

PEMODELAN SISTEM DINAMIK UNTUK EVALUASI SKENARIO PENGELOLAAN SAMPAH PADA DINAS LINGKUNGAN HIDUP KABUPATEN KOLAKA

Cindy Amalia Amir ¹⁾, Dirgahayu Lantara ²⁾, Taufik Nur ³⁾

¹²³⁾ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

Email : cindyamaliaamir@gmail.com¹⁾, dirgahayu.lantara@umi.ac.id²⁾, taufik.nur@umi.ac.id³⁾

INFORMASI ARTIKEL

Diterima:
18/10/2024

Diperbaiki:
20/11/2024

Disetujui:
29/11/2024

Diterbitkan:
30/12/2024

ABSTRAK

Tujuan: Menganalisis kondisi dan permasalahan pengelolaan sampah di Kabupaten Kolaka, setelah itu mengevaluasi kinerja Dinas Lingkungan Hidup dalam pengelolaan sampah di Kabupaten Kolaka, kemudian membuat dan mengembangkan model sistem dinamis pengelolaan sampah serta memberikan rekomendasi alternatif kebijakan guna meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka.

Desain/Metodologi/Pendekatan: Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi model dengan pendekatan sistem dinamik.

Temuan/Hasil: Hasil penelitian ini dari melakukan simulasi selama 20 tahun menunjukkan bahwa skenario A dan B dapat menjawab target dalam mencapai pengelolaan sampah secara optimal, sebab dimulai dari tahun 2021, sampah dapat dikelola secara signifikan tetapi membutuhkan alokasi dana yang cukup besar untuk penerapan pengelolaan sampah ini.

Dampak: Penerapan hasil penelitian ini pada Dinas Lingkungan Kolaka diharapkan dapat memberikan rekomendasi alternatif kebijakan dalam mengambil kebijakan sistem pengelolaan sampah.

Kesimpulan: Penelitian ini menunjukkan bahwa kebijakan yang paling optimal diterapkan dalam mencapai target pengelolaan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup adalah dengan penerapan skenario B, hal ini disebabkan dengan memfasilitasi TPS3R pada setiap wilayah kelurahan yang dikelola secara langsung oleh DLH, mampu menekan volume sampah yang akan dibawa ke TPA.

Kata kunci: Pengelolaan Sampah, Sistem Dinamik, Pemodelan Simulasi.



DOI: <https://doi.org/10.3926/japsi.v2i4.1667>

2024 The Author(s). This open-access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Situs web: <https://jurnal.fti.umi.ac.id/index.php/JAPSI>

1. PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk dan perubahan pola konsumsi dapat berpengaruh dalam peningkatan kebutuhan akan makanan (Hasan et al., 2024; Nur et al., 2023), barang dan layanan yang pada akhirnya berdampak pada bertambahnya volume, jenis dan karakteristik sampah yang semakin beragam (Sapanli et al., 2023). Pada zaman modern ini, gaya hidup masyarakat dalam konsumsi dan penggunaan produk seperti kemasan dan barang-barang sekali pakai cenderung meningkat, yang mana merupakan kontributor utama permasalahan limbah padat global (Iffah et al., 2024; Prasetyo et al., 2024).

Problematika mengenai sampah sangat berkaitan dengan perilaku individu dan kolektif dalam masyarakat yang mempengaruhi siklus pengelolaan sampah (Apriani et al., 2024). Di Kabupaten Kolaka, terdapat banyak kendala yang memengaruhi penanganan sampah akibat dari perilaku masyarakat itu sendiri, meliputi kurangnya kesadaran masyarakat akan membuang sampah pada tempatnya, kemudian terbatasnya fasilitas pengelolaan sampah sehingga tidak dapat menangani sampah secara optimal, serta rendahnya kesadaran masyarakat terhadap kewajiban retribusi sampah. Akibatnya pembuangan sampah banyak dilakukan dengan ditumpuknya dipinggir jalan, membuang sampah ke perairan dan membiarkannya begitu saja yang selanjutnya diambil oleh petugas kebersihan (Parmawati et al., 2023). Persepsi masyarakat mengenai sampah inilah yang menjadikan sampah hanya berpindah tempat dan akhirnya menumpuk pada satu tempat, misalnya pada tempat pembuangan akhir tanpa perlakuan apapun (Rusvinasari & Risnanto, 2024).

