

Penerapan Model Sistem Dinamis Pada Sistem Pengelolaan Sampah Di TPAS Cilowong, Kota Serang

Application of The Dynamic System Model In Waste Management In The Cilowong Landfills, Serang City

Sahrupi^{1)*}, Muhamad Hanif²⁾, RB. Tri Joko Wibowo³⁾, Mohamad Jihan Shofa⁴⁾

^{1,2,3,4,5)} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya, Jakarta, Indonesia

email: ¹⁾sahrupi@unsera.ac.id, ²⁾haniftunes@gmail.com, ³⁾rb.lecture@gmail.com, ⁴⁾mjihhan@unsera.ac.id

Informasi Artikel

Diterima:
Submitted:
12/06/2024

Diperbaiki:
Revised:
07/09/2024

Disetujui:
Accepted:
10/10/2024

*) Sahrupi
sahrupi@unsera.ac.id

DOI:
<https://doi.org/10.32502/integrasi.v9i2.184>

Abstrak

Permasalahan yang sering terjadi di lokasi TPAS Cilowong adalah penumpukan sampah yang sulit untuk dikelola yang menyebabkan daya tampung area TPAS semakin lama menjadi semakin berkurang. Tujuan dilakukannya penelitian yaitu untuk mengetahui bagaimana rancangan model sistem pengelolaan sampah TPAS menggunakan model sistem dinamis *Causal Loop Diagram* (CLD) dan juga untuk mengetahui perilaku model tersebut menggunakan software simulasi Powersim Studio 10. Tahapan pengolahan data penelitian dimulai dengan menentukan variabel atau entitas sistem dan parameter, membuat rancangan model, validasi model, membuat simulasi model dan melakukan analisis hasil data simulasi. Hasil penelitian diperoleh bahwa pada tahun 2035 jumlah sampah yang dihasilkan pada model 1 sebanyak 16046097,39 ton sedangkan pada model 2 jumlah sampah sebanyak 13977807,65 ton. Hasil perbandingan kedua model diperoleh nilai efisiensi penggunaan lahan sebesar 30% untuk model 2. Adapun rekayasa pada model 2 dilakukan dengan menambahkan 3 variabel baru yaitu ketersediaan bank sampah, penerapan sistem recycle dan sistem komposting.

Kata kunci: *Causal Loop Diagram, Simulasi, Sistem Dinamis, Tempat Pembuangan Akhir Sampah*

Abstract

The common issue at the TPAS Cilowong site is the accumulation of waste that is difficult to manage, leading to a reduction in the facility's capacity over time. The purpose of this research is to design a waste management system model for TPAS using a dynamic system model known as the *Causal Loop Diagram* (CLD) and to analyze the behavior of the model using the Powersim Studio 10 simulation software. The data processing stages begin with determining system variables or entities and parameters, designing the model, validating the model, creating a model simulation, and analyzing the simulation results. The research results show that by 2035, the amount of waste generated in model 1 is 16,046,097.39 tons, while in model 2, the amount of waste is 13,977,807.65 tons. The comparison between the two models shows that land use efficiency in model 2 increases by 30%. In model 2, three new variables were introduced: the availability of waste banks, the implementation of a recycling system, and a composting system.

Keywords: *Causal Loop Diagram, Simulation, System Dynamic, Final waste disposal site*

©Integrasi Universitas Muhammadiyah Palembang
p-ISSN 2528-7419
e-ISSN 2654-5551

Pendahuluan

Menurut definisi *World Health Organization* (WHO) sampah merupakan

suatu benda yang tidak akan digunakan kembali yang bersumber dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya

[1]. Undang-Undang Pengelolaan Sampah Nomor 18 tahun 2008 mendefinisikan sampah adalah bentuk dari benda yang tidak digunakan yang berasal dari kegiatan sehari-hari manusia yang selalu bertambah. Sampah akan terus bertambah jumlahnya seiring dengan berkembangnya populasi penduduk [2].

Sampah adalah permasalahan nasional yang pengolahannya harus dilakukan secara kompleks dan terukur dari sumber awal sampah ke tempat akhir pembuangan sampah agar dapat memberikan manfaat masyarakat, dan dapat mengubah perilaku masyarakat [3]. Perubahan pola konsumsi penduduk seperti pertumbuhan ekonomi dan perubahan pendapatan merupakan penyebab terus meningkatnya jumlah volume sampah yang dihasilkan. Apabila tidak segera dilakukannya pengelolaan sampah, maka akan berdampak terhadap lingkungan.

TPAS Cilowong Kota Serang menampung sampah rumah tangga dari 6 wilayah yaitu Pusat Kota Serang, Kecamatan Kasemen, Kecamatan Walantaka, Kecamatan Taktakan, Kecamatan Cipocok Jaya dan Kecamatan Curug. Berdasarkan data sekunder jumlah sampah di TPAS Cilowong pada Januari sampai dengan Desember tahun 2022, terdapat jumlah sampah yang masuk ke lokasi TPAS sebanyak 161.121,25 Ton per tahun atau sekitar 12.000 Ton per bulan, dengan kenaikan 2% setiap bulannya. Adanya peningkatan jumlah sampah ini menyebabkan daya tampung lahan semakin berkurang.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai model sistem pengelolaan sampah di TPAS Cilowong. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui rancangan model sistem pengelolaan sampah di TPAS Cilowong dan mengetahui perilaku model dengan menggunakan aplikasi simulasi. Metode penelitian yang dianggap lebih tepat yaitu sistem dinamis dengan menggunakan *tool Causal Loop Diagram (CLD)*.

