

STRATEGI PENINGKATAN EFEKTIVITAS PENGELOLAAN SAMPAH BERKELANJUTAN DI TPA TEMESI

I Kadek Widiantara¹, Alfret Lango Reda Mata², I Made Wahyu Wijaya^{3*}

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati Denpasar

³Program Studi Perencanaan Wilayah dan Perdesaan, Pascasarjana, Universitas Mahasaraswati Denpasar

*Email: wijaya@unmas.ac.id

ABSTRAK: Pengelolaan sampah berkelanjutan menjadi isu strategis di Kabupaten Gianyar seiring meningkatnya timbulan sampah dan keterbatasan kapasitas landfill. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting dan mengevaluasi efektivitas pengelolaan sampah di TPA Temesi berdasarkan aspek teknis, lingkungan, dan ekonomi. Metode yang digunakan adalah deskriptif-kuantitatif dengan pendekatan analisis kesetimbangan massa (mass balance), recovery rate, dan gap analysis berdasarkan data operasional periode Januari–Mei 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total timbulan sampah sebesar 30.964 ton dengan rata-rata 213,54 ton/hari, di mana 50% diolah menjadi kompos, 11% didaur ulang, dan 39% menjadi residu landfill. Tingkat pemulihan material mencapai 61%, yang mengindikasikan bahwa sistem telah mengarah pada penerapan konsep ekonomi sirkular, namun belum mencapai kondisi optimal ($\geq 70\%$). Analisis kesenjangan menunjukkan adanya defisit kinerja sebesar 9%, terutama pada tingginya proporsi residu. Dari aspek ekonomi, sistem menghasilkan surplus sebesar Rp149.933.210, sedangkan dari aspek lingkungan masih terdapat potensi pencemaran akibat belum optimalnya pengolahan lindi. Dengan demikian, pengelolaan sampah di TPA Temesi tergolong efektif secara teknis dan ekonomi, namun memerlukan peningkatan pada aspek lingkungan untuk mencapai keberlanjutan.

Kata Kunci: Pengelolaan Sampah, Ekonomi Sirkular, *Mass Balance*, *Recovery Rate*, *Landfill*

ABSTRACT: Sustainable waste management has become a strategic issue in Gianyar Regency due to increasing waste generation and limited landfill capacity. This study aims to analyze existing conditions and evaluate the effectiveness of waste management at Temesi Landfill based on technical, environmental, and economic aspects. A descriptive-quantitative method was applied using mass balance, recovery rate, and gap analysis based on operational data from January to May 2025. The results show that total waste generation reached 30,964 tons with an average of 213.54 tons/day, of which 50% was processed into compost, 11% recycled, and 39% disposed as landfill residue. The material recovery rate reached 61%, indicating that the system has begun to implement circular economy principles but has not yet reached the optimal threshold ($\geq 70\%$). Gap analysis revealed a performance deficit of 9%, particularly due to high residual waste. Economically, the system generated a surplus of IDR 149,933,210, while environmentally, potential pollution risks remain due to suboptimal leachate treatment. Therefore, the waste management system at Temesi Landfill is technically and economically effective but requires improvement in environmental performance to achieve sustainability.

Keywords: Waste Management, Circular Economy, *Mass Balance*, *Recovery Rate*, *Landfill*

PENDAHULUAN

Peningkatan timbulan sampah yang tidak diimbangi dengan kapasitas pengelolaan yang memadai telah menjadi permasalahan utama dalam sistem persampahan, khususnya di wilayah perkotaan. Pertumbuhan penduduk, aktivitas ekonomi, dan perubahan pola konsumsi masyarakat berkontribusi terhadap peningkatan volume dan kompleksitas komposisi sampah. Sistem pengelolaan berbasis *landfill* tidak lagi efektif karena berpotensi menimbulkan emisi gas rumah kaca dan pencemaran lingkungan, terutama akibat pembentukan lindi yang tidak terkelola dengan baik (Chen et al., 2020; Lou & Nair, 2020).

