amurang hanya dikuras ketika penuh. Berikut merupakan hasil pemeriksaan laboratorium terkait dengan kimiawi limbah cair yang masuk ke IPAL.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Parameter Air Limbah Pada Inlet IPAL

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pemeriksaan	Metode Pengujian
1	pH	-	6-9	6,83	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD	mg/L	30	8,6	SNI 06-6989.72-2009
3	TSS	mg/L	30	25	SNI 06-6989.3-2004
4	Amoniak	mg/L	10	12	method 8038 Nessler method/hack
5	Total Coliform	Jumlah/100 MI	3000	>16000	APHA-9222-K (2017)

Untuk karakteristik air limbah pada masuknya IPAL cukup baik, seperti yang ditunjukkan dalam data di atas. Nilai ph 6,83 menunjukkan bahwa air limbah berada dalam rentang nilai standar baku mutu , yang akan membantu proses pengolahan selanjutnya karena sebab jika berada pada kondisi terlalu asam atau terlalu basa akan mengganggu kinerja proses di IPAL dan menghambat keberlangsungan proses yang dibantu oleh mikroorganisme. Parameter BOD, bernilai sangat baik sebesar 8,6 hasil ini sangat aman untuk standar limbah cair rumah sakit. Untuk nilai TSS, hasil pemeriksaan laboratorium tidak melampaui standar mutu dengan angka 25 mg/L, yang berarti hasil ini masuk kategori baik. Untuk Amoniak memiliki nilai yang melewati standar baku mutu yaitu 12 mg/L, ini termasuk hasil yang baik. Untuk nilai Total Coliform, dilihat dari hasil pemeriksaan sepertinya sangat jauh di atas standar baku mutu limbah cair untuk kegiatan rumah sakit serta tidak sesuai, yaitu 16000/100 ml.

3.4 Analisis Outlet IPAL

Selanjutnya setelah pengolahan air limbah yang terdapat dalam IPAL, air limbah nantinya akan dialirkan ke saluran selokan luar rumah sakit atau badan air. Parameter outlet air limbah memegang peranan yang penting dan merupakan hasil akhir yang paling penting. Hasil outlet air limbah merupakan fokus dari analisis penelitian karena hasil dari air olahan ini yang nantinya akan di buang ke ke luar atau badan air setiap harinya.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan Parameter Air Limbah pada Outlet IPAL

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pemeriksaan	Metode Pengujian
1	pH	-	6-9	7,24	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD	mg/L	30	7	SNI 06-6989.72-2009
3	TSS	mg/L	30	12	SNI 06-6989.3-2004
4	Amoniak	mg/L	10	0,08	Method 8038 Nessler method/hack
5	Total Coliform	Jumlah/100 MI	3000	16000	APHA-9222-K (2017)

Berdasarkan hasil data analisis outlet IPAL RSUD Kalooran Amurang di laboratorium setempat, akan dianalisis berdasarkan PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016 sesuai dengan setiap parameternya sebagai berikut.

1. pH

Tabel menunjukkan bahwa nilai pH pada outlet IPAL RSUD berada pada kadar yang aman karena sesuai dengan nilai baku mutu yang ditetapkan oleh PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016, tentang limbah domestik dinyatakan bahwa derajat keasaman air limbah yang aman adalah yang berada dalam rentang pH 6–9.

2. BOD

Berdasarkan tabel diatas hasil kandungan BOD pada effluen IPAL relatif baik. Artinya nilai BOD pada effluen 7 mg/l menunjukkan nilai yang aman.

3. TSS

Zat padat tersuspensi atau TSS pada analisa yang tertulis pada tabel diatas, menunjukkan bahwa air olahan dari IPAL berada di bawah standar baku mutu nilai TSS nya yaitu 12 mg/l dari 30 mg/l.

4. Amoniak

Berdasarkan tabel di atas, nilai amoniak yang terkandung adalah 0,08 mg/l yang merupakan hasil yang normal dari effluen air limbah khususnya nilai amoniak yang berdasar pada standar baku mutu yang ditetapkan yaitu 10 mg/l.

5. Total Coliform

Berdasarkan tabel di atas, nilai dari total coliform mencapai nilai yang melewati ambang batas normal yang ditetapkan PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016, yaitu 3000 MPN/100ml sedangkan hasil dari total coliform outlet IPAL bernilai 16000 MPN/100ml. Itu menunjukkan bahwa hasil yang buruk pada total coliform efluen IPAL. Hal ini menandakan keefektifan dari kinerja IPAL RSUD Kalooran Amurang masih harus di cermati lagi. Untuk mendapatkan hasil

akhir yang efektif dari produk outlet IPAL RSU, harus dilakukan suatu pemeliharaan yaitu dengan menambahkan bahan kimia tertentu seperti klorin, yang bertujuan untuk menurunkan kadar pencemar dalam total coliform sehingga kembali normal dan memberikan hasil sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Dari dengan melakukan teknis rumah sakit melakukan pemberian klorin sebanyak 1 tablet ukuran 100 g setiap 1 minggu, sehingga keluar hasil pada bulan juni lalu, data sekunder lab rumah sakit menunjukkan hasil total coliform sebanyak 16000 mpn/100 ml. Seharusnya secara teori, dikatakan bahwa dengan 1 tablet klorin 200 g akan menurunkan total coliform sebanyak 98,55%. Jadi dengan peningkatan 16000 mpn/100 ml dikurangi dengan batas maksimum yaitu 3000 mpn/100 ml, jadi ada peningkatan 13000 mpn/100 ml, dan oleh karena itu harusnya menggunakan 1 tablet dosis 200 g, jadi pemberian total 5 tablet/1 kg klorin per minggu atau per hari 1,42 g.