Sistem dinamik merupakan metode analisis yang digunakan untuk menentukan solusi dari suatu permasalahan dimana waktu merupakan suatu faktor yang penting, Kemudian mencakup pemahaman tentang bagaimana menjaga sistem agar tidak

terganggu oleh faktor eksternal, atau sesuai dengan tujuan dari pemodelan sistem yang sedang direncanakan [4]. Sistem dinamik merupakan suatu metode untuk mendeskripsikan suatu keadaan pada sistem yang nyata ke model yang sederhana yang mampu dipahami [5], [6].

Sistem dinamik adalah pendekatan analisis untuk mencari solusi dalam suatu masalah yang memperhitungkan peran waktu sebagai faktor krusial. Ini mencakup pemahaman tentang bagaimana sebuah sistem dapat dipertahankan dari gangguan eksternal atau disesuaikan dengan tujuan dari pemodelan sistem yang dilakukan [7]. Metode sistem dinamis sering dipakai untuk menganalisis sistem yang memiliki banyak ketergantungan antar komponen. Proses pembuatan model sistem dalam metode ini berfokus pada mengidentifikasi dan memodelkan hubungan sebab akibat antar elemen yang ada [8].

Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik dimulai dan diselesaikan dengan pemahaman yang mendalam tentang sistem dan masalahnya, membentuk suatu siklus tertutup (*loop*). Langkah-langkah dalam pendekatan sistem dinamik meliputi, (1) mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah; (2) mengembangkan konsep sistem; (3) merumuskan model; (4) simulasi model; (5) memverifikasi dan melakukan uji validitas model; (6) analisis kebijakan; dan (7) menerapkan kebijakan.

Sistem dinamik dan hubungan kausalitas selalu digunakan dalam menentukan solusi dari suatu permasalahan. Solusi yang dapat dipecahkan dilakukan dengan membuat model dan simulasi dari permasalahan yang terjadi. Pembuatan model dan simulasi bertujuan untuk dapat mengetahui dan memvalidasi sistem pengelolaan sampah sudah sesuai dengan keadaan yang sebenarnya [1].

Dalam pemodelan sistem dinamis, diperlukan suatu representasi visual yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antara komponen sistem, terutama melalui diagram sebab-akibat dan diagram *stock and flow* [9]. Sistem dinamis dapat mengatasi hubungan yang tidak linear dan loop umpan balik, serta mampu menangkap kompleksitas dan interaksi yang terjadi dalam loop umpan balik [10].

Causal Loop Diagram dan *Stock Flow Diagram* (SFD) dapat menjadi solusi dalam upaya pemecahan masalah sistem pengelolaan sampah di Tempat Pembuangan Sampah (TPA) [3], [4]. CLD merupakan diagram yang akan menggambarkan hubungan sebab akibat atau suatu gambaran hubungan antar unsur atau variabel tertentu [5], [11], [12]. *Stock flow diagram* merupakan istilah inti dalam teori sistem dinamik adalah "stock" yang mencerminkan data karakteristik dari keadaan sistem dan merupakan dasar dari pengambilan keputusan. *Stock* ini digabungkan dengan "rate" atau aliran informasi yang menciptakan dinamika ketidakseimbangan dalam sistem [13]. Diagram aliran stok adalah gambaran visual yang menggambarkan variabel-variabel yang ditemukan dalam diagram lingkaran sebab-akibat dengan cara yang sudah terjumlahkan [14]. Diagram aliran stok (SFD) melibatkan penggabungan data sebagai bagian dari model SFD, dimulai dengan menetapkan stok (tingkat), aliran (tingkat), variabel bantu, dan konstan [11].

Secara sederhana, tahapan perancangan model dengan menggunakan CLD dan SFD adalah dimulai dengan membuat rancangan hubungan sebab akibat atau *Causal Loop Diagram*, setelah itu membuat rancangan model simulasi dalam bentuk *Stock Flow Diagram*. Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem pengelolaan sampah menggunakan Powersim Studio 10. Adapun alasan penggunaan software tersebut adalah karena *easy using* dan tanpa biaya.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan pemodelan sistem dinamis dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah

Proses identifikasi masalah dilakukan melalui pengamatan langsung dan juga wawancara dengan pihak pengelola TPAS Cilowong. Adapun masalah yang berhasil ditemukan yaitu terjadi peningkatan volume sampah pada TPAS dan berkurangnya luas area lahan pembuangan sampah di TPAS Cilowong.

2. Melakukan *study literature*

Study literature bertujuan untuk mendapatkan konsep secara teoritis metode penelitian yang digunakan untuk pemecahan masalah. Beberapa sumber literatur yaitu buku, artikel penelitian terkait dan sumber data internet. Sebagian besar literatur diambil dari artikel penelitian.

3. Menetapkan tujuan penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah dan metode penelitian yang digunakan, maka dilakukan penetapan tujuan penelitian. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui model pengelolaan sampah TPAS Cilowong dan mengetahui hasil perilaku model dengan menggunakan software simulasi Powersim 10.

4. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara antara lain : pengamatan langsung, melakukan rekapitulasi volume sampah dan melakukan wawancara dengan pihak pengelola. Adapun data yang digunakan meliputi data primer yang diperoleh dari hasil wawancara dan juga data sekunder yang diperoleh dari laporan pengelola TPAS serta data sekunder dari internet.

5. Membuat formulasi model

Sebelum membuat formulasi model, terlebih dahulu ditentukan variabel-variabel yang membentuk sistem pengelolaan sampah di TPAS cilowong seperti daerah penyumbang sampah, jumlah sampah TPAS, lahan TPAS, jumlah sampah rumah tangga dan cara pengelolaan sampah. selanjutnya dibuat formulasi model dengan menggunakan *Causal Loop Diagram* (CLD).