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pengelolaan yang tidak hanya berfokus pada pembuangan akhir, tetapi juga pada peningkatan efektivitas sistem secara

menyeluruh. Dalam konteks keberlanjutan, konsep ekonomi sirkular menjadi pendekatan yang relevan karena menekankan pemulihan material melalui prinsip *reduce, reuse, recycle*, dan *recovery* guna meminimalkan residu yang berakhir di *landfill* (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa efektivitas pengelolaan sampah sangat dipengaruhi oleh kualitas pemilahan di sumber, efisiensi proses pengolahan, serta kemampuan sistem dalam mengendalikan dampak lingkungan (Sharma et al., 2020; Zhang & Wang, 2022). Namun demikian, implementasi konsep tersebut di tingkat operasional masih menghadapi berbagai kendala, sehingga kinerja sistem belum sepenuhnya optimal. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara konsep teoritis dan praktik di lapangan yang

perlu dianalisis secara lebih mendalam.

TPA Temesi di Kabupaten Gianyar merupakan salah satu fasilitas pemrosesan akhir yang telah menerapkan sistem pengelolaan berbasis komposting, daur ulang, dan *landfill*. Berdasarkan data operasional, sistem ini mampu memulihkan material sebesar 61%, namun masih menghasilkan residu sebesar 39% yang ditimbun di *landfill*. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa meskipun sistem telah berjalan secara teknis, efektivitasnya dalam konteks keberlanjutan masih belum optimal. Selain itu, belum optimalnya pengolahan lindi menunjukkan adanya potensi risiko pencemaran lingkungan yang belum tertangani secara maksimal. Menurut World Bank (2018), tingginya residu yang dibuang ke *landfill* dapat meningkatkan tekanan terhadap kapasitas lahan serta memperbesar risiko dampak lingkungan jangka panjang.

Penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada analisis kondisi eksisting dan kinerja teknis pengelolaan sampah, namun masih terbatas dalam mengintegrasikan pendekatan kuantitatif berbasis *mass balance*, *recovery rate*, dan *gap analysis* untuk mengidentifikasi kesenjangan kinerja secara terukur serta merumuskan strategi peningkatan yang berbasis data.

Dengan demikian, penelitian ini menawarkan pendekatan evaluatif yang mengintegrasikan ketiga metode tersebut untuk menghasilkan strategi peningkatan efektivitas yang lebih sistematis dan aplikatif. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menganalisis tingkat efektivitas pengelolaan sampah di TPA Temesi serta mengidentifikasi kesenjangan kinerja sebagai dasar dalam merumuskan strategi peningkatan efektivitas yang terintegrasi. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan model pengelolaan sampah berkelanjutan yang berbasis data, terukur, dan berorientasi pada peningkatan kinerja sistem secara menyeluruh.

METODOLOGI PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan sifat evaluatif untuk menganalisis efektivitas pengelolaan sampah serta merumuskan strategi peningkatan berbasis kinerja sistem. Pendekatan ini digunakan untuk menghasilkan analisis yang terukur, sistematis, dan berbasis data terhadap kondisi pengelolaan

sampah.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di TPA Temesi pada periode Januari–Mei 2025. Objek penelitian adalah sistem operasional pengelolaan sampah yang meliputi proses penimbangan, pemilahan, pengomposan, daur ulang, dan penimbunan residu *landfill*.

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap kegiatan operasional serta wawancara dengan pengelola TPA. Data sekunder berupa data timbulan sampah, komposisi, dan hasil pengolahan yang bersumber dari laporan operasional periode Januari–Mei 2025.

Pengambilan Sampel

Metode pengambilan data menggunakan pendekatan *time series* dengan teknik total sampling, yaitu seluruh data operasional harian selama periode pengamatan dijadikan sebagai sampel penelitian. Jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak ± 150 data (hari pengamatan), sehingga mampu merepresentasikan kondisi operasional secara menyeluruh.

Analisis Data

Analisis ini digunakan untuk mengevaluasi keseimbangan antara jumlah sampah yang masuk dan yang diolah dalam sistem, dengan persamaan:

$$\text{Input} = \text{Kompos} + \text{Daur Ulang} + \text{Residu}$$

Analisis Recovery Rate

Analisis ini digunakan untuk mengukur tingkat efektivitas pemulihan material dari total sampah yang masuk ke sistem, dengan persamaan:

$$\text{Recovery} = \frac{\text{kompos} + \text{daur ulang}}{\text{Total Input}} \times 100\%$$

Kesenjangan (Gap Analysis)

Analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi selisih antara kondisi eksisting dan target optimal, dengan persamaan:

$$\text{Gap} = \text{Nilai Aktual} - \text{Nilai Target}$$

Target yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$\text{Recovery rate} \geq 70\%$$

$$\text{Residu} \leq 30\%$$

Analisis Skenario (Scenario Analysis)

Analisis ini digunakan untuk memproyeksikan peningkatan kinerja sistem melalui simulasi perubahan variabel, seperti peningkatan pemilahan di sumber dan pemanfaatan residu.

