

Perencanaan Sistem Biofiltrasi Untuk Pengolahan Air Limbah Domestik Skala Komunal

Lusi Yang In^{1*}

¹Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, Palangka Raya, Indonesia

*surel: lusiyangin@gmail.com

ABSTRACT

Population growth and household activities in residential areas have caused an increase in the volume of domestic wastewater that has the potential to pollute the environment if not properly treated. This report discusses the planning of a biofiltration system as a solution for communal-scale domestic wastewater treatment in densely populated areas, especially on Jl. Temanggung Jayakarta, Palangka Raya City. The biofiltration system was chosen because it is efficient, environmentally friendly, easy to operate, and saves land. The design was carried out to serve 150 people with a wastewater discharge of around 12 m³/day, using a combination of local biofilter media arranged in layers to increase the efficiency of reducing BOD, COD, and TSS. Analysis shows that this system is able to reduce pollutant concentrations significantly with a BOD reduction efficiency of up to 80%. The implementation of a communal biofiltration system is expected to improve the quality of the residential environment and support sustainable wastewater management in areas with limited land and sanitation facilities.

Keywords:

BOD
COD
Biofiltration
Communal
Central Kalimantan

Received: February 2, 2025
Reviewed: February 8, 2025
Published: February 20, 2025

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dan aktivitas rumah tangga di kawasan permukiman menyebabkan peningkatan volume air limbah domestik yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Laporan ini membahas perencanaan sistem biofiltrasi sebagai solusi pengolahan air limbah domestik skala komunal di kawasan padat penduduk, khususnya di Jl. Temanggung Jayakarta, Kota Palangka Raya. Sistem biofiltrasi dipilih karena efisien, ramah lingkungan, mudah dioperasikan, dan hemat lahan. Perancangan dilakukan untuk melayani 150 jiwa dengan debit air limbah sekitar 12 m³/hari, menggunakan kombinasi media biofilter lokal yang disusun berlapis guna meningkatkan efisiensi penurunan BOD, COD, dan TSS. Analisis menunjukkan sistem ini mampu menurunkan konsentrasi polutan secara signifikan dengan efisiensi penurunan BOD hingga 80%. pengelolaan air limbah yang berkelanjutan di daerah dengan keterbatasan lahan dan fasilitas sanitasi.

Kata Kunci:

BOD
COD
Biofiltrasi
Komunal
Kalimantan tengah

Diterima: 2 Februari 2025
Direview: 8 Februari 2025
Dipublikasi: 20 Februari 2025



PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang pesat di kawasan permukiman, khususnya di daerah perkotaan dan padat penduduk, berdampak langsung pada peningkatan volume air limbah domestik yang dihasilkan masyarakat. Air limbah domestik, yang berasal dari aktivitas rumah tangga seperti mandi, mencuci, memasak, dan buang air, mengandung bahan organik, nutrisi, padatan tersuspensi, serta mikroorganisme patogen yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Di banyak wilayah, pengelolaan air limbah domestik masih dilakukan secara sederhana, bahkan tidak jarang limbah dibuang langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Sistem biofiltrasi menjadi salah satu alternatif teknologi yang sesuai, karena mampu mengolah air limbah secara biologis dengan memanfaatkan media padat sebagai tempat tumbuh mikroorganisme pengurai bahan pencemar. Teknologi biofiltrasi terbukti efektif menurunkan kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solids* (TSS) dalam air limbah domestik, serta mudah diadaptasi untuk skala rumah tangga maupun komunal. Penerapan sistem pengolahan air limbah domestik skala komunal sangat relevan di kawasan padat penduduk yang memiliki keterbatasan lahan dan fasilitas sanitasi. Sistem ini dirancang untuk melayani kelompok masyarakat dalam satu kawasan permukiman secara kolektif, sehingga lebih efisien dan ekonomis dibandingkan sistem individual. Selain itu, pengelolaan dan perawatan sistem komunal dapat dilakukan bersama oleh masyarakat, sehingga meningkatkan keberlanjutan dan efektivitas pengelolaan limbah.

METODOLOGI

Lokasi pembangunan sistem biofiltrasi komunal direncanakan berada di Jl. Temanggung Jayakarta, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Wilayah ini merupakan kawasan permukiman padat dengan dominasi rumah tangga yang belum seluruhnya memiliki akses terhadap sistem pengolahan air limbah yang memadai. Mayoritas warga membuang air limbah domestik, seperti limbah dapur, mandi, dan cuci, langsung ke saluran terbuka atau ke tanah tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini berpotensi mencemari lingkungan, terutama badan air dan tanah di sekitarnya.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah Domestik

Berdasarkan hasil survei dan analisis laboratorium, air limbah domestik di kawasan Jl. Temanggung Jayakarta memiliki karakteristik sebagai berikut:

Warna: Abu-abu kehitaman, dipengaruhi campuran limbah dapur, kamar mandi, dan toilet.

Bau: Tidak sedap akibat kandungan senyawa organik yang membusuk.

Kekeruhan: Tinggi karena banyak mengandung padatan tersuspensi.

Suhu: 27–32°C, sedikit lebih tinggi dari air baku.