6. melakukan validasi model

validasi model bertujuan untuk memastikan bahwa model yang telah diformulasikan sudah sesuai dengan sistem nyata. Validasi model dilakukan dengan cara brainstorming langsung dengan pihak pengelola sampah TPAS.

7. Membuat model simulasi menggunakan Powersim 10

Model simulasi dibuat untuk mengetahui perilaku variabel yang ada dalam sistem yang dimodelkan. proses simulasi dilakukan dengan menggunakan bantuan software powersim 10. Adapun hasil dari simulasi adalah berupa report mengenai keluaran jumlah sampah dan juga luas

lahan TPAS. Model simulasi ditunjukkan dalam bentuk *Stock Flow Diagram* (SFD).

8. Melakukan analisis hasil simulasi
Analisis hasil simulasi bertujuan untuk mengetahui apakah hasil simulasi telah sesuai dengan perilaku kondisi sistem secara nyata. Disamping itu, analisis simulasi juga dilakukan untuk mendapatkan informasi apakah model yang telah dirancang memberikan perubahan positif bagi perbaikan sistem pengelolaan sampah kedepannya.
9. Rekomendasi perbaikan
Rekomendasi perbaikan diambil dari masukan pengelola dan juga dari sumber data yang diperoleh dari daerah yang telah menerapkan teknologi atau upaya serupa guna dan terbukti dapat mengurangi jumlah sampah di TPAS.
10. Kesimpulan dan saran
Berisi kesimpulan dari hasil penelitian sesuai perumusan masalah. Sedangkan saran berisi saran perbaikan selanjutnya baik yang berkenaan dengan pengelolaan sampah maupun pengembangan penelitian yang akan datang.

Hasil dan Pembahasan

1. Data Sampah Masuk TPAS

Jumlah data sampah yang masuk ke dalam lokasi TPAS Cilowong, berasal dari 6 daerah pada wilayah Kota Serang. Daerah-daerah penyumbang sampah tersebut terdiri dari: Kota Serang, Kasemen, Walantaka, Taktakan, Cipocok Jaya, dan Curug. Berikut ini merupakan data sampah yang masuk dari daerah-daerah tersebut:

Tabel 1. Daerah Penyumbang Sampah Pada TPAS Cilowong Tahun 2022

Daerah	Jumlah Sampah Masuk (Ton/Bulan)
Kota Serang	4.800
Kasemen	1.650
Walantaka	1.590
Taktakan	1.530
Cipocok Jaya	1.470
Curug	960
Total	12.000

Sumber : TPAS Cilowong (2022)

Sampah-sampah yang dikirimkan ke lokasi TPAS Cilowong selalu mengalami kenaikan sebesar 2% perbulan. Data yang

didapatkan dari kenaikan 2% perbulan didapatkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Jumlah Sampah Masuk Tahun 2022

Bulan	Jumlah Sampah Masuk (Ton)
Januari	12000
Februari	12242,33
Maret	12489,56
April	12741,78
Mei	12999,10
Juni	13261,61
Juli	13529,42
Agustus	13802,64
September	14081,38
Oktober	14365,75
November	14655,86
Desember	14951,82
Total	161121,25

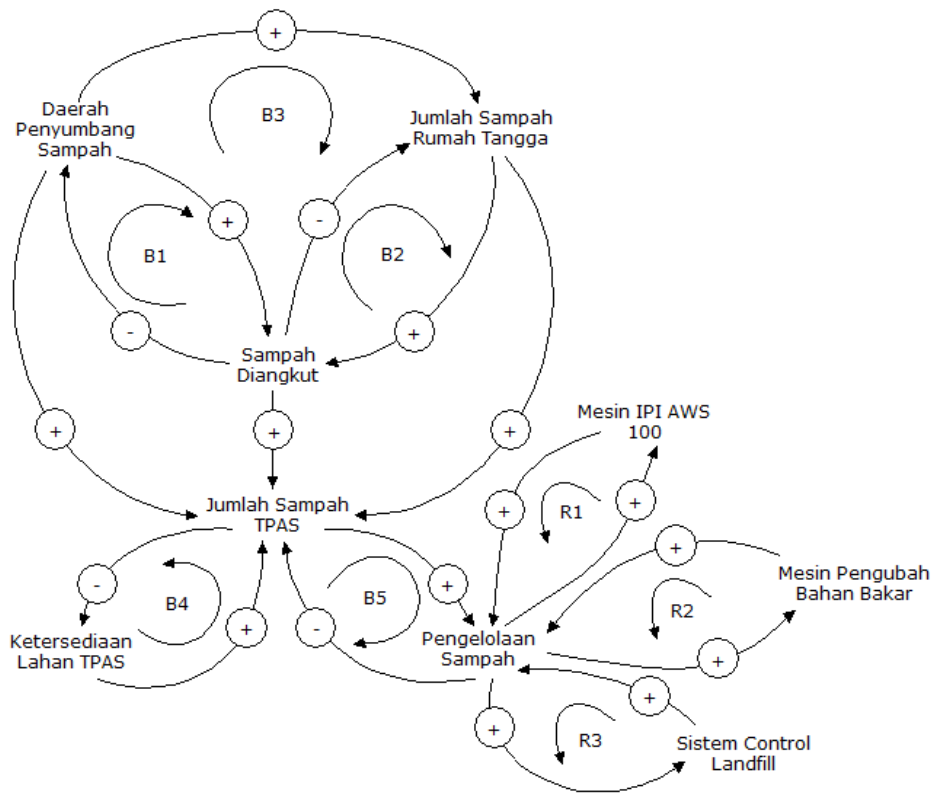
Sumber : TPAS Cilowong (2022)

