



PERANCANGAN SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS DI DESA BANJARAGUNG

DESIGN OF HOUSEHOLD WASTE MANAGEMENT SYSTEM WITH DYNAMIC SYSTEM APPROACH IN BANJARAGUNG VILLAGE

¹ Fajar Hayyin,

¹Dosen Teknik Industri Universitas Al-Khairiyah (UNIVAL), Cilegon

Email: fajar.hayyin@gmail.com

Abstrak

Pengelolaan sampah rumah tangga merupakan isu lingkungan yang mendesak, terutama di wilayah perkotaan di Indonesia yang mengalami peningkatan volume sampah secara signifikan. Studi ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengelolaan sampah yang lebih adaptif dan efisien menggunakan pendekatan sistem dinamis, dengan fokus pada Desa Banjaragung. Penelitian ini mengidentifikasi tantangan utama dalam pengelolaan sampah, seperti keterlambatan pengangkutan dan kapasitas pengolahan sampah organik yang terbatas. Data diperoleh melalui survei rumah tangga, observasi lapangan, dan wawancara dengan pemangku kepentingan. Model dinamis digunakan untuk mensimulasikan berbagai skenario pengelolaan, termasuk peningkatan frekuensi pengangkutan, kapasitas pengolahan, dan partisipasi masyarakat dalam daur ulang. Hasil simulasi menunjukkan pengurangan penumpukan sampah hingga 30%, artinya optimasi dalam pengangkutan dan pengolahan sampah serta peningkatan partisipasi masyarakat dapat mengurangi volume sampah dan meningkatkan efisiensi operasional. Selain itu, penerapan kebijakan lingkungan seperti larangan penggunaan plastik sekali pakai juga berpotensi signifikan dalam mengurangi beban pengelolaan sampah. Temuan ini menawarkan wawasan bagi pembuat kebijakan dan pengelola sampah dalam merancang strategi pengelolaan yang lebih berkelanjutan.

Kata kunci : Sistem Dinamis, Pengelolaan Sampah, Rumah Tangga, Efisiensi, Lingkungan

Abstract

Household waste management is an urgent environmental issue, especially in urban areas in Indonesia which are experiencing a significant increase in waste volume. This study aims to develop a more adaptive and efficient waste management system using a dynamic systems approach, with a focus on Banjaragung Village. This research identifies the main challenges in waste management, such as transportation delays and limited organic waste processing capacity. Data was obtained through household surveys, field observations, and interviews with stakeholders. Dynamic models are used to simulate various management scenarios, including increasing transport frequency, processing capacity, and community participation in recycling. The simulation results show a reduction in waste accumulation of up to 30%, meaning that optimization in waste transportation and processing as well as increasing community participation can reduce waste volume and increase operational efficiency. In addition, implementing environmental policies such as a ban on the use of single-use plastic also has significant potential in reducing the burden of waste management. These findings offer insights for policy makers and waste managers in designing more sustainable management strategies.

Keywords : Dynamic Systems, Waste Management, Household, Efficiency, Environment.

PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah rumah tangga adalah salah satu isu lingkungan yang mendesak, terutama di daerah perkotaan yang mengalami pertumbuhan populasi pesat. Sampah rumah tangga yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak lingkungan yang serius, termasuk pencemaran tanah, air, dan udara, serta berpotensi menyebabkan masalah kesehatan. Di Indonesia, masalah ini semakin kompleks seiring dengan peningkatan volume sampah yang dihasilkan oleh rumah tangga

setiap harinya. Berdasarkan laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2023, sekitar 65% dari total sampah yang dihasilkan di Indonesia berasal dari rumah tangga, dengan mayoritas sampah berupa organik dan anorganik yang sulit terurai (Ningsih & Farikhatin Nisa, 2023). Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan yang efektif untuk mengurangi dampak negatif tersebut dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah yang bertanggung jawab. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah program daur ulang yang

melibatkan partisipasi aktif masyarakat, di mana mereka diajarkan untuk memilah sampah sejak dari sumbernya (Suliartini et al, 2022).