Analisis Lingkungan dan Ekonomi

Analisis Beban Lingkungan

Analisis ini digunakan untuk mengukur tekanan residu terhadap *landfill*, dengan persamaan:

$$\text{Beban Residu} = \frac{\text{total Residu}}{\text{Waktu}}$$

Analisis Kinerja Ekonomi

Analisis ini digunakan untuk mengevaluasi aspek finansial sistem melalui perbandingan antara pendapatan dan biaya operasional, dengan persamaan:

$$\text{Surplus} = \text{Pendapatan} - \text{Biaya}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kesetimbangan Massa (*Mass Balance*)

Berdasarkan metode analisis kesetimbangan massa yang telah dijelaskan pada bagian metodologi, dilakukan evaluasi terhadap aliran material dalam sistem pengelolaan sampah di TPA Temesi periode Januari–Mei 2025. Data yang digunakan merupakan data operasional yang telah disesuaikan dan divalidasi sehingga memenuhi prinsip konservasi massa.

Tabel 1. Hasil Analisis Kesetimbangan Massa

Berdasarkan Tabel 1, total input sampah sebesar 30.964-ton terdistribusi secara penuh ke dalam komponen kompos, daur ulang, dan residu, sehingga menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi prinsip kesetimbangan massa (input = output). Kondisi ini mengindikasikan bahwa data operasional yang digunakan konsisten dan valid secara kuantitatif.

Sebesar 61% sampah berhasil dipulihkan melalui proses komposting dan daur ulang. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan telah mengarah pada konsep ekonomi sirkular yang menekankan pemanfaatan kembali material (*Ellen MacArthur Foundation, 2019*).

Namun demikian, masih terdapat 39% sampah yang menjadi residu dan berakhir di *landfill*, yang menunjukkan bahwa sistem belum sepenuhnya optimal dalam mengurangi beban pembuangan akhir.

Analisis *Recovery Rate*

Recovery rate dihitung untuk mengukur tingkat efektivitas pemulihan material dari total sampah yang masuk ke sistem. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *recovery rate* sebesar 61%. Nilai ini menunjukkan bahwa lebih dari separuh material telah berhasil dipertahankan dalam siklus pemanfaatan melalui komposting dan daur ulang. Secara teknis, kondisi ini mencerminkan kinerja sistem yang cukup baik. Namun, jika dibandingkan dengan standar optimal pengelolaan sampah berkelanjutan sebesar $\geq 70\%$ (*Sharma et al., 2020*), nilai tersebut masih menunjukkan defisit kinerja sebesar 9%.

Dengan demikian, meskipun sistem telah berjalan efektif secara teknis, peningkatan *recovery rate* masih diperlukan untuk mencapai kondisi optimal, terutama melalui peningkatan kualitas pemilahan di sumber dan efisiensi proses pengolahan.

Analisis Kesenjangan (*Gap Analysis*)

Untuk mengevaluasi kinerja sistem secara lebih komprehensif, dilakukan analisis kesenjangan antara kondisi eksisting dan target optimal.

Tabel 2. Hasil Analisis Kesenjangan (*Gap Analysis*)

Indikator	Eksisting (%)	Target (%)	Gap (%)
Recovery Rate	61	≥ 70	-9
Residu	39	≤ 30	9

Komponen	Volume (ton)	Persentase (%)	Keterangan
Total Sampah	30.964	100	Input
Kompos	15.482	50	<i>Resource Recovery</i>
Daur Ulang	3.406	11	<i>Resource Recovery</i>
Residu	12.076	39	Final Disposal
Total Output	30.964	100	Seimbang

Berdasarkan Tabel 2, terdapat kesenjangan sebesar 9% pada indikator *recovery rate* dan residu. Nilai gap negatif pada *recovery rate*

menunjukkan bahwa sistem belum mencapai target optimal, sedangkan gap positif pada residu menunjukkan bahwa proporsi sampah yang dibuang ke landfill masih melebihi batas yang direkomendasikan.

