



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 3 Nomor 6 Tahun 2023 Page 6784-6793

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Siklus Hidup dan Efisiensi Ekonomi Sistem Pemanfaatan Air Limbah Manusia untuk Penghijauan Tanaman di Area Politeknik Pelayaran Banten

Jusva Agus Muslim^{1✉}, Amirullah², Febria Surjaman³, Ahmad Shulhany⁴, Ade Taopik Hidayatuloh⁵

(1)(3) Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Banten, (2) Nautika, Politeknik Pelayaran Banten, (4)(5) Manajemen Transportasi Laut, Politeknik Pelayaran Banten

Email: jusva@poltekel-banten.ac.id^{1✉}

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode daur ulang air limbah manusia pada Area Politeknik Pelayaran Banten digunakan untuk penghijauan tanaman sehingga dapat mengurangi dampak buruk bagi lingkungan akibat pembuangan air limbah dan menghasilkan penghematan secara ekonomi. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis kebijakan dan studi kasus. Data primer akan dikumpulkan melalui wawancara dengan para pemangku kepentingan, seperti pimpinan politeknik dan para dosen di Politeknik Pelayaran Banten. Penelitian ini akan mengevaluasi berbagai kebijakan dukungan pembelajaran yang telah ada, seperti insentif fiskal, pembiayaan, pengembangan infrastruktur, pelatihan tenaga kerja, dan dukungan riset dan inovasi. Analisis akan difokuskan pada efektivitas kebijakan dalam meningkatkan pengolahan limbah cair, serta mengidentifikasi potensi perbaikan dan penyesuaian kebijakan yang lebih baik sesuai dengan perubahan lingkungan.

Kata Kunci: *Pelayaran, Perdagangan, Ekonomi Maritim*

Abstract

This research aims to apply a human wastewater recycling method in the Banten Shipping Polytechnic Area to be used for reforestation so that it can reduce the negative impact on the environment due to wastewater disposal and generate economic savings. The research methods used are policy analysis and case studies. Primary data will be collected through interviews with stakeholders, such as polytechnic leaders and lecturers at the Banten Shipping Polytechnic. This research will evaluate various existing learning support policies, such as fiscal incentives, financing, infrastructure development, workforce training, and research and innovation support. The analysis will focus on the effectiveness of policies in improving liquid waste processing, as well as identifying potential improvements and better policy adjustments in accordance with environmental changes.

Keywords: Shipping, Trade, Maritime Economy

PENDAHULUAN

Pengurangan limbah merupakan salah satu upaya penghematan yang menjadikan perusahaan semakin kompetitif untuk menghadapi persaingan bisnis. Seiring dengan semakin meningkatnya kepedulian akan kelestarian lingkungan, beberapa perusahaan mengupayakan pengurangan air limbah melalui perancangan proses kegiatan produksi yang lebih efektif dan efisien. Proses produksi dalam suatu industri membutuhkan air dengan syarat tertentu. Apabila air yang digunakan untuk proses industri ini keterkaitan efisiensi lingkungan dan efisiensi ekonomi disebut eko-efisiensi (Soemarwoto, 2004). Eko-efisiensi merupakan strategi yang bertujuan untuk menjaga keselarasan antara penggunaan sumber daya yang digunakan (ekonomi) dan polutan yang dikeluarkan (ekologi) dari kegiatan ekonomi (Levidow et al, 2015).

Pendekatan eko-efisiensi ini dapat meminimalisasi volume air limbah dengan mencegah terbentuknya air limbah dalam jumlah besar, hal ini adalah tujuan proses produksi bersih (cleaner production). Inti dari cleaner production adalah untuk pencegahan, pengurangan sampai penghilangan proses pembentukan air limbah dan bahan pencemar pada serangkaian proses yang dilalui dengan memberlakukan kebijakan pencegahan terbentuknya air limbah, penerapan teknologi bersih dan ramah lingkungan, serta perubahan strategi mendasar dalam proses manajemen (Berkel, 2007). Pentingnya infrastruktur maritim yang unggul telah mendorong pemerintah untuk mengalokasikan sumber daya yang signifikan guna memodernisasi dan memperluas pelabuhan-pelabuhan utama. Langkah ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan kelancaran arus barang dan logistik, tetapi juga untuk mendorong pertumbuhan industri dan perdagangan. Perluasan dan peningkatan fasilitas pelabuhan akan memungkinkan Indonesia menjalin hubungan

bisnis yang lebih erat dengan mitra dagangnya, serta mendorong pertumbuhan investasi dan aktivitas ekonomi di wilayah-wilayah sekitar pelabuhan.