2. Perancangan CLD dan SFD Model 1

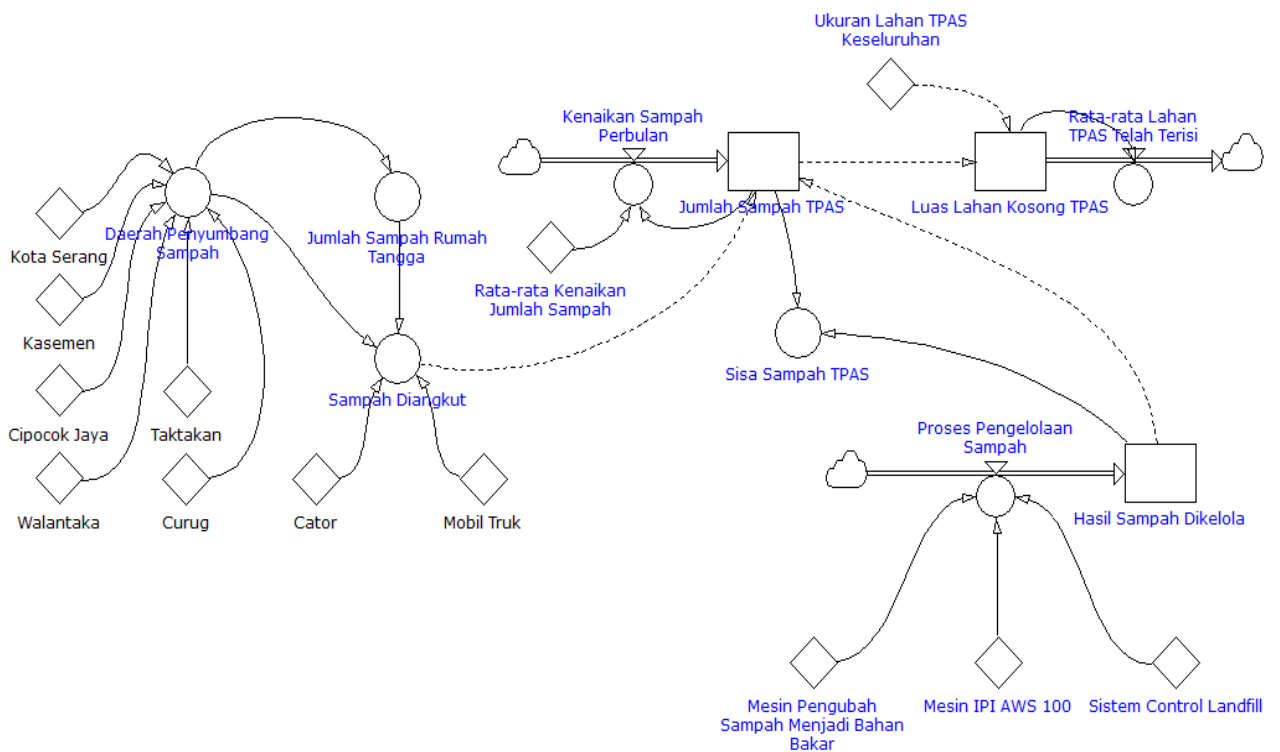
Sistem pengelolaan sampah model 1 merupakan sistem pengelolaan sampah di TPAS Cilowong dengan kondisi sebelum dilakukan penelitian. Terdapat 3 variabel yang ada dalam sistem yang mempengaruhi dalam kemampuan pengelolaan sampah di TPAS Cilowong yaitu mesin IPI AWS 100, mesin pengubah bahan bakar dan control landfill. Berdasarkan data dari pengelola TPAS kapasitas masing-masing variabel tersebut yaitu mesin IPI AWS 100 mampu mengelola sampah sebesar 25% atau 100 Ton/hari, mesin pengubah sampah menjadi bahan bakar mampu mengelola sampah sebesar 4% atau 16 Ton/hari, dan sistem *control landfill* yang mampu mengelola sampah sebesar 1% atau 4 Ton/hari.

Rancangan model 1 dibuat sesuai dengan sistem nyata yang sedang terjadi pada proses pengelolaan sampah di lokasi TPAS Cilowong. Rancangan model 1 digambarkan dalam bentuk causal loop diagram sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1. Adapun untuk model *stock flow diagram* ditunjukkan pada gambar 2. Setelah dilakukan simulasi menggunakan powersim

10, diperoleh hasil simulasi model 1 sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3.



