Jurnal Lingkungan Nusantara (JLN)
Vol. 3, No. 2, Juli 2026, Hal. 69–75

e-ISSN: xxxx-xxxx

Application of Constructed Wetland Technology as a Greywater Treatment Solution in the School Environment

Penerapan Teknologi Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*) sebagai Solusi Pengolahan *Greywater* di Lingkungan Sekolah

Annisa Ramadhianata[1*], Fitri Rahmadani[1], Muhammad Rizal Amin[1], Elvi[1]
[1]Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, Palangka Raya, Indonesia
surel: annisaramadhianata04@gmail.com

ABSTRACT

Untreated greywater discharged in schools can cause pollution, odor, stagnant water, and health problems. This study evaluated the suitability of a constructed wetland as an appropriate technology for treating greywater at SMP Muhammadiyah Palangkaraya, which generates about 1,200 L/day of greywater that is discharged directly into an open ditch. The methods comprised direct observation, interviews with teachers and cleaning staff, a literature review, technical and social feasibility analysis, and the preliminary design of a small-scale horizontal subsurface flow (SSF) system. Previous studies show that constructed wetlands can remove up to 72.73% of BOD, 84.38% of COD, and 85% of TSS, enabling effluent to meet the domestic wastewater standard of Ministerial Regulation P.68/2016. Based on a design flow of 1.2 m^3/day, a 3-day hydraulic retention time, a 0.6 m media depth, and 0.4 porosity, the required wetland area is about 15 m^2 (2.5 m × 6 m) planted with *Typha latifolia*. Efficiency depends on plant species, media, design, flow rate, and retention time. Besides technical benefits, the system offers educational value as a science learning medium and supports environmental awareness among students.

***Keywords*:**
Constructed wetland,
Greywater,
Appropriate technology,
School,
Wastewater treatment
Received: July 2026
Reviewed: July 2026
Published: July 2026

ABSTRAK

Greywater yang dibuang tanpa pengolahan di sekolah dapat menimbulkan pencemaran, bau, genangan, dan masalah kesehatan. Penelitian ini mengevaluasi kesesuaian lahan basah buatan sebagai teknologi tepat guna untuk mengolah *greywater* di SMP Muhammadiyah Palangkaraya, yang menghasilkan sekitar 1.200 L/hari *greywater* yang dibuang langsung ke parit terbuka. Metode penelitian meliputi observasi langsung, wawancara dengan guru dan petugas kebersihan, kajian pustaka, analisis kelayakan teknis dan sosial, serta perancangan awal sistem skala kecil tipe aliran bawah permukaan horizontal (SSF). Penelitian terdahulu menunjukkan lahan basah buatan mampu menurunkan BOD hingga 72,73%, COD hingga 84,38%, dan TSS hingga 85% sehingga efluen dapat memenuhi baku mutu air limbah domestik Permen LHK P.68/2016. Berdasarkan debit rencana 1,2 m^3/hari, waktu tinggal hidraulik 3 hari, kedalaman media 0,6 m, dan porositas 0,4, diperlukan luas lahan basah sekitar 15 m^2 (2,5 m × 6 m) dengan tanaman *Typha latifolia*. Efisiensi sistem bergantung pada jenis tanaman, media, desain, debit, dan waktu tinggal. Selain manfaat teknis, sistem ini bernilai edukatif sebagai media pembelajaran IPA dan menumbuhkan kepedulian lingkungan siswa.

Kata Kunci:
Lahan basah buatan,
Greywater,
Teknologi tepat guna,
Sekolah,
Pengolahan limbah
Diterima: Juli 2026
Direview: Juli 2026
Dipublikasi: Juli 2026

© 2026 The Authors. Published by Researches and Community Services JANTOS CV. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Greywater merupakan bagian dari air limbah domestik yang berasal dari kegiatan seperti mencuci tangan, mandi, mencuci pakaian, dan kegiatan kebersihan lainnya. Meskipun tidak mengandung kotoran manusia seperti *blackwater*, *greywater* tetap mengandung bahan organik, deterjen, minyak, dan mikroorganisme patogen yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah [1], [2]. Di Indonesia, air limbah domestik wajib memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 [3]. Di lingkungan sekolah, *greywater* berasal dari kegiatan mencuci tangan siswa, penyiraman taman, dan kegiatan kebersihan. Jika dibuang langsung tanpa pengolahan, *greywater* dapat menimbulkan bau tidak sedap, genangan, serta menjadi sarang penyakit, terutama di daerah dengan sanitasi terbatas.