Di tengah permasalahan tersebut, Dinas Lingkungan Hidup (DLH) di Kabupaten Kolaka telah berupaya untuk menangani masalah sampah dengan berbagai kebijakan dan program. Salah satunya adalah pengadaan infrastruktur tempat pengelolaan sampah *Reduce, Reuse, Recycle* (TPS3R) (Budyantoro et al., 2024). Dinas Lingkungan Hidup mendorong masyarakat untuk memilah sampah organik dan anorganik sejak awal, yang nantinya dapat dikelola dengan lebih baik. Sampah organik dapat dijadikan kompos yang berguna untuk pertanian, sementara sampah anorganik dapat didaur ulang (Zahara et al., 2021). Namun, meskipun berbagai upaya sudah dilakukan, tantangan terbesar tetap ada pada kesadaran dan partisipasi aktif masyarakat (Abdussamad et al., 2022; Saleh et al., 2023). Dinas Lingkungan Hidup tidak dapat bekerja sendiri dalam mengatasi masalah sampah, kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta sangat dibutuhkan untuk menciptakan sistem pengelolaan sampah yang lebih efisien dan berkelanjutan (Miftahuljanah & Rochman, 2024). Selain itu, keberadaan TPS3R ini belum mampu mengatasi tingginya volume sampah, disebabkan dalam perencanaan TPS3R hanya mampu menangani satu wilayah kelurahan saja dengan kapasitas pengelolaan sebesar 9ton perhari, sedangkan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka hanya mempunyai 3 TPS3R yang aktif untuk pengelolaan sampah (Andaryani et al., 2023).

Dalam upaya penyelesaian masalah sampah, diperlukan kebijakan yang lebih mendukung dalam pengelolaan sampah dan peningkatan kerja sama pada semua pemangku kepentingan, tidak hanya peran pemerintah dari berbagai lintas institusi tetapi juga peran swasta dan masyarakat yang saling terkait satu sama lain (Rahmayanti et al., 2024). Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui kondisi serta permasalahan pengelolaan sampah di Kabupaten Kolaka pada saat ini, setelah itu mengetahui dan mengevaluasi kinerja Dinas Lingkungan Hidup dalam pengelolaan sampah di Kabupaten Kolaka, kemudian membuat dan mengembangkan model sistem dinamis pengelolaan sampah dan memberikan rekomendasi alternatif kebijakan guna meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka sehingga diharapkan dapat ditemukan solusi yang lebih optimal dalam mengatasi pengelolaan sampah saat ini dan memberikan rekomendasi alternatif skenario kebijakan bagi Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka serta membantu dalam keberhasilan implementasi dan intervensi.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan pada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka yang berlokasi di Jl. Pemuda No. 130, Laloeha, Kecamatan Kolaka, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Dengan jangka waktu penelitian yang dilaksanakan kurang lebih selama satu bulan.

Metode analisis kebijakan dalam penelitian ini adalah simulasi model dengan pendekatan sistem dinamis. Software yang digunakan adalah Vensim (*Ventana Simulation*) PLE. Pada penelitian ini diperlukan data dalam membuat model. Data tersebut berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan mencakup hasil observasi dan wawancara dengan pemangku kepentingan sedangkan data sekunder mencakup dokumen maupun arsip baik yang dipublikasikan maupun tidak dipublikasikan secara umum. Dalam pengembangan model konseptual terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

a. Analisis Kondisi Saat Ini

Pada tahap ini, dilakukan analisis permasalahan sistem pengelolaan sampah berdasarkan kondisi eksisting di Kabupaten Kolaka.

- b. **Konseptualisasi Sistem**
Pada tahap ini, akan dibangun sebuah *causal loop diagram* untuk mendeskripsikan hubungan sebab akibat antar variabel.
- c. **Formulasi Model**
Pada tahap ini, akan dibuat struktur kedua yaitu *stock flow diagram* dengan memasukkan formulasi matematis berupa coding/syntax.
- d. **Simulasi Model**
Pada tahap ini, dilakukan simulasi awal terhadap kondisi eksisting untuk memberikan gambaran model terhadap waktu yang telah dibuat.
- e. **Verifikasi dan Validasi Model**
Pada tahap ini, dilakukan memeriksa apakah terdapat ketidaksesuaian saat menjalankan model terhadap coding/syntax yang diinput. Kemudian, validasi model dengan uji statistik yang menggunakan pengukuran *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) (Fole et al., 2024; Safutra et al., 2024). Model dianggap valid apabila $E1 \leq 5\%$.