Di perkotaan besar seperti Jakarta, Bandung, dan Surabaya, sistem pengelolaan sampah menghadapi tantangan besar, mulai dari keterbatasan infrastruktur hingga rendahnya partisipasi masyarakat dalam program daur ulang. Sampah yang tidak tertangani dengan baik sering kali berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA), yang sudah melebihi kapasitas, atau bahkan mencemari lingkungan sekitar. TPA Bantar Gebang di Jakarta, misalnya, telah menerima sampah melebihi kapasitasnya, menyebabkan masalah lingkungan dan sosial yang serius. Kondisi ini memerlukan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan dalam pengelolaan sampah rumah tangga. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah peningkatan edukasi dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya daur ulang, serta penyediaan fasilitas yang memadai untuk mendukung proses tersebut (Santoso & Farizal, 2019).

Pendekatan sistem dinamis menawarkan solusi potensial untuk tantangan ini. Dengan memanfaatkan model sistem dinamis, kita dapat menganalisis dan memprediksi aliran sampah dalam berbagai skenario, serta mengidentifikasi titik-titik kritis yang dapat diperbaiki. Pendekatan ini tidak

hanya membantu dalam merancang sistem pengelolaan sampah yang lebih efisien, tetapi juga memungkinkan penyesuaian strategi berdasarkan perubahan dalam pola konsumsi dan kebijakan lingkungan. Misalnya, model dinamis dapat digunakan untuk mensimulasikan dampak dari kebijakan baru seperti larangan penggunaan plastik sekali pakai atau program peningkatan daur ulang, serta menilai bagaimana kebijakan tersebut dapat mempengaruhi volume sampah dan efektivitas sistem pengelolaan secara keseluruhan (Diana et al, 2022).

Penggunaan sistem dinamis juga membuka peluang untuk menciptakan sistem pengelolaan sampah yang lebih partisipatif, di mana masyarakat dapat lebih aktif terlibat dalam proses daur ulang dan pengurangan sampah. Dengan model yang dikembangkan, pengelola sampah dapat dengan lebih baik mengarahkan sumber daya dan intervensi untuk mencapai hasil yang optimal, baik dari segi pengurangan volume sampah maupun peningkatan efisiensi operasional (Alfath, 2018). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengelolaan sampah rumah tangga yang adaptif dan efisien menggunakan pendekatan sistem dinamis, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap upaya pengelolaan lingkungan yang lebih baik di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan sistem dinamis untuk merancang dan mengoptimalkan sistem pengelolaan sampah rumah tangga di Desa Banjaragung, sebuah daerah yang menghadapi tantangan signifikan dalam hal pengelolaan sampah. Pendekatan sistem dinamis dipilih karena kemampuannya untuk memodelkan interaksi kompleks antara berbagai komponen dalam sistem pengelolaan sampah, seperti aliran sampah dari sumbernya, pengumpulan, pengangkutan, hingga pemrosesan dan pembuangan akhir. Sistem dinamis memungkinkan simulasi berbagai skenario, sehingga memudahkan identifikasi titik-titik lemah dan pengembangan solusi yang lebih efektif (Berenjkar et al, 2021).

Data untuk model dinamis ini dikumpulkan melalui survei terhadap 150 rumah tangga di Desa Banjaragung, observasi lapangan di fasilitas pengolahan sampah lokal, serta wawancara dengan para pemangku kepentingan terkait, termasuk pengelola sampah, pemerintah daerah, dan organisasi non-pemerintah yang bergerak di bidang lingkungan. Survei bertujuan untuk memahami pola konsumsi dan perilaku pembuangan sampah di tingkat rumah tangga, termasuk jenis dan volume sampah yang dihasilkan, frekuensi pengumpulan sampah, serta tingkat partisipasi dalam program daur ulang (Pinha & Sagawa, 2020). Data lapangan memberikan gambaran tentang kondisi aktual infrastruktur pengelolaan sampah, seperti jumlah dan kapasitas truk pengangkut, kondisi TPA, dan efektivitas fasilitas daur ulang.

Model dinamis yang dikembangkan memetakan aliran sampah dari rumah tangga ke fasilitas pengumpulan, pengangkutan, pemrosesan, dan pembuangan akhir (Zulkipli et al, 2018). Model ini kemudian divalidasi dengan data historis untuk memastikan akurasi. Setelah model tervalidasi, berbagai skenario diuji untuk mengevaluasi dampak dari perubahan dalam kebijakan atau intervensi tertentu terhadap sistem pengelolaan sampah. Beberapa skenario yang diuji termasuk peningkatan frekuensi pengangkutan sampah, peningkatan kapasitas fasilitas pengolahan sampah organik, serta peningkatan partisipasi masyarakat dalam program daur ulang. Setiap skenario dievaluasi berdasarkan indikator kinerja utama, seperti pengurangan volume sampah, biaya operasional, dan dampak lingkungan.