SMP Muhammadiyah Palangkaraya merupakan salah satu sekolah yang belum memiliki sistem pengolahan *greywater* yang memadai. Sekolah ini menghasilkan sekitar 1.200 liter *greywater* per hari dari berbagai aktivitas, dan seluruhnya dibuang langsung ke parit terbuka. Salah satu solusi yang tepat dan berkelanjutan adalah teknologi lahan basah buatan (*constructed wetland*). Teknologi ini meniru proses alami dengan memanfaatkan tanaman air seperti *Salvinia rotundifolia* atau *Typha latifolia*, media filtrasi berupa pasir dan kerikil, serta aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan polutan [4], [5]. Lahan basah buatan telah diterapkan secara luas selama lebih dari lima dekade untuk berbagai jenis air limbah [5], [6] dan terbukti sesuai untuk pengolahan dan pemanfaatan ulang *greywater* [7].

Selain efektif menurunkan parameter pencemar seperti BOD, COD, dan TSS [4], [8], teknologi ini ramah lingkungan, murah, dan mudah dalam perawatan [9]. Penerapannya tidak hanya memberikan solusi teknis, tetapi juga bernilai edukatif karena dapat melibatkan siswa dalam perawatan dan pembelajaran lingkungan [10]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas, faktor penentu efisiensi, serta dampak sosial dan edukatif penerapan sistem *constructed wetland* di SMP Muhammadiyah Palangkaraya, sekaligus menyusun rancangan awal sistem skala kecil.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMP Muhammadiyah Palangkaraya, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Kondisi eksisting saluran pembuangan *greywater* dan lahan yang tersedia di area sekolah ditunjukkan pada Gambar 1.



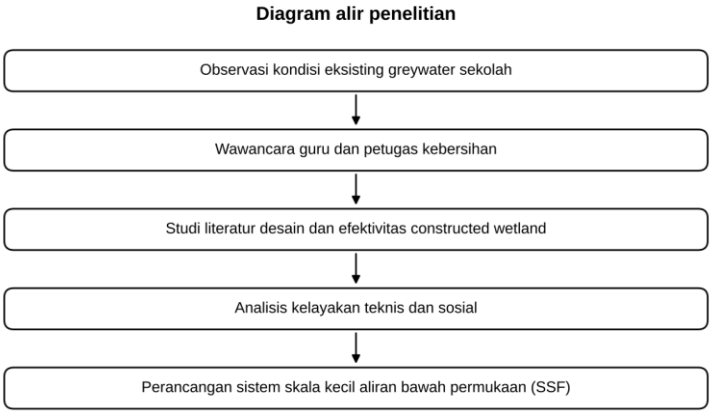
(a) (b)

Gambar 1. Kondisi eksisting di SMP Muhammadiyah Palangkaraya: (a) saluran pembuangan *greywater* langsung ke permukaan tanah di sisi gedung sekolah; (b) area belakang sekolah dengan lahan terbuka dan saluran pipa *greywater*

Prosedur Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif-kuantitatif dengan tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 2, yaitu:

1. Observasi kondisi eksisting *greywater* di sekolah, meliputi sumber, saluran pembuangan, dan lahan yang tersedia.
2. Wawancara dengan guru dan petugas kebersihan mengenai aktivitas penghasil *greywater* dan permasalahan yang timbul.
3. Studi literatur terkait desain dan efektivitas *constructed wetland*.
4. Analisis kelayakan teknis dan sosial penerapan sistem *wetland*.
5. Perancangan sistem skala kecil dengan tipe aliran bawah permukaan horizontal (*subsurface flow*, SSF).



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Perancangan Sistem

Luas permukaan lahan basah aliran bawah permukaan dihitung berdasarkan pendekatan waktu tinggal hidraulik (*hydraulic retention time*, HRT) menurut (1) [6].

$$A = (Q \times HRT) \,/\, (n \times d) \quad (1)$$

dengan A adalah luas permukaan lahan basah (m^2), Q debit rencana (m^3/hari), *HRT* waktu tinggal hidraulik (hari), *n* porositas media, dan *d* kedalaman media (m). Kualitas efluen yang ditargetkan mengacu pada baku mutu air limbah domestik pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku mutu air limbah domestik