Tabel 5. Perbandingan Kualitas Inlet dan Outlet limbah cair pada IPAL RSU Kalooran Amurang

Parameter	Hasil Pemeriksaan		Baku Mutu	Keterangan
	Inlet	Outlet		
pH	6,83	7,24	6-9 mg/l	Memenuhi standar baku mutu
BOD	8,6	7	30 mg/l	Memenuhi standar baku mutu
TSS	25	12	30 mg/l	Memenuhi standar baku mutu
Amoniak	12	0,08	10 mg/l	Memenuhi standar baku Mutu
Total Coliform	>16000	16000	3000 Jumlah/100 ml	Hasil inlet jauh di atas nilai baku mutu, dan nilai pada outlet masih berada di atas nilai baku mutu

Dari isi tabel yang tertera di atas, menunjukkan bahwa IPAL RSU Kalooran Amurang termasuk dalam kategori dengan tingkat efisiensi yang cukup. Artinya dari lima parameter yang sesuai dengan ketentuan PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016, efisiensi kinerja dari IPAL RSU sudah terpenuhi empat parameter yang ditentukan.

Parameter ke 5 yaitu total coliform, memiliki effluen melebihi nilai ambang dari baku mutu tersebut baik dari hasil inlet maupun outlet. Pada nilai untuk dari total coliform inlet yang bernilai >16000 MPN/100ml ke outlet yang bernilai 16000 MPN/100ml menunjukkan hasil yang tidak baik jika dilihat dari penurunan angkanya sehingga kinerja dari IPAL RSU perlu diperhatikan kembali. Jadi, kinerja dari IPAL RSU perlu dilakukan peningkatan dengan cara perawatan setiap bulannya. Sesuai dengan ketentuan PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016 yaitu pemeriksaan dari keefektifan kinerja IPAL harus dilakukan minimal sekali dalam sebulan. Dan pelaporannya kepada instansi pemerintah terkait minimal sekali dalam 3 bulan. Untuk meningkatkan kinerja IPAL, dan untuk menyeimbangkan kembali hasil dari total coliform ke nilai normal, dari pihak RSU dilakukan perawatan IPAL dengan cara penambahan klorin.

IPAL RSU Kalooran Amurang menghasilkan efluen atau outlet yang dibuang ke badan air seperti selokan, sungai atau laut tapi. Kemudian di rumah sakit ini RSU Kalooran Amurang memakai kolam indikator yang berisi ikan untuk melihat hasil outlet. Bila ikan itu masih hidup, maka efluen atau outlet aman untuk dibuang ke badan air.

4. Kesimpulan

Menurut hasil penelitian dari kinerja sistem IPAL RSU dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kinerja sistem IPAL RSU GMIM Kalooran Amurang sudah cukup baik dalam menurunkan kadar pencemar kecuali total coliform, serta pengelolaan mudah dan biaya operasi rendah. Efisiensi menurunkan kadar IPAL adalah: BOD 18,6%, TSS 52%, Amoniak 99,3%. Total Coliform melebihi standar baku mutu: 3000 MPN/100ml.
2. IPAL RSU Kalooran Amurang agar mendapatkan kinerja yang baik dalam pengolahan hasil akhir memerlukan penambahan klorin secara berkala.

Referensi

- Adhani, R. (2018). *Pengelolaan Limbah Medis Pelayanan Kesehatan*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin. Indonesia.
- Adisasmito, W. (2009). *Sistem kesehatan*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Arifin, 2008 *Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah RK CHARITAS PALEMBANG*
- Asmadi, 2012. *Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit (Studi Kasus RSUD Dr. R. Koesma Tuban*
- Achmad. R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Cetakan Pertama. Jakarta: Penerbit Andi.
- Fajrin Anwari, dkk, (2011), *Studi Penurunan Kadar Bod, Cod, Tss Dan pH Limbah Pabrik Tahu Menggunakan Metode Aerasi Bertingkat*, Prestasi, Volume 1, Nomor 1, Desember 2011 ISSN 2089-9122.
- Arifin, A., Istiqamah, I., & Hamzani, S. (2016). Efektifitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit "X" Kabupaten Banjar. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 13(1), 306-314.
- KEMENKES RI. (2004). *Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Indonesia*
- Metcalf & Eddy, 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. McGraw-Hill Education.
- PERMEN LHK RI. No.68. (2016). *Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa. (2022). *Efektivitas Tablet Klorin Dalam Menurunkan Kandungan Coliform Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Indonesia.
- Vesilind, 2018. P. A., Peirce, J. J., & Weiner, R. F., *Environmental Pollution and Control*. Butterworth-Heinemann.
- DPUPKP, 2023. *Lahan Basah Buatan*. Kulon Progo
- Akhmad, A. G., Darman, S., Aiyen, A., & Hamsens, W. P. S. (2022). *Pengaruh Typha angustifolia, Echinodorus paniculatus, dan Ludwigia adscendens terhadap Kinerja Horizontal Sub-surface Flow Constructed Wetland dalam Penghapusan Total coliform dan TSS*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(2), 198-206.
- Kolondam, N. M., Riogilang, H., & Riogilang, H. (2022). *Strategi Penerapan Konsep Green City Di Kabupaten Minahasa Tenggara*. *TEKNO*, 20(81).