Simulasi model dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Vensim, yang memungkinkan analisis sistem dinamis secara visual dan kuantitatif. Output dari simulasi kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi skenario yang paling efisien dan berkelanjutan (Budiyanto, 2021). Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi dampak dari penerapan kebijakan

lingkungan baru, seperti pelarangan penggunaan plastik sekali pakai, terhadap sistem pengelolaan sampah secara keseluruhan. Hasil dari simulasi ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berguna bagi pembuat kebijakan dan pengelola sampah dalam merancang strategi pengelolaan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah rumah tangga di Desa Banjaragung saat ini menghadapi beberapa tantangan kritis, yang jika tidak diatasi, dapat mengakibatkan masalah lingkungan yang serius. Salah satu tantangan utama adalah keterlambatan dalam pengangkutan sampah, yang menyebabkan penumpukan sampah di titik pengumpulan, terutama pada periode dengan volume sampah yang tinggi seperti setelah hari libur besar. Simulasi pada skenario peningkatan frekuensi pengangkutan sampah dari dua kali menjadi tiga kali seminggu menunjukkan pengurangan penumpukan sampah hingga 35%, serta penurunan biaya pembersihan jalan yang diakibatkan oleh sampah yang berserakan.

Skenario	Parameter	Hasil Simulasi
Baseline	Frekuensi Pengangkutan	Penumpukan sampah: 100% (tanpa optimalisasi)
	Kapasitas Pengolahan	Biaya Operasional: 100%
	Partisipasi Daur Ulang	Partisipasi Masyarakat: 30%
Optimasi Frekuensi	Frekuensi Pengangkutan: +20%	Penumpukan sampah: -15%
	Kapasitas Pengolahan: Tetap	Biaya Operasional: +10%
	Partisipasi Daur Ulang: Tetap	Partisipasi Masyarakat: 35%
Optimasi Kapasitas	Frekuensi Pengangkutan: Tetap	Penumpukan sampah: -20%
	Kapasitas Pengolahan: +30%	Biaya Operasional: +15%
	Partisipasi Daur Ulang: +10%	Partisipasi Masyarakat: 40%
Optimasi Kombinasi	Frekuensi Pengangkutan: +15%	Penumpukan sampah: -30%
	Kapasitas Pengolahan: +20%	Biaya Operasional: +20%
	Partisipasi Daur Ulang: +20%	Partisipasi Masyarakat: 50%

Tabel 1. Hasil Simulasi Pengelolaan Sampah dengan Sistem Dinamis

Selain itu, hasil simulasi menunjukkan bahwa

kapasitas fasilitas pengolahan sampah organik di Desa Banjaragung belum memadai untuk mengelola volume sampah yang terus meningkat. Penambahan satu unit fasilitas komposter dan biodigester di desa ini dapat meningkatkan kapasitas pengolahan sampah organik hingga 25%, yang berpotensi mengurangi volume sampah yang harus dibuang ke TPA sebesar 20%. Simulasi juga menunjukkan bahwa fasilitas ini dapat menghasilkan produk sampingan yang bermanfaat, seperti kompos yang dapat digunakan oleh petani lokal, dan biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif.

Dalam hal partisipasi masyarakat, hasil survei menunjukkan bahwa saat ini hanya sekitar 35% rumah tangga yang berpartisipasi aktif dalam program daur ulang. Namun, simulasi menunjukkan bahwa dengan peningkatan partisipasi hingga 60%, volume sampah anorganik yang perlu diolah dapat berkurang hingga 30%. Hal ini menunjukkan pentingnya program edukasi dan kesadaran masyarakat untuk mendukung upaya pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan (Simbolon, 2022). Selain itu, hasil simulasi juga mengungkapkan bahwa program daur ulang yang lebih baik dapat mengurangi biaya operasional sistem pengelolaan sampah secara keseluruhan, terutama dalam hal pengurangan frekuensi pengangkutan dan pengolahan.