No.	Parameter	Satuan	Kadar maksimum
1	pH	–	6–9
2	BOD	mg/L	30
3	COD	mg/L	100
4	TSS	mg/L	30
5	Minyak dan lemak	mg/L	5
6	Amoniak	mg/L	10
7	Total coliform	jumlah/100 mL	3.000
8	Debit	L/orang/hari	100

Sumber: Permen LHK Nomor P.68 Tahun 2016 [3]

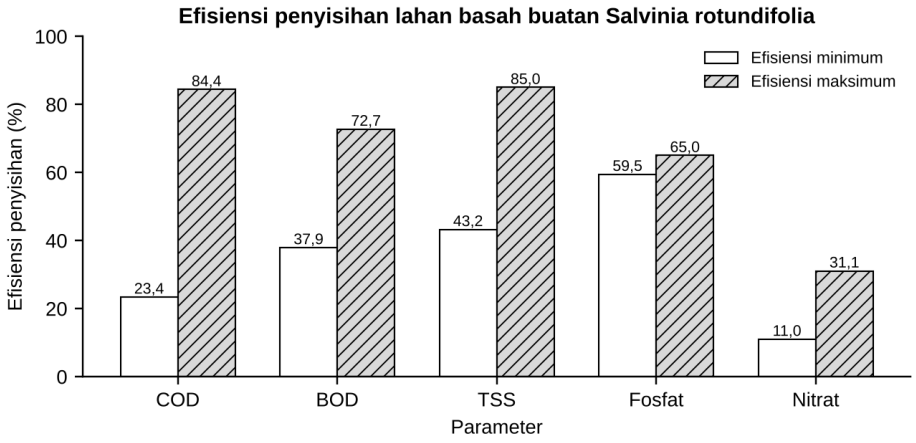
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Greywater Sekolah

Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa sekolah menghasilkan *greywater* sekitar 1.200 liter/hari yang berasal dari kegiatan mencuci tangan, kebersihan, dan penyiraman. Seluruh *greywater* saat ini dialirkan melalui pipa dan dibuang langsung ke permukaan tanah dan parit terbuka di sisi gedung sekolah (Gambar 1a). Kondisi ini menyebabkan genangan, bau tidak sedap, dan potensi pencemaran tanah. Di sisi lain, sekolah memiliki lahan terbuka di area belakang (Gambar 1b) yang berpotensi dimanfaatkan sebagai lokasi unit pengolahan.

Efektivitas Sistem Constructed Wetland

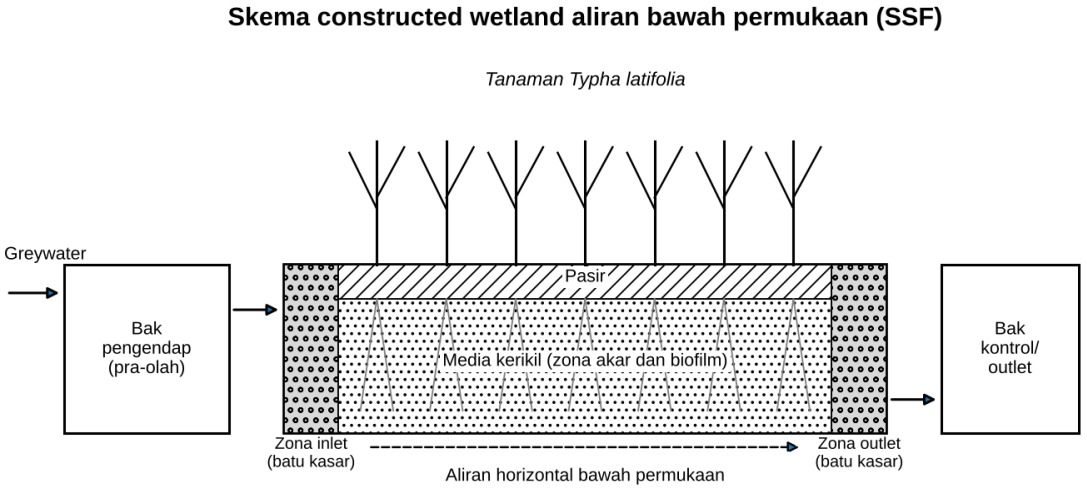
Penerapan *constructed wetland* dapat mengurangi pencemaran, menghilangkan bau, dan mencegah genangan. Salsabila dkk. [4] melaporkan bahwa lahan basah buatan dengan *Salvinia rotundifolia* mampu menyisihkan COD 23,40–84,38%, BOD 37,93–72,73%, TSS 43,24–85%, fosfat 59,47–65%, dan nitrat 10,99–31,08% (Gambar 3), dengan efluen yang memenuhi baku mutu Permen LHK P.68/2016. Efektivitas yang tinggi juga dilaporkan pada pengolahan limbah cair rumah sakit [8]. Penyisihan polutan terjadi melalui kombinasi proses fisik (sedimentasi dan filtrasi oleh media), kimia (adsorpsi dan presipitasi), dan biologis (penguraian oleh mikroorganisme pada biofilm media dan zona akar serta penyerapan nutrien oleh tanaman) [5], [11].