Limbah Politeknik Pelayaran Banten berasal dari kegiatan operasional seperti kegiatan pencucian linen, dapur, kamar mandi, wastafel, masjid, dan kantin. Lokasi Politeknik Maritim Negeri Indonesia berdekatan dengan pemukiman warga sehingga dilakukan pemanfaatan untuk aplikasi ke tanah dengan melakukan penyiraman tanaman/ Ruang Terbuka Hijau di area Politeknik Pelayaran Banten. Penelitian pemanfaatan air limbah untuk penyiraman tanaman dilakukan oleh Rosadi (2021) menggunakan limbah air bekas cuci piring yang memiliki kandungan zink sehingga baik untuk untuk tanaman. Pengolahan limbah cair domestik untuk pemanfaatan penyiraman tanaman oleh Busyairi (2020) menggunakan pengolahan Biologi seperti Biofilter Anaerob dan Biofilter Aerob dengan persentase efektivitasnya dalam rentang 56,73% - 97,65%. Penerapan pemanfaatan kembali air limbah dilakukan pada Kawasan Pariwisata Nusa Dua dengan menggunakan sistem Lagoon tertuang pada penelitian Andini (2019).

Penelitian ini bertujuan menentukan potensi pemanfaatan daur ulang air limbah domestik akan memberikan kontribusi ke masyarakat sekitar. Dengan harapan dapat dibuat kebijakan yang tepat dalam pengadaan air bersih bagi Masyarakat sebagai Salah satu strategi konservasi sumber daya air dan alternatif upaya penyediaan air bersih yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan daur ulang air (water recycle). Daur ulang air merupakan sistem pengolahan air yang tidak layak atau berbahaya menjadi air yang dapat dipergunakan kembali. Penelitian tentang pengolahan air limbah sudah dilakukan (Fitriyanti, 2015; Said, 2006).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diimplementasikan dalam kajian ini melibatkan pendekatan yang terdiri dari analisis kebijakan dan studi kasus. Pendekatan ini dirancang untuk memberikan wawasan mendalam tentang efektivitas kebijakan pengolahan limbah di lingkungan politeknik. Variabel pengamatan pada penelitian ini berfokus pada: a.) Faktor-faktor yang ingin dikaji, seperti insentif fiskal, investasi infrastruktur, dan pengembangan teknologi. b.) Faktor-faktor yang ingin diukur, seperti siklus hidup dan efisiensi ekonomi. c.) Faktor-faktor yang menjelaskan mekanisme antara variabel yang ingin dikaji dengan yang ingin diukur, seperti efisiensi ekonomi dan kualitas infrastruktur. d.) Faktor-faktor mengontrol pengaruh faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil, seperti stabilitas kebijakan dan perubahan iklim. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Meningkatnya kegiatan industri manufaktur, perhotelan dan pemukiman akan beriringan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kebutuhan terhadap lahan. Hal ini dapat berimbas pada ketersediaan sumber daya air di berbagai kota. Berbagai sumber daya air untuk keperluan masyarakat dapat diperoleh dari air tanah, hujan, permukaan dan hasil olahan air limbah berbagai aktivitas. Oleh karena itu kebutuhan air seharusnya disediakan dengan mengoptimalkan pencarian potensi sumber daya air yang memungkinkan dilakukan oleh pihak terkait. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dengan mengolah air limbah menjadi air yang memenuhi kesehatan sehingga dapat dimanfaatkan. Pengolahan air limbah bekas pemakaian menjadi air bersih melalui daur ulang salah satu cara efisiensi air. Efisiensi air tentu saja berpengaruh pada aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan sekitarnya (Rizki, 2022). Hal yang menarik dalam penyediaan air bersih adalah pemanfaatan air limbah (Subekti, 2005). Oleh karena itu diperlukan suatu strategi penyediaan air yang dapat mengantisipasi permasalahan ketersediaan air, industri manufaktur, industri pariwisata (perhotelan) dan pemukiman. Pengolahan air buangan menjadi air baku mempunyai potensi menambah persediaan air baku (Munandar et al., 2020). Potensi air limbah diolah menjadi air baku juga dinyatakan (Bahri et al., 2013). Limbah Politeknik Pelayaran Banten berasal dari kegiatan operasional seperti kegiatan pencucian linen, dapur, kamar mandi, wastafel, masjid, dan kantin.