Gambar 1. Causal Loop Diagram Model 1



Gambar 2. Stock Flow Diagram Model 1

Tabel 3. Hasil *Running Stock Flow Diagram* Model 1

<i>Time</i>	Daerah Penyumbang Sampah (Ton)	Jumlah Sampah Rumah Tangga (Ton)	Sampah Diangkut (Ton)	Jumlah Sampah TPAS (Ton)	Kenaikan Sampah Perbulan (Ton)	Hasil Sampah Dikelola (Ton)	Sisa Sampah TPAS (Ton)
Jan 2022	12.000	12.000	12.000	12.000	12.240	3.600	8.400
Feb 2022	12.000	12.000	12.000	24.359,06	12.487,18	7.200	17.159,06
Mar 2022	12.000	12.000	12.000	36.967,70	12.739,35	10.800	26.167,70
Apr 2022	12.000	12.000	12.000	49.830,98	12.996,62	14.400	35.430,98
Mei 2022	12.000	12.000	12.000	62.954,01	13.259,08	18.000	44.954,01
Jun 2022	12.000	12.000	12.000	76.342,07	13.526,84	21.600	54.742,07
Jul 2022	12.000	12.000	12.000	90.000,48	13.800,01	25.200	64.800,48
Agu 2022	12.000	12.000	12.000	103.934,73	14.078,69	28.800	75.134,73
Sep 2022	12.000	12.000	12.000	118.150,37	14.363,01	32.400	85.750,37
Okt 2022	12.000	12.000	12.000	132.653,09	14.653,06	36.000	96.653,09
Nov 2022	12.000	12.000	12.000	147.448,68	14.948,97	39.600	107.848,68
Des 2022	12.000	12.000	12.000	162.543,06	15.250,86	43.200	119.343,06
Jan 2023	12.000	12.000	12.000	177.942,27	15.558,85	46.800	131.142,27

Tabel 4. Persentase Penggunaan Lahan Model 1

Tahun	Jumlah Sampah TPAS (Ton)	Lahan Terisi (%)
2022	119343,06	0,18%
2023	282904,71	0,62%
2024	502529,25	1,39%
2025	793418,02	2,61%
2026	1174894,12	4,41%
2027	1671520,08	6,98%
2028	2314518,51	10,53%
2029	3143577,92	15,36%
2030	4209148,28	21,82%
2031	5575358,97	30,38%
2032	7323727,83	41,63%
2033	9557876,11	56,31%
2034	12409521,68	75,36%
2035	16046097,39	100,00%

Total luas lahan pada TPAS Cilowong adalah sekitar 15 Hektare. Namun berdasarkan hasil simulasi pada model 1, diprediksi pada tahun Januari 2023 sisa luas lahan yang tersedia 4,33 Hektare. Penggunaan lahan pada model 1, diasumsikan selalu terisi 4% setiap bulannya. Sehingga, pada tahun 2035

diprediksi lahan TPAS Cilowong akan terisi penuh oleh sampah (tabel 4).

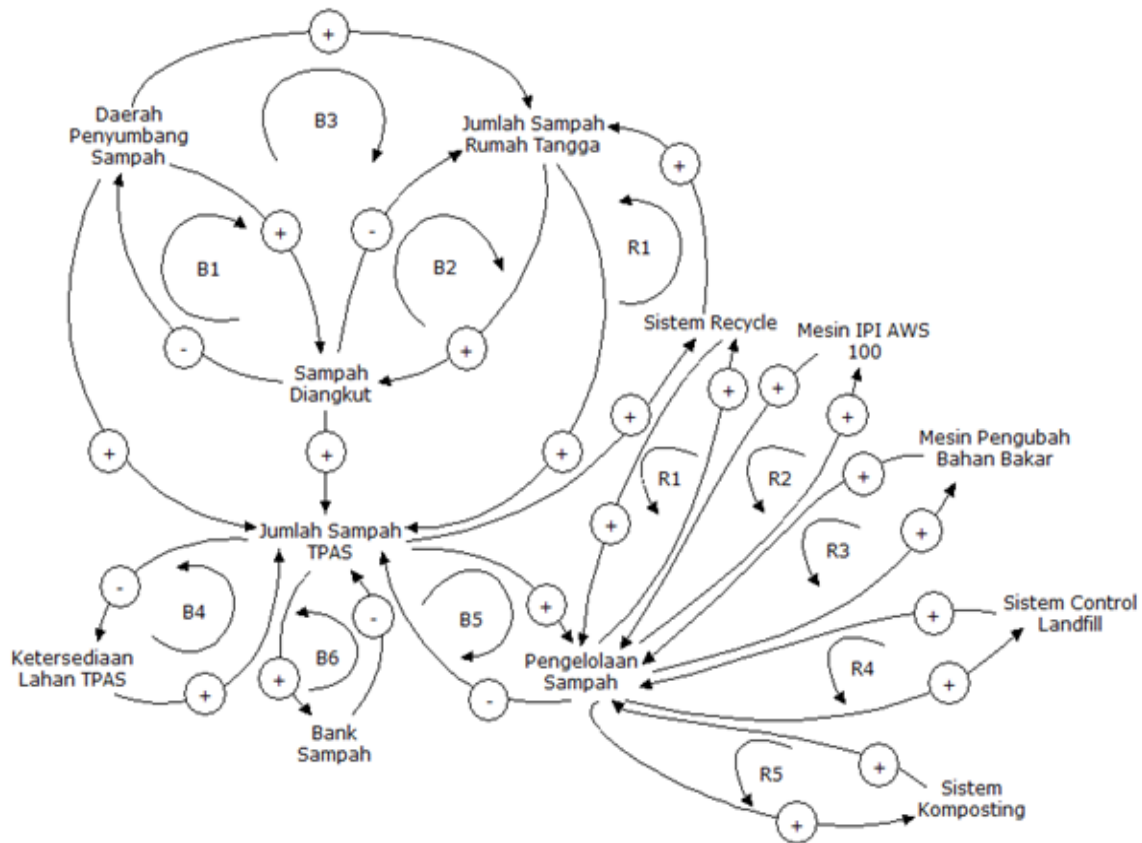
3. Perancangan CLD dan SFD Model 2

Setelah dilakukannya proses pembuatan CLD dan SFD pada model 1, maka langkah selanjutnya adalah membuat rancangan CLD dan SFD model 2. Rancangan model 2 merupakan model sistem pengelolaan TPAS Cilowong yang