Gambar 3. Rentang efisiensi penyisihan polutan pada lahan basah buatan dengan *Salvinia rotundifolia*
Sumber: Diolah dari Salsabila dkk. [4]

Rancangan Awal Sistem Skala Kecil

Sistem yang dirancang berupa lahan basah buatan aliran bawah permukaan horizontal yang didahului bak pengendap sebagai unit pra-olah untuk menahan pasir, sisa makanan, dan lemak. Tipe aliran bawah permukaan dipilih karena air mengalir di dalam media sehingga tidak menimbulkan genangan terbuka, bau, dan tempat berkembang biak nyamuk, sehingga lebih aman untuk lingkungan sekolah [6], [7]. Skema sistem ditunjukkan pada Gambar 4 dan hasil perhitungan dimensi disajikan pada Tabel 2.



Gambar 4. Skema rancangan *constructed wetland* aliran bawah permukaan untuk SMP Muhammadiyah Palangkaraya

Tabel 2. Kriteria dan hasil perhitungan rancangan awal lahan basah buatan

Parameter	Simbol	Nilai	Keterangan
Debit rencana	Q	1,2 m^3/hari	Hasil observasi (1.200 L/hari)
Waktu tinggal hidraulik	*HRT*	3 hari	Asumsi rancangan
Porositas media kerikil	n	0,4	Asumsi rancangan
Kedalaman media	d	0,6 m	Asumsi rancangan
Luas permukaan	A	15 m^2	Hasil perhitungan (1)
Dimensi bak	$P \times L$	6 m × 2,5 m	Rasio panjang : lebar = 2,4 : 1
Tanaman	–	*Typha latifolia*	Tanaman emergen lokal; *Salvinia* sesuai untuk tipe aliran permukaan
Media	–	Kerikil dan pasir	Zona inlet/outlet batu kasar

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

Dengan luas sekitar 15 m^2, sistem ini dapat ditempatkan pada lahan terbuka di belakang sekolah tanpa mengganggu kegiatan belajar. Rancangan ini bersifat awal; nilai HRT, porositas, dan dimensi perlu disesuaikan dengan hasil uji kualitas *greywater* aktual dan kondisi lahan sebelum konstruksi.

Faktor Penentu Efisiensi

Efisiensi lahan basah buatan bergantung pada beberapa faktor sebagaimana dirangkum pada Tabel 3. Pemanfaatan tanaman lokal seperti *Typha* dan *Salvinia* penting karena adaptif terhadap lingkungan dan efektif menyerap polutan [9]. Keterlibatan warga sekolah dalam pemeliharaan juga meningkatkan keberlanjutan sistem [10].

Tabel 3. Faktor penentu efisiensi lahan basah buatan

Faktor	Pengaruh terhadap kinerja	Rekomendasi untuk sekolah
Jenis tanaman	Menyediakan zona akar bagi mikroorganisme dan menyerap nutrien [11]	*Typha latifolia* (SSF) atau *Salvinia rotundifolia* (aliran permukaan)
Media tanam	Tempat filtrasi dan pertumbuhan biofilm	Kerikil dan pasir yang mudah diperoleh
Desain sistem	Menentukan pola aliran dan risiko genangan	Aliran bawah permukaan horizontal
Debit air	Debit berlebih menurunkan waktu kontak	Bak pengendap sebagai penyeimbang debit
Waktu tinggal	Waktu tinggal lebih lama meningkatkan penyisihan [6]	HRT ±3 hari
Pemeliharaan	Mencegah penyumbatan media dan menjaga tanaman	Pembersihan bak pengendap dan pemangkasan tanaman berkala oleh warga sekolah