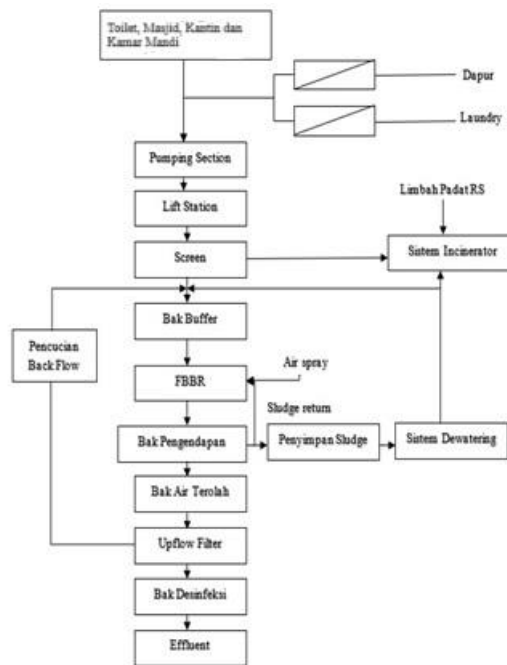
Tabel 1. Hasil Uji lab

No.	Parameter	Satuan	BM *) **)	Hasil Uji
1	Total Residu Tersuspensi	mg/L	30	128
2	Amoniak (NH ₃)	mg/L	10	55,2
3	Minyak Lemak (OG)	mg/L	5	<0,86
4	BOD5 *) **)	mg/L	30	40,4
5	COD *) **)	mg/L	100	138
6	Total Coliform	MPN/100 ml	3000	9200

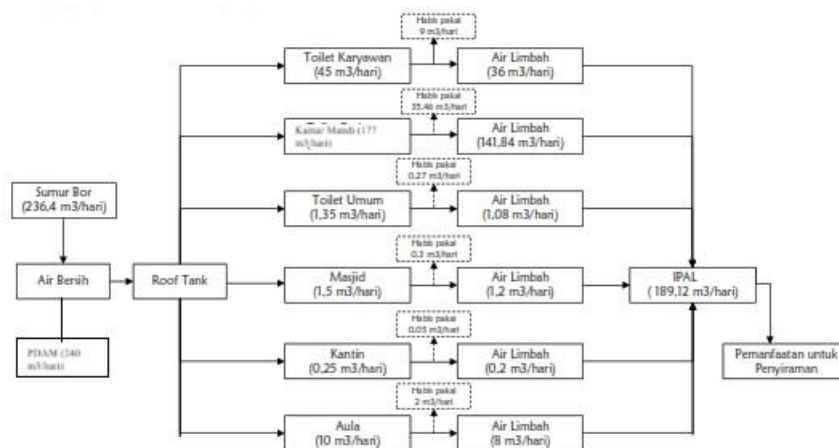
Sumber : bps.go.id

Pengolahan Air Limbah Politeknik Pelayaran Banten

Kapasitas IPAL yang dimiliki Politeknik Pelayaran Banten sebesar 200 m³ dengan luas bangunan 181 m³. Effluent akan ditampung sementara dan selanjutnya akan dimanfaatkan untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau. Politeknik Maritim menghasilkan limbah dengan volume 189,12 m³/hari yang berasal dari penggunaan air bersih kegiatan operasional Politeknik Pelayaran Banten. Sumber air bersih yang digunakan berasal dari air tanah (sumur bor) dan PDAM yang ditampung pada tandon sebelum disalurkan pada masing-masing kegiatan yang memerlukan air bersih. Bagan alir proses pengolahan Air Limbah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pengolahan Limbah