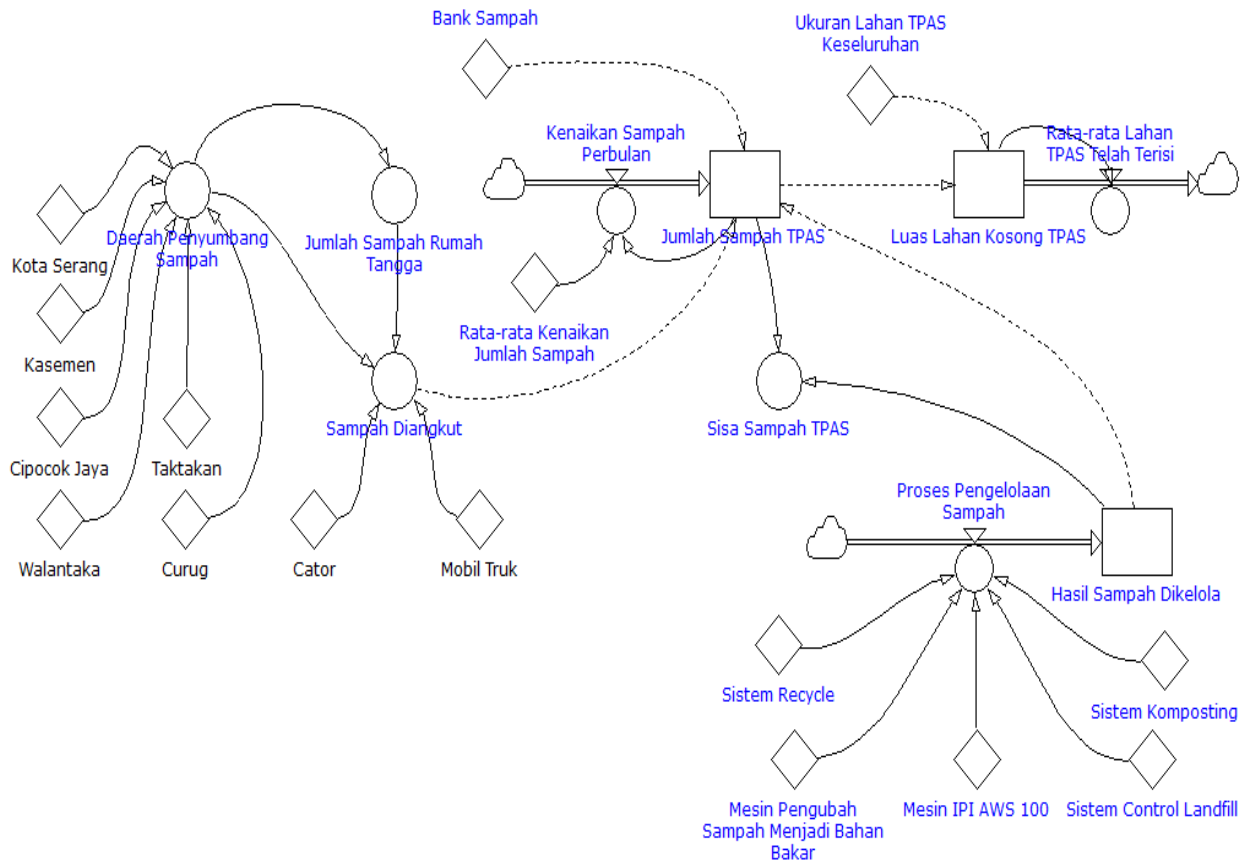
telah dilakukan rekayasa pada variabel pengelolaannya. Variabel-variabel tersebut diambil dari hasil studi literatur dan juga benchmark dengan beberapa daerah lain yang sudah lebih baik dalam sistem pengelolaan sampahnya. Variabel yang ditambahkan pada model 2 yaitu bank sampah, sistem *recycle* [15-21], dan sistem komposting. Penambahan 3 variabel berdasarkan hasil studi literatur di beberapa daerah lain yaitu Kota Serang, Kasemen, Cipocok Jaya, Walantaka, Curug, dan Taktakan [22].

Ketiga variabel yang ditambahkan diasumsikan mampu mengelola sampah pada lokasi TPAS Cilowong sebesar 30% (TPAS Cilowong, 2023). Sehingga, total pengelolaan sampah pada model 2 diakumulasikan menjadi 60% perbulan. CLD dan SFD model 2 ditunjukkan pada gambar 3 dan gambar 4.

Hasil simulasi model 2 ditunjukkan pada tabel 5 dan 6. Sedangkan hasil analisis penggunaan lahan pada model 2 ditunjukkan pada tabel 7. Berdasarkan tabel 5, diasumsikan bahwa lahan penampungan TPAS terisi sebanyak 3,6% setiap bulannya. Sehingga, lahan TPAS Cilowong diprediksi baru terisi penuh oleh sampah pada tahun 2036 (tabel 7). Berdasarkan hasil perbandingan kedua model, maka dapat disimpulkan bahwa model 2 memiliki nilai efisiensi sebesar 30% dibandingkan model 1. Pada model 1, penggunaan lahan TPAS Cilowong akan berakhir pada tahun 2035 yaitu mencapai 100%. Sedangkan pada model 2, penggunaan lahan TPAS pada tahun 2035 baru mencapai 77,59%, dan baru akan berakhir pada tahun 2036.