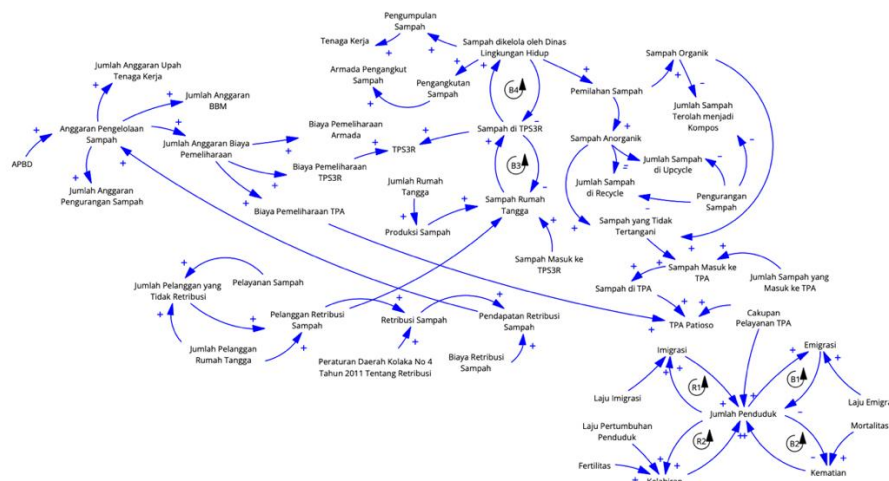
$$MAPE = \frac{1}{2} \sum \frac{|X_m - X_d|}{X_d} \times 100 \quad (1)$$

Dimana:
 X_m = Data Simulasi
 X_d = Data Aktual
- f. **Perancangan Alternatif Skenario**
Pada tahap ini, dilakukan evaluasi skenario pada simulasi model untuk memperoleh kebijakan yang sesuai dengan permasalahan pengelolaan sampah sehingga dapat memberikan rekomendasi kebijakan pada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Causal Loop Diagram

Pada diagram *causal*, sistem ini akan mengungkapkan kejadian hubungan sebab akibat (*causal relationship*) dari variabel-variabel sistem ke dalam bahasa gambar yang ditampilkan oleh panah-panah yang saling terkait membentuk sebuah diagram sebab akibat. Pada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka mengelola sampah setiap harinya berdasarkan dari Peraturan Daerah Kolaka No. 2 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Sampah di Kabupaten Kolaka, Dinas Lingkungan Hidup mengelola sampah sesuai dengan kapasitas dan fasilitas yang tersedia.



Gambar 1. *Causal Loop Diagram* Sistem Pengelolaan Sampah Kabupaten Kolaka
Sumber: data olah (2024)

Causal Loop Diagram pada Gambar 1. tersusun daripada variabel-variabel yang terdiri dari 6 loop dimana terdapat 2 loop penguat (*reinforcing*, R) dan 4 loop penyeimbang (*balancing*, B). Berikut ini

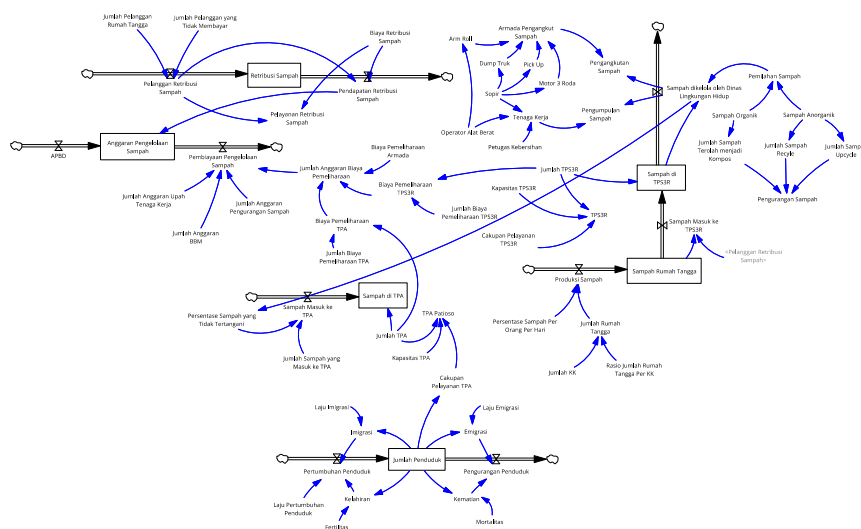
penjelasan rinci mengenai interaksi antar variabel pada setiap *loop* yang dilengkapi dengan keterangan warna untuk membedakan setiap *loop* yang dijelaskan, yaitu sebagai berikut:

- Loop* R1 (imigrasi penduduk), pada *loop* ini interaksi variabel yaitu imigrasi penduduk+jumlah penduduk.
- Loop* R2 (kelahiran), pada *loop* ini interaksi variabel yaitu kelahiran+jumlah penduduk.
- Loop* B1 (emigrasi), pada *loop* ini interaksi variabel yaitu emigrasi-jumlah penduduk.
- Loop* B2 (kelahiran), pada *loop* ini interaksi variabel yaitu kelahiran-jumlah penduduk.
- Loop* B3 (sampah dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup), pada *loop* ini interaksi variabel yaitu sampah dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup-sampah di TPS3R.
- Loop* B4 (sampah di TPS3R), pada *loop* ini interaksi variabel yaitu sampah di TPS3R-sampah rumah tangga.

Pengembangan model ini diawali dengan sub model jumlah penduduk sampai dengan sub model pengelolaan sampah. Karena dengan bertambahnya jumlah penduduk maka akan adanya pengaruh dalam produksi sampah pada setiap waktu dan sub model retribusi sampah serta sub model anggaran pengelolaan sampah untuk memenuhi pelayanan terhadap pelanggan berdasarkan biaya yang ditetapkan.

3.2 Stock Flow Diagram

Pembangunan model dalam bentuk *stock flow diagram* (SFD) adalah representasi sistem dinamis yang memodelkan aliran variabel dalam bentuk *stock* (stok) dan *flow* (arus) yang berdasarkan dari *causal loop diagram* (CLD) yang berisi formulasi matematis disetiap variabelnya. Formulasi model menghubungkan variabel-variabel yang telah diidentifikasi dalam model konseptual dengan bahasa simbolik, formulasi ini nantinya akan menghasilkan nilai *output* setelah dilakukannya simulasi. Di dalam *stock flow diagram* dilakukan simulasi dengan prediksi pengelolaan sampah selama 20 tahun.



Gambar 2. *Stock Flow Diagram* Sistem Pengelolaan Sampah Kabupaten Kolaka
Sumber: data olah (2024)

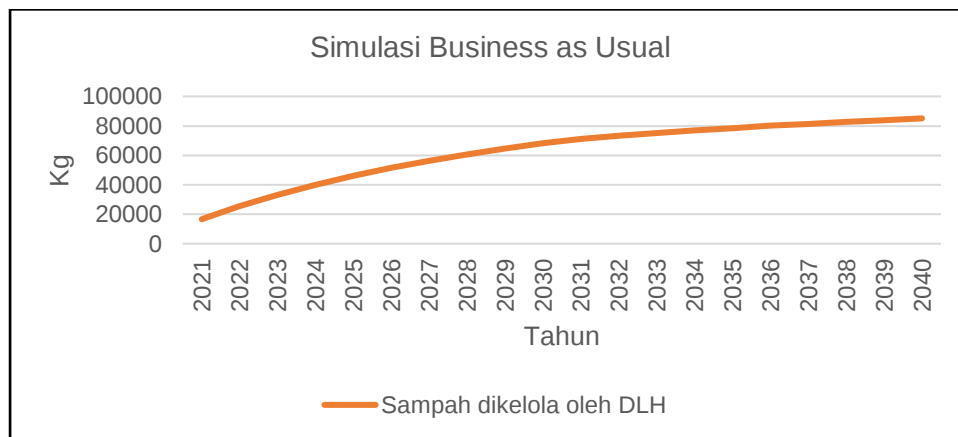
3.3 Simulasi Awal Business as Usual

Simulasi awal dilakukan dengan memasukkan informasi-informasi yang relevan sebagai *input* nya yang sama dengan kondisi pengelolaan sampah yang ada pada ini yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka. Tujuannya untuk melihat perilaku sistem apakah telah sesuai dengan sistem yang dimodelkannya. Hasil dari simulasi awal selanjutnya akan dijadikan bahan untuk melakukan validasi model. Simulasi dilakukan dalam horizon waktu selama pertahun. Adapun hasil simulasi awal sebagai berikut.