Gambar 2. Neraca Air Politeknik Maritim

Parameter BOD, COD, Amonia, dan Fosfat akan dilakukan pemantauan 1 bulan sekali

sedangkan pH, Suhu, dan Debit dilakukan pengukuran setiap hari. Parameter yang melebihi baku mutu adalah Fosfat yang berasal dari penggunaan deterjen. Parameter Fosfat melebihi baku hanya pada kondisi tertentu dimana terjadi kerusakan mesin cuci pada unit laundry. Hal ini mengakibatkan tingginya kandungan Fosfat dalam air limbah. Air limbah diolah dengan reaktor sesuai bagan alir. Proses pengolahan yang berlangsung pada reaktor adalah :

1. Pre-treatment

Air limbah dari asrama dan unit kerja laundry dilakukan penghilangan grease (lemak) dan busa dengan melakukan pre-treatment penangkap lemak. Selain itu juga terdapat pretreatment berupa septic tank untuk air limbah dari kegiatan toilet, dan laboratorium.

2. Screen Facility

Screen facility terdiri dari dua proses yang saling berhubungan yaitu Lift Station dan Auto Rake Screen. Lift Station merupakan tempat penampungan sementara dari influent air buangan yang. Lift station ini bertugas untuk memompa air limbah tersebut sehingga dapat naik dan masuk ke proses pengolahan di dalam bangunan IPAL. Auto Rake Screen merupakan proses untuk menyaring serpihan-serpihan seperti plastik, pohon, kain, bahan organik dan padatan yang besar.

3. Buffer Basin

Buffer basin atau bak buffer merupakan bak pengumpul dengan sistem ekualisasi. Pada bak buffer terjadi pencampuran atau pengadukan sehingga meningkatkan kadar oksigen dalam air sehingga COD dan BOD dapat teremoval dengan presentase 30-60% (Yanita et al., 2013). Laju aliran akan distabilkan atau diatur pada Buffer basin, kemudian akan masuk ke unit proses Fluidized Bed Biofilm Reactor harus memiliki laju aliran yang konstan agar tidak mempengaruhi efisiensi pengolahan proses biologis Sistem

4. Fluidized Bed Biofilm Reactor (FBBR)

Fluidized Bed Bio-Film Reactor merupakan pengolahan utama dari sistem pengolahan air limbah di politeknik maritim. Pada unit FBBR terdapat media mengapung (bio-green) sebagai mikroorganisme tumbuh secara suspensi dan melekat untuk mendegradasi polutan organik. Air Limbah Politeknik Pelayaran Banten memiliki kandungan fosfat melebihi baku mutu, pengolahan menggunakan FBBR mampu menyisihkan kandungan COD dalam rentang 80-90% dan fosfat dalam rentang 70-85% (Nelson et al., 2017). Kadar amonia pada yang dapat disisihkan pada FBBR mencapai 94% (Zulkifli et al., 2022) dan mampu menyisihkan BOD mencapai 80-

90% (Rohmanna et al., 2021)

5. Bak Pengendap

Pada Bak Pengendap terjadi pemisahan air dan lumpur yang akan mengendap secara gravitasi. Lumpur dikumpulkan oleh selting sludge scrapper dimasukkan ke dalam sludge hopper yang terdapat di tengah-tengah bak

6. Bak Air Terolah (Treated Water Basin)

Bak air terolah berfungsi sebagai penyimpanan sementara yang dilapisi penutup dan memiliki lubang inspeksi.