Gambar 3. Causal Loop Diagram Model 2



Gambar 4. Stock Flow Diagram Model 2

Tabel 5. Hasil Running Stock Flow Diagram Model 2

Time	Daerah Penyumbang Sampah (Ton)	Jumlah Sampah Rumah Tangga (Ton)	Sampah Diangkut (Ton)	Jumlah Sampah TPAS (Ton)	Kenaikan Sampah Perbulan (Ton)	Hasil Sampah Dikelola (Ton)	Sisa Sampah TPAS (Ton)
Jan 2022	12.000	12.000	12.000	10.800,00	11.016,00	6.000	4.800,00
Feb 2022	12.000	12.000	12.000	21.923,15	11.238,46	12.000	9.923,15
Mar 2022	12.000	12.000	12.000	33.270,93	11.465,42	18.000	15.270,93
Apr 2022	12.000	12.000	12.000	44.847,88	11.696,96	24.000	20.847,88
Mei 2022	12.000	12.000	12.000	56.658,61	11.933,17	30.000	26.658,61
Jun 2022	12.000	12.000	12.000	68.707,86	12.174,16	36.000	32.707,86
Jul 2022	12.000	12.000	12.000	81.000,44	12.420,01	42.000	39.000,44
Agu 2022	12.000	12.000	12.000	93.541,26	12.670,83	48.000	45.541,26
Sep 2022	12.000	12.000	12.000	106.335,33	12.926,71	54.000	52.335,33
Okt 2022	12.000	12.000	12.000	119.387,78	13.187,76	60.000	59.387,78
Nov 2022	12.000	12.000	12.000	132.703,81	13.454,08	66.000	66.703,81
Des 2022	12.000	12.000	12.000	146.288,76	13.725,78	72.000	74.288,76
01 Jan 2023	12.000	12.000	12.000	160.148,04	14.002,96	78.000	82.148,04

Tabel 6. Hasil Pengelolaan Sampah Model 2

Time	Jumlah Sampah TPAS (Ton)	Hasil Sampah dikelola	Sisa Sampah TPAS
01 Jan 2022	10.800,00	6.000,00	4.800,00
01 Feb 2022	21.923,15	12.000,00	9.923,15
01 Mar 2022	33.270,93	18.000,00	15.270,93
01 Apr 2022	44.847,88	24.000,00	20.847,88
01 Mei 2022	56.658,61	30.000,00	26.658,61
01 Jun 2022	68.707,86	36.000,00	32.707,86

Time	Jumlah Sampah TPAS (Ton)	Hasil Sampah dikelola	Sisa Sampah TPAS
01 Jul 2022	81.000,44	42.000,00	39.000,44
01 Agu 2022	93.541,26	48.000,00	45.541,26
01 Sep 2022	106.335,33	54.000,00	52.335,33
01 Okt 2022	119.387,78	60.000,00	59.387,78
01 Nov 2022	132.703,81	66.000,00	66.703,81
01 Des 2022	146.288,76	72.000,00	74.288,76
01 Jan 2023	160.148,04	78.000,00	82.148,04

Tabel 7. Persentase Penggunaan Lahan Model 2

Tahun	Jumlah Sampah TPAS (Ton)	Lahan Terisi (%)
2022	74288,76	0,10%
2023	188374,24	0,37%
2024	352916,33	0,87%
2025	581596,22	1,68%
2026	891804,71	2,94%
2027	1305648,08	4,78%
2028	1851226,66	7,38%
2029	2564260,13	10,11%
2030	3490153,46	15,90%
2031	4686623,07	22,50%
2032	6227035,04	31,26%
2033	8204648,50	42,81%
2034	10738009,51	57,92%
2035	13977807,65	77,59%
2036	15920599,36	99,80%

Tabel 8. Perbandingan Persentase Penggunaan Lahan Model 1 dan Model 2

Model 1			Model 2		
Tahun	Jumlah Sampah TPAS (Ton)	Lahan Terisi (%)	Tahun	Jumlah Sampah TPAS (Ton)	Lahan Terisi (%)
2022	119343,06	0,18%	2022	74288,76	0,10%
2023	282904,71	0,62%	2023	188374,24	0,37%
2024	502529,25	1,39%	2024	352916,33	0,87%
2025	793418,02	2,61%	2025	581596,22	1,68%
2026	1174894,12	4,41%	2026	891804,71	2,94%
2027	1671520,08	6,98%	2027	1305648,08	4,78%
2028	2314518,51	10,53%	2028	1851226,66	7,38%
2029	3143577,92	15,36%	2029	2564260,13	10,11%
2030	4209148,28	21,82%	2030	3490153,46	15,90%
2031	5575358,97	30,38%	2031	4686623,07	22,50%
2032	7323727,83	41,63%	2032	6227035,04	31,26%
2033	9557876,11	56,31%	2033	8204648,50	42,81%
2034	12409521,68	75,36%	2034	10738009,51	57,92%
2035	16046097,39	100,00%	2035	13977807,65	77,59%

Simpulan

Hasil penelitian diperoleh bahwa pada tahun 2035 jumlah sampah yang dihasilkan pada model 1 sebanyak 16046097,39 ton sedangkan pada model 2 jumlah sampah sebanyak 13977807,65 ton.

Hasil perbandingan kedua model diperoleh nilai efisiensi penggunaan lahan sebesar 30% untuk model 2. Adapun rekayasa pada model 2 dilakukan dengan menambahkan 3 variabel baru yaitu ketersediaan bank sampah,

penerapan sistem recycle dan sistem komposting

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Universitas Serang Raya sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2024.