Tabel 1. Simulasi *Business as Usual*

Tahun	Sampah di TPS3R	Sampah dikelola oleh DLH	Sampah Rumah Tangga
2021	44086	16612,6	28550
2022	67670,4	25547,6	28215,1
2023	88001,6	33248	27699,1
2024	105570	39906,5	27567,2
2025	1211831	46069,3	28964,4
2026	136638	51677,9	28848,8
2027	149084	56390	27786,5
2028	160086	60564	29314,1
2029	170515	64513,4	28581,3
2030	180037	68122,8	29380,5
2031	187787	71059,5	28242,6
2032	193786	73329,8	27503,5
2033	198710	75199,4	27353,6
2034	203074	76853,5	27511,6
2035	207474	78519,8	28412,4
2036	211427	80012,9	27996,6
2037	215098	81408,9	28456,1
2038	218191	82574,9	27953,3
2039	221338	83769,1	29120,8
2040	224834	85096,7	29611,9

Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)

Grafik 1. Hasil Simulasi *Business as Usual*

Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)

3.4 Validasi Model

Pengujian model adalah proses yang dilakukan untuk mengevaluasi apakah suatu model yang telah dibangun dapat merepresentasikan sistem nyata secara akurat dan konsisten. Dalam konteks pemodelan sistem dinamis, pengujian model bertujuan untuk memastikan bahwa model tersebut valid dan dapat digunakan untuk simulasi atau pengambilan keputusan.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan pengukuran MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang dilakukan dengan membandingkan hasil aktual dengan hasil simulasi.

Tabel 2. Simulasi *Business as Usual*

No.	Tahun	Data Produksi Sampah Rumah Tangga Aktual (Kg)	Hasil Simulasi Simulasi (Kg)	Mean Absolute Percentage Error (MAPE)
1	2021	30.519	30.311	1%
2	2022	31.345	31.996	2%
3	2023	32.408	29.555	9%

No.	Tahun	Data Produksi Sampah Rumah Tangga Aktual (Kg)	Hasil Simulasi Simulasi (Kg)	Mean Absolute Percentage Error (MAPE)
4	2024	44.087	54.817	24%
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)				4%

Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)

Pada tabel 2, menunjukkan hasil uji validasi, yang diperoleh berdasarkan perhitungan antara hasil simulasi dengan data aktual dan didapatkan selisih sebesar 4%. Berdasarkan kriteria ketepatan model nilai MAPE tersebut adalah lebih kecil dari 5% sehingga dapat disimpulkan model valid.

3.5 Desain Skenario

Skenario merupakan suatu gambaran kemungkinan-kemungkinan yang biasa terjadi di masa datang. Berbeda dengan peramalan yang hanya memberikan gambaran tunggal tentang masa depan, skenario memiliki beberapa gambaran tentang masa depan. Skenario bertujuan menyajikan pola-pola tertentu suatu kinerja sistem di masa datang, bukan pada akurasi, namun tujuan skenario lebih pada aspek pembelajaran pada pihak terkait. Mengingat kajian ini bukan untuk menguji proses pembelajaran suatu kelompok, namun ingin melihat skenario dari perspektif peneliti, maka perlu disampaikan disini bahwa skenario yang dibangun merupakan pandangan peneliti. Peneliti dalam membangun skenario berdasarkan pada analisis masalah dengan menggunakan cara pandang atau berpikir sistem.

a. Skenario Kebijakan Penambahan Jumlah TPS3R

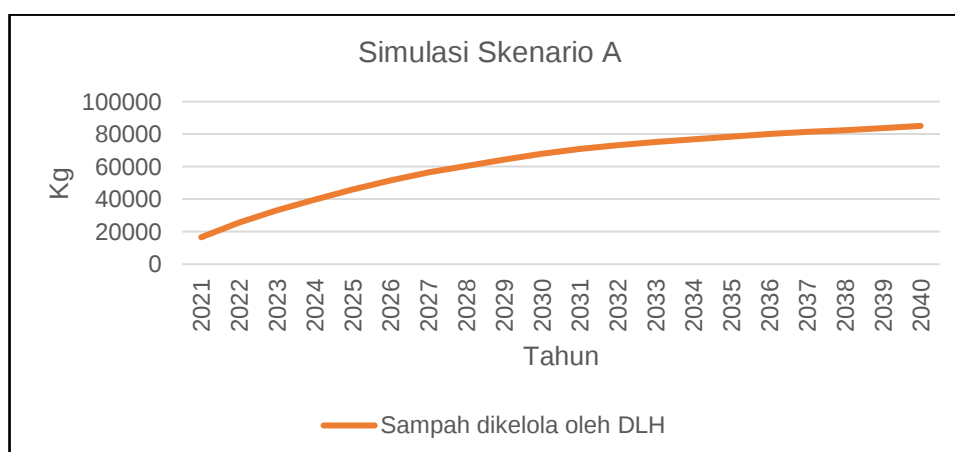
Skenario pertama adalah skenario dengan penambahan jumlah TPS3R menjadi 5 unit dan pengurangan persentase sampah per orang per hari menjadi 0,4% serta penambahan rasio jumlah rumah tangga menjadi 4 orang dalam satu rumah tangga berdasarkan KK (Kartu Keluarga), serta penambahan mesin pengelolaan sampah berupa mesin pirolisis disetiap TPS3R yang sudah ada saat ini.