7. Up-flow Filter

Up-flow Filter merupakan reaktor penyaringan dengan arah aliran Up-flow menggunakan media untuk dilakukan proses absorpsi sehingga dapat menghilangkan padatan tersuspensi (Istimewa et al., 2022). Efisiensi penyisihan parameter pada reaktor adalah COD sebesar 12 % BOD sebesar 25%, dan TSS sebesar 30%.

8. Desinfectant Basin

Bak desinfeksi terdiri dari dua kolam atau pond. Kolam pertama adalah holding pond (kolam penerima) yang mempunyai tugas untuk melakukan backwash upflow filter. Kemudian pond yang kedua yaitu mixing pond (kolam pencampuran untuk desinfeksi. Sebagai catatan, air limbah yang telah dilakukan desinfeksi tidak boleh digunakan untuk backwash pada upflow filter karena akan membunuh bakteri dalam FBBR. Untuk desinfeksi pihak Politeknik Pelayaran Banten menggunakan TCCA (Asam Tri- chloroisocyanuric) sebagai bahan kimia yang ditambahkan untuk treatment. Fasilitas desinfeksi digunakan untuk mensterilkan effluent sebelum dilepas keluar dari IPAL (outlet).

9. Sludge Storage Basin

Sludge akan ditampung sementara di sludge storage basin sebelum dipindahkan ke sistem dewatering. Sludge storage basin digunakan untuk menampung lumpur selama 7 hari.

10. Sludge Dewatering System

Sludge limbah memiliki kandungan air 99%. Setelah digumpalkan dengan FeCl_3 dan setelah proses dewatering, kandungan airnya menjadi 75%. Selama proses dewatering, air perkotaan (city water) digunakan dalam proses pembersihan belt. Akhirnya sludge yang telah melalui proses dewatering dan membentuk sludge cake diangkut ke luar atau dibakar dalam incinerator.

11. Effluent

Air limbah yang telah diolah dan memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan akan dialirkan ke bak indikator dan penampung. Kemudian air tersebut akan dimanfaatkan untuk penyiraman dan flushing toilet.

Pemanfaatan Untuk Penyiraman Tanaman

Air Limbah yang telah diolah akan dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman di Ruang Terbuka Hijau pada area Politeknik Pelayaran Banten yang memiliki luas 6.206,5 m². Lokasi RTH untuk pemanfaatan penyiraman ditampilkan pada kebutuhan air untuk penyiraman setiap 1 m³ RTH sebesar 0,002 m³/m² (Handayani, 2013). Jumlah Effluent maksimum yang berpotensi dapat dimanfaatkan untuk penyiraman RTH sebesar 189,12 m³/hari. Lokasi RTH yang dekat dengan bak penampung penyiraman dilakukan dengan selang langsung dari bak penampung. Apabila lokasi berada jauh dari lokasi IPAL maka akan digunakan tangki fiber dengan volume 6m³ untuk menampung air sebelum dimanfaatkan. Penyiraman dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 - 09.00 WIB dan sore hari pukul 15.00 - 18.00 WIB. Pada saat musim hujan akan disesuaikan dengan cuaca hari itu. Pemanfaatan air limbah dari kegiatan penyiraman RTH setiap harinya memerlukan 24,826 m³/hari saat musim kemarau dan 12,413 m³/hari saat musim penghujan. Sehingga terdapat sisa air effluent IPAL pada musim kemarau sebesar 164,294 m³/hari dan saat musim penghujan sebesar 176, 706 m³/hari. Sisa air dimanfaatkan untuk untuk penyiraman toilet (flushing) (Handayani, 2013). Semua RTH pada area politeknik maritim dapat terlayani sehingga penggunaan air untuk penyiraman memiliki efisiensi 100%. Pemanfaatan untuk flushing toilet disesuaikan dengan jumlah mahasiswa maksimal. Berdasarkan SNI 03-7065-2005 Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing kloset katub gelontor membutuhkan air sebesar 0,015 m³ untuk setiap kali melakukan flushing. Sehingga diperoleh kebutuhan air untuk flushing toilet sebesar 150, 57 (m³/hari). Sehingga pemanfaatan air untuk penyiraman tanaman dan flushing toilet memenuhi kebutuhan air dan tidak perlu tambahan air bersih pada kegiatan tersebut. Tantangan dan Hambatan Industri Pelayaran.