Kesenjangan ini mengindikasikan bahwa peningkatan kinerja sistem tidak hanya bergantung pada kapasitas pengolahan, tetapi juga memerlukan intervensi pada tahap hulu, khususnya pemilahan sampah di sumber. Hal ini sejalan dengan penelitian *Zhang dan Wang (2022)* yang menyatakan bahwa efektivitas sistem sangat dipengaruhi oleh kualitas pemilahan awal.

Analisis Beban Lingkungan

Analisis beban lingkungan dilakukan untuk mengukur tekanan residu terhadap landfill. Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah residu yang dihasilkan sebesar 12.076-ton selama lima bulan atau setara dengan ± 83 ton/hari.

Nilai ini menunjukkan beban landfill yang cukup tinggi, yang berimplikasi langsung terhadap peningkatan produksi lindi dan emisi gas landfill. Menurut *Lou dan Nair (2020)*, residu yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menghasilkan lindi yang dapat mencemari tanah dan air tanah.

Selain itu, berdasarkan observasi lapangan, sistem Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPAL) di TPA Temesi belum beroperasi secara optimal. Kondisi ini memperbesar potensi risiko pencemaran lingkungan, sehingga menunjukkan bahwa aspek lingkungan dalam sistem pengelolaan sampah masih memerlukan penguatan.

Analisis Kinerja Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan untuk mengevaluasi keberlanjutan finansial sistem pengelolaan sampah, khususnya melalui operasional bank sampah

Tabel 3. Hasil Analisis Kinerja Ekonomi

Komponen	Nilai (Rp)	Keterangan
Pendapatan	548.110.110	Penjualan material daur ulang
Biaya	398.176.900	Operasional dan tenaga kerja
Surplus	149.933.210	Keuntungan bersih

Berdasarkan Tabel 3, sistem pengelolaan sampah menghasilkan surplus sebesar Rp149.933.210. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas pemulihan material tidak hanya

memberikan manfaat lingkungan, tetapi juga nilai ekonomi yang signifikan.

Temuan ini mendukung konsep ekonomi sirkular yang menekankan bahwa sampah memiliki nilai ekonomi apabila dikelola dengan baik. Surplus yang dihasilkan juga berpotensi untuk dialokasikan kembali dalam pengembangan infrastruktur, seperti peningkatan sistem pengolahan lindi.

Analisis Skenario Peningkatan Kinerja

Berdasarkan hasil *gap analysis*, dilakukan simulasi peningkatan kinerja melalui pendekatan *scenario analysis*.

Tabel 4. Skenario Peningkatan Kinerja Sistem

Indikator	Eksisting (%)	Skenario (%)
<i>Recovery Rate</i>	61	70
<i>Residu</i>	39	30

Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan pemilahan di sumber sebesar $\pm 10\%$ secara proporsional mampu meningkatkan recovery rate hingga mencapai $\geq 70\%$ dan menurunkan residu hingga $\leq 30\%$.

Hal ini menunjukkan bahwa intervensi pada tahap hulu memiliki peran strategis dalam meningkatkan efektivitas sistem pengelolaan sampah secara keseluruhan.

Pembahasan Terpadu

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah di TPA Temesi telah berjalan cukup baik secara teknis dan ekonomi, dengan tingkat pemulihan material sebesar 61% dan surplus operasional yang positif.

Namun demikian, dari perspektif keberlanjutan, sistem masih menghadapi kendala pada aspek lingkungan, terutama tingginya proporsi residu dan belum optimalnya pengolahan lindi. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kinerja teknis dan pengendalian dampak lingkungan.

Temuan ini konsisten dengan teori *Sharma et al. (2020)* yang menekankan pentingnya peningkatan recovery rate, serta *Zhang dan Wang (2022)* yang menyatakan bahwa efektivitas sistem sangat dipengaruhi oleh pemilahan di sumber. Selain itu, hasil penelitian juga mendukung pandangan *Lou dan Nair (2020)* mengenai pentingnya pengelolaan residu dalam mencegah pencemaran lingkungan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pengelolaan sampah di TPA Temesi Kabupaten Gianyar menunjukkan kinerja yang cukup efektif secara teknis dan ekonomi, namun belum optimal dalam aspek lingkungan. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis kesetimbangan massa yang memperlihatkan bahwa dari total 30.964 ton sampah, sebesar 61% telah berhasil dipulihkan melalui proses komposting dan daur ulang, sedangkan 39% masih menjadi residu yang berakhir di landfill.