Pada simulasi ini, Dinas Lingkungan Hidup dimulai pada tahun 2022 mampu menangani sampah rumah tangga, tetapi untuk pengelolaan sampah di TPS3R dapat ditangani dimulai pada tahun 2026 secara menyeluruh. Sehingga, skenario kebijakan yang diberikan, dimulai tahun 2026 sampah yang berada di TPS3R terkelola dengan baik oleh Dinas Lingkungan Hidup, dimana hal ini membuat sampah di TPS3R tidak perlu lagi didistribusikan ke TPA. Berikut data hasil simulasi beserta grafik sebagai berikut.

Tabel 3. Skenario Kebijakan Penambahan TPS3R

Tahun	Sampah di TPS3R	Sampah dikelola oleh DLH	Sampah Rumah Tangga
2021	44086	16612,6	28550
2022	46463,8	25547,6	25347,4
2023	48373	33248	25130,7
2024	49971,3	39906,5	23722,7
2025	51345,4	46069,3	23690,4
2026	52657,9	51677,9	24104,5
2027	53856,3	56390	23710,6
2028	54926,7	60564	23558,3
2029	55972,9	64513,4	24061,9
2030	57061,6	68122,8	24649,8
2031	57992,5	71059,5	23760,7
2032	58899,9	73229,8	24722,5
2033	59727,2	75199,4	23933,5
2034	60418,9	76853,5	23819,7
2035	61006,2	78519,8	23498
2036	61584,8	80012,9	23947,4
2037	62220,6	81408,9	24434,2
2038	62833,6	82574,9	24347,9
2039	63431,6	83769,1	24666,8
2040	64050,1	85096,7	25026,2

Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)



Grafik 2. Hasil Simulasi Skenario A Penambahan Jumlah TPS3R
Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)

Pada skenario A, pengelolaan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka, untuk biaya angkut retribusinya adalah sebesar Rp15.000. Sehingga, persentase sampah tertangani oleh DLH diasumsikan adalah sebesar 100%, dimana hal ini dibutuhkan penambahan jumlah TPS3R untuk mengolah sampah yang dihasilkan sejumlah KK (Kepala Keluarga), yakni sebanyak 2 unit dari sebelumnya selama periode simulasi, yang mana untuk 1 unit TPS3R mampu menampung 9 ton per hari sampah dengan kapasitas 30x30m dan pengadaan mesin pengelolaan sampah khusus untuk sampah organik kurang lebih sebanyak 3 unit.

Pada skenario A ini, kontribusi masyarakat melalui penanganan sampah dari sumber terhadap per orang per hari sangat diperlukan meski rasio orang dalam rumah tangga sebanyak 4 orang, karena pada skenario ini penambahan TPS3R tidak meliputi seluruh kecamatan sehingga tidak menutup kemungkinan sampah di TPS3R kurang maksimal untuk dilakukan penanganan. Total penyerapan sampah di TPS3R diperkirakan adalah 16.425 ton sampah per tahun.

b. Skenario Kebijakan Penambahan TPS3R dan Mesin Pengelolaan Pirolisis

Skenario kedua adalah skenario dengan penambahan jumlah TPS3R menjadi 10 unit berdasarkan kelurahan yang dikelola sehingga pengelolaan sampah dilakukan khusus untuk per kelurahan dengan masing-masing TPS3R dan penambahan persentase sampah per orang per hari menjadi 0,6%.