Daftar Pustaka

- [1.] A. Ghefurulloh and M. Mirwan, "Perencanaan Jalur Pengangkutan Sampah Kota Bangkalan Dengan Model Dinamis," vol. 2, no. 1, pp. 67–73, 2021.
- [2.] A. Rahman, E. R. Asrijati, and S. Rowi, "Membangun Ecoliteracy dan Penegakan Hukum Persampahan di Kabupaten Lombok Tengah," *J. Ilmu Pemerintah. Suara Khatulistiwa*, vol. 8, no. 1, p. 95-106, 2023.
- [3.] J. Dobiki, "Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan Di Pulau Kumo Dan Pulau Kakara Di Kabupaten Halmahera Utara," *J. Spasial Vol.*, vol. 5, no. 2, pp. 220–228, 2018.
- [4.] I. Surjandari, A. Hidayatno, and A. Supriatna, "Model Dinamis Pengelolaan Sampah Untuk Mengurangi Beban Penumpukan," *J. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 134-147, 2009, doi: 10.9744/jti.11.2.134-147
- [5.] A. Wirabhuana, "Lecture Note Introduction To Industrial and System Dynamics," p. 2, 2009.
- [6.] A. S. Salsabiila, "Skenario Kebijakan Pengelolaan Hutan Berkelanjutan Ekonomi di Wilayah Madiun dan Dampaknya terhadap Peningkatan Keuntungan dengan Pendekatan Sistem Dinamik (Studi Kasus: Perum Perhutani KPH Madiun)," Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [7.] E. Habibah, F. Novianti, and H. Saputra, "Analisis Terhadap Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Penerapan Kebijakan Pengelolaan Sampah Di Yogyakarta Menggunakan Pemodelan Sistem Dinamis," *J. Anal. Sociol.*, vol. 9, pp. 124–136, 2020, doi: 10.20961/jas.v9i0.39809.
- [8.] A. S. Salsabiila and B. Wirjodirdjo, "Skenario Kebijakan Pengelolaan Hutan Berkelanjutan Ekonomi di Wilayah Madiun dan Dampaknya terhadap Peningkatan Keuntungan dengan Pendekatan Sistem Dinamik (Studi Kasus: Perum Perhutani KPH Madiun)," 2015,
- [9.] Y. S. Purnomo, and N. A. Anggraini, "Pengaruh Pemotongan Akar Tanaman Air Terhadap Penurunan BOD dan COD Limbah Domestik Dengan Metode Fitoremediasi," *ESEC Proc.*, vol. 3, no. 1, pp. 65–74, 2022.
- [10.] T. E. Zulfikar, Supriyadi, Rosihin, and A. Nalhadi, "Pemodelan Sistem Persediaan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik," *JiTEKH*, vol. 11, no. 2, pp. 62–69, 2023.
- [11.] T. Parmawati, E. Hernawan, and S. Listyarini, "Pemodelan Sistem Pengelolaan Sampah Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kabupaten Tana Tidung Dengan Pendekatan System Dynamic," *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, vol. 8, no. 1, pp. 17–24, 2023.
- [12.] A. Suryandaru, A. T. Hidayat, M. I. Apriadi, and Sahrupi, "Penanganan emisi gas karbon di Kota Cilegon menggunakan pendekatan sistem dinamis," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 150–155, 2024, doi: 10.37373/jenius.v5i1.1048.
- [13.] A. Wirabhuana, "Lecture Note Introduction To Industrial and System Dynamics," p. 2, 2009.
- [14.] E. S. Sintiya, "Analisis Ketersediaan Beras Menggunakan Sistem Dinamik Sebagai Pendukung Kebijakan Ketahanan Pangan," *J. Tecnoscienza*, vol. 7, no. 2, pp. 268–282, 2023, doi: 10.51158/tecnoscienza.v7i2.852.
- [15.] M. Hastarina, B. Santosa, and M. R. Adiyatma, "Uji Eksperimental Pada Mesin Peleleh Plastik Menggunakan Metode Percobaan Faktorial," *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 64–69, 2021, doi: 10.32502/js.v6i2.3990
- [16.] M. Hastarina, A. A. Masruri, and S. A. Saputra, "Perancangan Mesin Peleleh Biji Plastik Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Plastik dengan Penerapan Metode Value Engineering" *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 49-54, 2019, doi: 10.32502/js.v4i2.2879

- [17.]F. N. Salendu and Y. Hadi, “Analisis Dan Pemodelan Sistem Pengelolaan Sampah Yang Ada Di Universitas Ma Chung,” *Kurawal - J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 82–88, 2018, doi: 10.33479/kurawal.v1i2.125
- [18.]B. K. Khotimah, “Teori Simulasi dan Pemodelan: Konsep, Aplikasi dan Terapan,” *Ponorogo: Wade Group*. 2015.
- [19.]R. Dirkareshza, A. I. Nasution, T. Taupiqqurrahman, and R. Hindira DPS, “Pengembangan Desa Pesisir Dengan Implementasi Metode Ekonomi Sirkular Melalui Peraturan Desa Dalam Mendukung *Sustainable Development GOALS*,” *Abdi Masy.*, vol. 4, no. 2, pp. 158–166, 2022, doi: 10.58258/abdi.v4i2.4166.
- [20.]V. S. S. Siregar, “Tantangan dan Peluang dalam Ekonomi Sirkular untuk Indonesia,” *J. Acitya Ardana*, 3(1), 27-33., pp. 1–12, 2023.
- [21.]L. Judijanto, “Analisis Bibliometrik tentang Pengembangan Konsep dan Implementasi Praktek dalam Literatur Akademis Ekonomi Sirkular,” *Sanskara Ekon. dan Kewirausahaan*, vol. 2, no. 03, pp. 133–142, 2024, doi: 10.58812/sek.v2i03.404.
- [22.]R. Febriyanto, “Analisis Sistem Pengelolaan Sampah Kota (Studi Kasus : Kota Serang),” *Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XV*, 2017.