Nilai *recovery rate* sebesar 61% mengindikasikan bahwa sistem telah mengarah pada penerapan konsep ekonomi sirkular, namun masih berada di bawah target optimal $\geq 70\%$, dengan kesenjangan sebesar 9%. Tingginya proporsi residu juga menunjukkan bahwa efektivitas pengelolaan sampah masih terbatas, terutama dalam menekan beban pembuangan akhir. Dari aspek ekonomi, sistem pengelolaan sampah menghasilkan surplus sebesar Rp149.933.210, yang menunjukkan adanya potensi keberlanjutan finansial melalui pemanfaatan material daur ulang.

Namun demikian, dari aspek lingkungan, belum optimalnya sistem pengolahan lindi menunjukkan adanya potensi risiko pencemaran yang perlu segera ditangani. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menganalisis kondisi pengelolaan sampah dan mengevaluasi efektivitasnya dalam perspektif keberlanjutan telah tercapai, serta menunjukkan bahwa sistem masih memerlukan peningkatan untuk mencapai kondisi yang optimal.

SARAN

Berdasarkan kesenjangan kinerja yang teridentifikasi, rekomendasi strategis yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan pemilahan sampah di sumber melalui implementasi kebijakan yang lebih tegas dan terukur, karena peningkatan kualitas pemilahan terbukti berkontribusi langsung terhadap kenaikan *recovery rate* dan penurunan residu.
2. Mengoptimalkan kinerja Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPAL) dengan melakukan rehabilitasi dan pengoperasian secara aktif, guna menurunkan potensi pencemaran lingkungan akibat beban residu yang masih tinggi.
3. Mengurangi proporsi residu *landfill* melalui pemanfaatan teknologi pengolahan lanjutan,

seperti *Refuse Derived Fuel* (RDF), sehingga beban pembuangan akhir dapat ditekan hingga mencapai target $\leq 30\%$.

4. Meningkatkan efisiensi sistem pengolahan kompos dan daur ulang, melalui perbaikan proses operasional dan penguatan kapasitas fasilitas, agar pemulihan material dapat ditingkatkan secara signifikan.
5. Mengembangkan sistem pencatatan dan monitoring berbasis data operasional, untuk memastikan konsistensi data, meningkatkan akurasi evaluasi kinerja, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, D., Liu, G. and Zhang, R. 2020. 'Environmental impact of municipal solid waste management: A review', *Journal of Cleaner Production*, 276, hal. 123–145.
- Ellen MacArthur Foundation. 2019. *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. and Van Woerden, F. 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington DC: World Bank.
- Kirchherr, J., Reike, D. and Hekkert, M. 2017. 'Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions', *Resources, Conservation and Recycling*, 127, hal. 221–232.
- Lou, X. F. and Nair, J. 2020. 'The impact of landfill leachate on the environment: A review', *Waste Management*, 95, hal. 406–417.
- Rada, E. C., Ragazzi, M. and Fedrizzi, P. 2016. 'Web-GIS oriented systems viability for municipal solid waste selective collection optimization in developed and transient economies', *Waste Management*, 49, hal. 244–253.
- Sharma, K., Jain, S. and Sharma, A. 2020. 'Municipal solid waste management in developing countries: Current status and future challenges', *Journal of Environmental Management*, 273, hal. 111–123.
- Singh, J. and Ordoñez, I. 2016. 'Resource recovery from post-consumer waste: Important lessons for the upcoming

- circular economy', *Journal of Cleaner Production*, 134, hal. 342–353.
- United Nations Environment Programme. 2019. *Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Velis, C. A. 2015. 'Circular economy and global secondary material supply chains', *Waste Management & Research*, 33(5), hal. 389–391.
- Wang, H., He, J. and Kim, Y. 2021. 'Assessment of waste management systems and sustainability indicators', *Sustainability*, 13(4), hal. 1–15.
- World Bank. 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington DC: World Bank.
- Zhang, D. and Wang, Y. 2022. 'Waste separation behavior and its impact on recycling efficiency', *Waste Management*, 138, hal. 1–10.
- Zhou, H., Meng, A., Long, Y., Li, Q. and Zhang, Y. 2018. 'An overview of characteristics of municipal solid waste fuel in China: Physical, chemical composition and heating value', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, hal. 206–213.