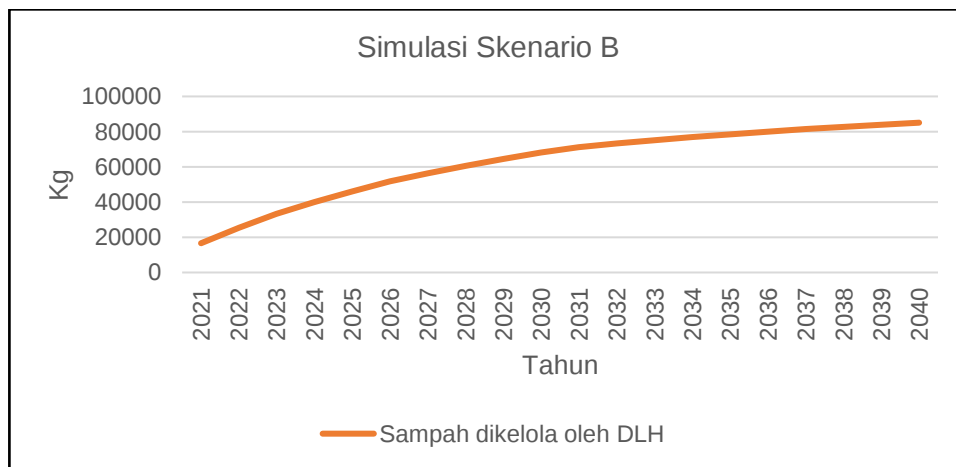
Pada simulasi ini, dinas lingkungan hidup dimulai pada tahun 2021 akhir mampu menangani sampah rumah tangga, dengan pengelolaan sampah di TPS3R dapat ditangani dimulai pada tahun 2025 secara menyeluruh. Sehingga, skenario kebijakan yang diberikan, dimulai tahun 2025 sampah yang berada di TPS3R terkelola dengan baik oleh Dinas Lingkungan Hidup, dimana hal ini membuat sampah di TPS3R tidak perlu lagi didistribusikan ke TPA. Berikut data hasil simulasi beserta grafik sebagai berikut.

Tabel 4. Skenario Kebijakan Penambahan TPS3R

Tahun	Sampah di TPS3R	Sampah dikelola oleh DLH	Sampah Rumah Tangga
2021	44086	16612,6	28550
2022	45261	25547,6	24695,7
2023	46198,6	33248	24203
2024	47000,3	39906,5	22746
2025	47712,9	46069,3	22675,2
2026	48415,1	51677,9	23058,8
2027	49081,5	56390	22676,3
2028	49703,2	60564	22527,6
2029	50327,9	64513,4	23008,9
2030	50982,4	68122,8	23572,2

Tahun	Sampah di TPS3R	Sampah dikelola oleh DLH	Sampah Rumah Tangga
2031	51584	71059,5	22718,9
2032	52179,8	73329,8	23642,7
2033	52747,3	75199,4	22885,5
2034	53256,7	76853,5	22776,3
2035	53720,7	78519,8	22468,8
2036	54184,2	80012,9	22899,5
2037	54679	81408,9	23365,4
2038	55167,1	82574,9	23282,6
2039	55651,5	83769,1	23588,8
2040	56149,1	85096,7	23934

Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)



Grafik 3. Hasil Simulasi Skenario A Penambahan Jumlah TPS3R

Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)

3.6 Evaluasi Alternatif Skenario

Berdasarkan model konseptual yang telah dibuat, analisis dan evaluasi pada hasil simulasi sistem dinamik dilakukan dengan memperhatikan dua komponen utama dalam model yang dibuat. Setiap strategi dievaluasi berdasarkan dampaknya terhadap akumulasi jumlah timbulan sampah serta akumulasi anggaran pengelolaan sampah.

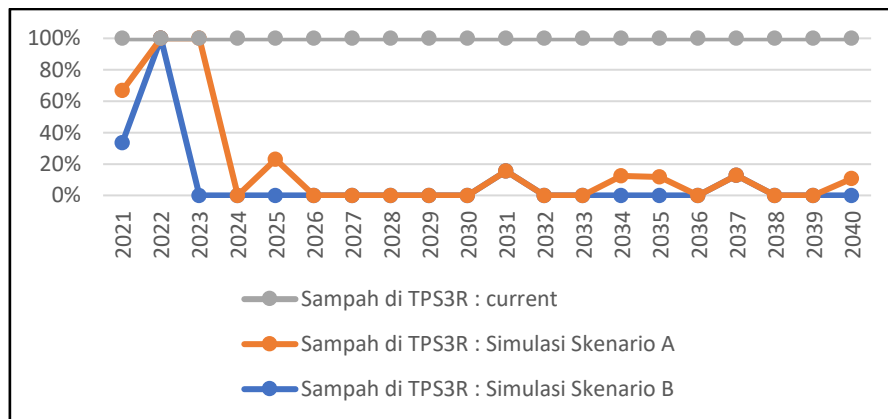
Tabel 5. Skenario Kebijakan Penambahan TPS3R

Aktor	Skenario	Timbulan Sampah	Pengelolaan Sampah
DLH	Skenario A	32%	35,95%
	Skenario B	68%	100%

Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)