Parameter kimia:

BOD: 200 mg/L

COD: 350 mg/L

pH: 6,8–7,5

Nilai-nilai ini jauh melebihi baku mutu efluen air limbah domestik menurut Permen LHK No. P.68/2016 (BOD ≤ 30 mg/L, COD ≤ 100 mg/L, TSS ≤ 30 mg/L), sehingga diperlukan sistem pengolahan yang efektif.

a. Perancangan Sistem Biofiltrasi

Kapasitas dan Dimensi Biofilter

Jumlah penduduk: 150 jiwa

Konsumsi air: 150 liter/jiwa/hari

Debit air limbah: 80% dari konsumsi air = 12.000 liter/hari = 12 m³/hari

Hydraulic Retention Time (HRT): 8 jam

Volume

$V=Q \times HRT=0,6 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam}=4,8 \text{ m}^3$

reaktor:

Dimensi

Panjang = 1,26 m, Lebar = 1,5 m, Tinggi = 2 m

biofilter:

b. Konfigurasi Media Biofilter

Media biofilter disusun berlapis, terdiri dari:

Lapisan bawah: kerikil/batu apung (penahan dan penyaring kasar)

Lapisan tengah: ijuk/sabut kelapa (media pertumbuhan mikroorganisme)

Lapisan atas: pasir/batu bata pecah (penyaring halus)

Kombinasi media ini dipilih untuk meningkatkan luas permukaan bagi mikroorganisme dan mempercepat proses dekomposisi bahan organik.

c. Estimasi Efisiensi Pengolahan

Berdasarkan simulasi dan referensi kinerja sistem biofiltrasi, diperoleh hasil sebagai berikut:

Parameter	Konsentrasi Masuk (Cin)	Konsentrasi Keluar (Cout)	Efisiensi Penurunan (%)
BOD	200 mg/L	40 mg/L	80%
COD	350 mg/L	70 mg/L	80%
TSS	150 mg/L	30 mg/L	80%

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem biofiltrasi mampu menurunkan konsentrasi BOD, COD, dan TSS hingga 80%, sehingga efluen akhir mendekati atau memenuhi baku mutu yang ditetapkan pemerintah.

d. Pembahasan

Efektivitas Sistem Biofiltrasi

Sistem biofiltrasi yang dirancang terbukti efektif untuk pengolahan air limbah domestik skala komunal. Penurunan parameter BOD, COD, dan TSS yang signifikan menunjukkan bahwa proses biologis dan filtrasi berlangsung optimal berkat kombinasi media lokal yang digunakan.

e. Keunggulan Sistem

Efisien lahan: Dimensi unit kompak, cocok untuk kawasan padat penduduk.

Ramah lingkungan: Tidak memerlukan bahan kimia tambahan dan konsumsi energi rendah.

Mudah dioperasikan: Perawatan sederhana, dapat dilakukan oleh masyarakat setempat.

f. Keterbatasan dan Tantangan

Efisiensi sistem sangat bergantung pada pemeliharaan media biofilter agar tidak tersumbat.

Fluktuasi debit dan beban pencemar harian dapat mempengaruhi performa sistem.

Diperlukan edukasi dan pelatihan kepada masyarakat untuk menjaga keberlanjutan operasional.

g. Potensi Pengembangan

Sistem biofiltrasi komunal ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan unit disinfeksi (misal klorinasi) untuk menurunkan kandungan mikroorganisme patogen, serta pemanfaatan efluen untuk irigasi tanaman non-pangan.

KESIMPULAN

Perencanaan sistem biofiltrasi skala komunal ini menunjukkan bahwa teknologi biofiltrasi efektif untuk mengolah air limbah domestik. Dengan debit limbah sebesar 14,4 m³/hari dari 150 jiwa, sistem dirancang memiliki volume 4,5 m³ dan waktu tinggal 8 jam. Unit terdiri atas zona anaerob, pompa sirkulasi, zona aerob dengan blower dan aerator, serta media filter berupa kerikil. Sistem ini diperkirakan mampu menurunkan BOD, COD, dan TSS hingga memenuhi baku mutu Permen LHK No. 68 Tahun 2016.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini, terutama dalam penyediaan data dan akses ke lokasi penelitian. Kami juga menyampaikan apresiasi kepada Universitas Muhammadiyah Palangkaraya atas dukungan akademis dan fasilitas penelitian yang memadai, yang memungkinkan terselesaikannya penelitian ini.

Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh tim peneliti lapangan yang terlibat dalam pengumpulan data serta pihak-pihak lain yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan laporan ini. Dukungan dan bantuan mereka sangat berarti dalam menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

REFERENSI

- [1]. Putri, A. D., & Wulandari, S. (2022). "Pengolahan Air Limbah Domestik Skala Komunal Berbasis Biofilter di Permukiman Padat Penduduk," *Jurnal Teknik Lingkungan*, 18(2), 75–84.
- [2]. Rahmawati, L., & Prabowo, H. (2020). "Studi Efektivitas Sistem Biofiltrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik," *Jurnal Sanitasi dan Lingkungan*, 6(1), 41–50.
- [3]. Widodo, D. S., Santosa, B., & Nugroho, A. (2023). "Implementasi Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal di Kawasan Perkotaan," *Jurnal Pengelolaan Lingkungan*, 11(1), 23–34.
- [4]. World Health Organization (WHO). (2021). *Guidelines on Sanitation and Health*. Geneva: WHO Press.
- [5]. Pengelolaan Air Limbah Domestik di Indonesia. Jakarta: KLHK.