Dari sisi kebijakan, simulasi menunjukkan bahwa pelarangan penggunaan plastik sekali pakai di Desa Banjaragung dapat mengurangi volume sampah plastik hingga 40%. Kebijakan ini, jika didukung dengan program edukasi yang kuat, dapat memberikan dampak signifikan terhadap pengurangan beban pengelolaan sampah, serta mendukung pencapaian target pengelolaan sampah berkelanjutan. Namun, pelaksanaan kebijakan ini memerlukan kerjasama yang erat antara pemerintah desa, pelaku usaha, dan masyarakat, untuk memastikan keberhasilan dan penerimaan yang luas.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa pendekatan sistem dinamis merupakan alat yang efektif dalam merancang dan mengoptimalkan sistem pengelolaan sampah rumah tangga, terutama di daerah yang menghadapi tantangan signifikan seperti Desa Banjaragung. Melalui simulasi berbagai skenario, penelitian ini mengidentifikasi bahwa peningkatan frekuensi pengangkutan sampah, penambahan kapasitas pengolahan sampah organik, serta peningkatan partisipasi masyarakat dalam program daur ulang dapat secara signifikan mengurangi volume sampah yang harus dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) dan meningkatkan efisiensi operasional sistem pengelolaan sampah. Selain itu, penerapan kebijakan seperti larangan penggunaan plastik sekali pakai menunjukkan potensi besar dalam mendukung pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan wawasan penting bagi pembuat kebijakan dan pengelola sampah untuk merancang strategi yang

lebih adaptif dan berkelanjutan, yang dapat diadaptasi untuk diterapkan di daerah lain dengan karakteristik dan tantangan yang serupa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ningsih, E., & Farikhatin Nisa, N. I. (2023). Pemanfaatan Lempung sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*.
<https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i2.64482>
2. Suliartini, N. W., Isnaini, I., Khaifa, L., Aini, U. I., Firdaus, M. R., Solehah, S. S. B., & Hafizah, G. T. R. (2022). Pengolahan Sampah Rumah Tangga Yang Mudah Dan Murah Sebagai Pupuk Organik Untuk Pelestarian Lingkungan Melalui Metode Takakura. *Jurnal Gema Ngabdi*.
<https://doi.org/10.29303/jgn.v4i1.174>
3. Santoso, A. N., & Farizal. (2019). Community Participation in Household Waste Management: An Exploratory Study in Indonesia.
<https://doi.org/10.1051/E3SCONF/201912507013>
4. Diana, R., Martianto, D., Baliwati, Y. F., Sukandar, D., & A, H. (2022). Household food waste policy: a literature review. *Jurnal Kesehatan Lingkungan (Jurusan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga)*.
<https://doi.org/10.20473/jkl.v14i4.2022.218-228>
5. Alfath, M. (2018). Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Pemberdayaan Masyarakat dalam Meningkatkan Pengelolaan Persampahan di Kota Palangka Raya.
<https://doi.org/10.24258/JBA.V14I1.321>
6. Berenjkar, P., Li, Y. Y., & Yuan, Q. (2021). The application of system dynamics in different practices of a waste management system. *Environment, Development and Sustainability*.
<https://doi.org/10.1007/S10668-021-01362-8>
7. Pinha, A. C. H., & Sagawa, J. K. (2020). A system dynamics modelling approach for municipal solid waste management and financial analysis. *Journal of Cleaner Production*.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.122350>
8. Zulkipli, F., Mohd Nopiah, Z., Ahamad Basri, N. E., Kie, C. J., Zulkepli, J., & Khalid, K. I. (2018). Integrated Dynamical Model for Malaysian Solid Waste Management Using System Dynamics. *International Journal of Engineering and Technology*.

<https://doi.org/10.14419/IJET.V7I3.20.18997>

9. Budiyanto, A. (2021). A dynamic model for managing urban waste in Bogor City, West Java Province.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012208>

10. Simbolon, V. A. (2022). Pemicuan dan Edukasi Masyarakat Tentang Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Pupuk Organik di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan Tahun 2022. *Jurnal Salam Sehat Masyarakat (JSSM)*.

<https://doi.org/10.22437/jssm.v3i2.17694>