SIMPULAN

Limbah Politeknik Pelayaran Banten telah memenuhi baku mutu, berarti IPAL yang digunakan masih layak dan efektif. Air limbah sebesar 189,12 m³/hari berasal dari kegiatan pencucian linen, dapur, wastafel, toilet, Kamar mandi, masjid dan kantin. Hasil pengolahan IPAL digunakan untuk penyiraman sebesar 24,8 m³/hari saat musim kemarau dan 12,4 m³/hari saat musim penghujan. Sehingga memiliki sisa pada musim kemarau sebesar

164,3 m³/hari dan saat musim penghujan sebesar 176,7 m³/hari yang digunakan untuk flushing toilet.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Priyono (2011). Kajian beban pencemaran limbah usaha kecil di Sungai Ciliwung Segmen Kota Bogor. *Media Konservasi*. vol. 16, no. 1, pp. 32 – 40.
- A.O. Ubalua (2007). Cassava wastes: treatment options and value addition alternatives. *African Journal of Biotechnology*. vol. 6, no. 18, pp. 2065-2073.
- A.E. Suoth dan E. Nazir (2016). Karakteristik air limbah rumah tangga (grey water) pada salah satu perumahan menengah keatas yang berada di Tangerang Selatan. *Ecolab*. vol. 10, Berkel, R. van. (2007). Cleaner production and Eco-Efficiency Initiatives in Western Australia 1996-2004. *Journal of Cleaner production*, 15, 741-755.
- Dadang, B. M. (2005). Pengembangan EkoIndustrial Sebagai Alternatif Pengelolaan Lingkungan Industri. Tesis. Jakarta: Program Studi Ilmu Lingkunganno. 2, pp. 80-88.
- D. Hendrawan (2005). Kualitas air sungai dan situ di DKI Jakarta. *Makara Teknologi*. vol. 9, no. 1, pp. 13-19.
- G. Yuli (2006). Peluang penerapan produksi bersih pada sistem pengelolaan air limbah domestic waste water treatment plant #48 studi kasus di PT. Badak NGL Bontang. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian Lingkungan Hidup (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, Jakarta.
- Mol and Gee, 1999 dalam Levidow, L., Jorgensen, P. L., Nilsson, A., Skenhall, S. A., & Assimacopoulos, D. (2015). Process Eco-Innovation: Assessing Meso-Level Eco-Efficiency in Industrial Water-Service System. *Journal of Cleaner production*, xxx, 1-12
- R. Purnomo, S. Lestari (2010). Pengaruh kepribadian, self-efficacy, dan locus of control terhadap persepsi kinerja usaha skala kecil dan menengah. *Jurnal Bisnis dan Ekonomi (JBE)*. vol. 17, no. 2, pp. 144 – 160.
- R. Rahmawati (2018). Estimasi kerugian dan potensi ekonomi biogas limbah cair Industri Kecil Menengah (IKM) Tapioka di Kabupaten Bogor. [tesis]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Rebitzer G, Finnveden G, Hauschild MZ, Ekvall T, Guine'e J, Heijungs R, Hellweg S, Koehler A, Permington D, Suh S. 2009. Recent developments in Life Cycle Assessment: Review. *J Environmental Manag* 91: 1-21.
- Saechu M. 2009. Optimasi Pemanfaatan Energi Ampas Di Pabrik Gula. *Jurnal Teknik Kimia*

4 (1):1-7.

Sihombing SR. 2012. Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Industri Gula (Studi Kasus PT PG Rajawali II Unit PG Subang). Skripsi, Fateta, IPB.

V. Sihotang, Sudamadji, I.L.S. Purnama, M. Baiquni (2016). Model konservasi sumberdaya air sebagai upaya mempertahankan keberlanjutan air di sub DAS aek silang. *Spatial Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*. vol. 15, no. 1, pp. 1-11.