Sumber: Diolah dari berbagai literatur

Dampak Sosial dan Edukasi

Penerapan teknologi ini tidak hanya memberikan manfaat teknis, tetapi juga mendukung pendidikan lingkungan hidup bagi siswa. Sistem lahan basah buatan dapat dimanfaatkan sebagai media praktikum IPA, misalnya pengamatan pertumbuhan tanaman, uji kekeruhan air sebelum dan sesudah pengolahan, serta pengenalan siklus air dan peran mikroorganisme. Sistem ini juga dapat menjadi kegiatan ekstrakurikuler sekaligus membangun budaya peduli lingkungan di sekolah [10]. Air hasil olahan berpotensi dimanfaatkan kembali untuk penyiraman taman sekolah setelah kualitasnya memenuhi persyaratan [7], [2].

Penelitian ini masih terbatas pada kajian kelayakan dan rancangan awal tanpa pengukuran kualitas *greywater* aktual di sekolah. Oleh karena itu, efektivitas sistem perlu dibuktikan melalui pembangunan unit percontohan dan pengujian parameter BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, serta total coliform pada influen dan efluen.

KESIMPULAN

Constructed wetland merupakan teknologi tepat guna yang efektif dan relevan untuk mengolah *greywater* di SMP Muhammadiyah Palangkaraya, yang saat ini menghasilkan sekitar 1.200 L/hari *greywater* tanpa pengolahan. Berdasarkan literatur, sistem ini mampu menurunkan BOD hingga 72,73%, COD hingga 84,38%, dan TSS hingga 85%. Rancangan awal sistem aliran bawah permukaan memerlukan luas sekitar 15 m^2 (6 m × 2,5 m) dengan tanaman *Typha latifolia*, sehingga dapat ditempatkan pada lahan terbuka di belakang sekolah. Sistem ini mudah dirancang, berbiaya rendah, melibatkan warga sekolah secara aktif, serta meningkatkan kualitas lingkungan dan kesadaran lingkungan siswa. Penelitian lanjutan disarankan membangun unit percontohan dan menguji kualitas influen dan efluen secara berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak SMP Muhammadiyah Palangkaraya atas izin dan dukungan selama observasi lapangan, serta kepada dosen pembimbing atas arahan dalam penyusunan artikel ini.

REFERENSI

[1] E. Eriksson, K. Auffarth, M. Henze, and A. Ledin, “Characteristics of grey wastewater,” *Urban Water*, vol. 4, no. 1, pp. 85–104, 2002, doi: 10.1016/S1462-0758(01)00064-4.

[2] F. Li, K. Wichmann, and R. Otterpohl, “Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses,” *Sci. Total Environ.*, vol. 407, no. 11, pp. 3439–3449, 2009, doi: 10.1016/j.scitotenv.2009.02.004.

[3] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta, Indonesia, 2016.

[4] D. Salsabila, S. Aphirta, D. I. Hendrawan, and S. M. P. Marendra, “Lahan basah buatan untuk pengolahan air limbah grey water menggunakan *Salvinia rotundifolia*,” *Jurnal Bhuwana*, vol. 4, no. 1, pp. 60–74, 2024, doi: 10.25105/bhuwana.v4i1.19615.

[5] J. Vymazal, “Constructed wetlands for wastewater treatment: Five decades of experience,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 45, no. 1, pp. 61–69, 2011, doi: 10.1021/es101403q.

[6] R. H. Kadlec and S. D. Wallace, *Treatment Wetlands*, 2nd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2009.

[7] S. Arden and X. Ma, "Constructed wetlands for greywater recycle and reuse: A review," *Sci. Total Environ.*, vol. 630, pp. 587–599, 2018, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.218.

[8] A. Hasan and S. C. Suprapti, "Pengolahan limbah cair rumah sakit dengan metode lahan basah buatan," *Jurnal Kesehatan*, vol. 12, no. 3, pp. 446–456, 2021.

[9] L. A. Hendratta *et al.*, "Pemanfaatan lahan basah buatan untuk mengurangi degradasi kualitas air," *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, vol. 4, no. 2, pp. 58–70, 2024.

[10] D. I. Hendrawan *et al.*, "Peran serta masyarakat dalam penerapan lahan basah buatan," *Jurnal Gembira*, vol. 2, no. 2, pp. 12–21, 2024.

[11] H. Brix, "Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands?," *Water Sci. Technol.*, vol. 35, no. 5, pp. 11–17, 1997.