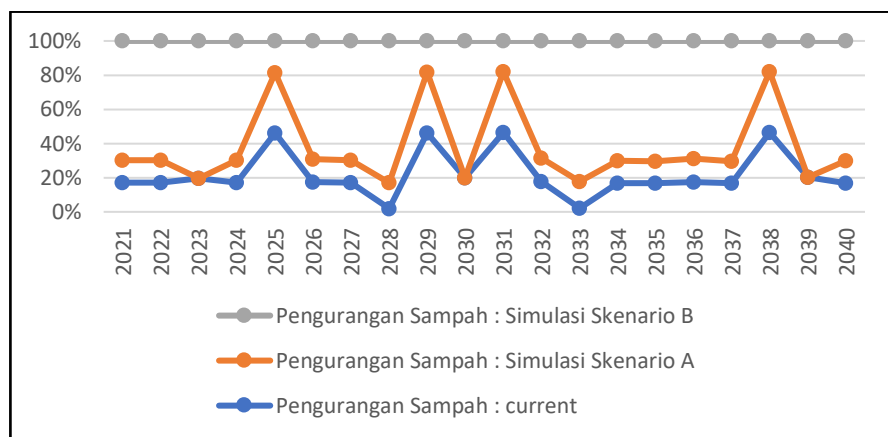
a. Evaluasi Alternatif Skenario terhadap Akumulasi Timbulan Sampah

Evaluasi pada timbulan sampah dilakukan untuk melihat kemampuan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kolaka dalam melakukan pengelolaan sampah. Nilai timbulan sampah ini juga secara tidak langsung mewakili jumlah sampah yang masuk ke TPS3R.



Grafik 4. Evaluasi Alternatif Skenario terhadap Akumulasi Timbunan Sampah
Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)

b. Evaluasi Alternatif Skenario terhadap Akumulasi Pengelolaan Sampah



Grafik 5. Evaluasi Alternatif Skenario terhadap Akumulasi Pengelolaan Sampah
Sumber : Data diolah Menggunakan Vensim PLE, (2024)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu: Pada skenario pertama, dinas lingkungan hidup dimulai pada tahun 2022 mampu menangani sampah rumah tangga, tetapi untuk pengelolaan sampah di TPS3R dapat ditangani dimulai pada tahun 2026 secara menyeluruh. Sehingga, skenario kebijakan yang diberikan dimulai tahun 2026 sampah yang berada di TPS3R terkelola dengan baik oleh Dinas Lingkungan Hidup, dimana hal ini membuat sampah di TPS3R tidak perlu lagi didistribusikan ke TPA. Pada skenario kedua, dinas lingkungan hidup dimulai pada tahun 2021 akhir mampu menangani sampah rumah tangga, dengan pengelolaan sampah di TPS3R dapat ditangani dimulai pada tahun 2025 secara menyeluruh. Sehingga, skenario kebijakan yang diberikan dimulai tahun 2025 sampah yang berada di TPS3R terkelola dengan baik oleh Dinas Lingkungan Hidup, dimana hal ini membuat sampah di TPS3R tidak perlu lagi didistribusikan ke TPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdussamad, J., Tui, F. P., Mohamad, F., & Dunggio, S. (2022). Implementasi Kebijakan Pengelolaan Sampah Melalui Program Bank Sampah Di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bone Bolango. *Publik: Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia, Administrasi Dan Pelayanan Publik*, 9(4), 850–868. <https://doi.org/10.37606/publik.v9i4.504>
- Andaryani, S., Dwikurniawati, I. U., & Rusdi, R. (2023). Pelaksanaan Pengolahan Sampah Pada Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Palembang. *PUBLIKA: Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, 9(1), 47–58. [https://doi.org/10.25299/jiap.2023.vol9\(1\).12551](https://doi.org/10.25299/jiap.2023.vol9(1).12551)

- Apriani, A., Solo, M., Costa, M. Da, & Manulangga, O. G. L. (2024). Pemodelan Sistem Dinamis Pengolahan Sampah Organik di Kelurahan Oesapa Kota Kupang. In *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application* (Vol. 4, Issue 2). <https://doi.org/10.59632/magnetic.v4i2.473>
- Budiyantoro, W., Hamzah, A. H. P., & Nurhasanah. (2024). Analisa Produksi Refuse-Derived Fuel (Rdf) Dengan Metode Biodrying Dan Mekanikal Dari Sampah Menggunakan Sistem Dinamis. *Ekologia : Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar Dan Lingkungan Hidup*, 24(2), 78–95. <https://doi.org/10.33751/ekologia.v24i2.10884>
- Fole, A., Safutra, N. I., Alisyahbana, T., Almuhajirin, Y., & Safitri, K. N. (2024). Peningkatan Efisiensi Rantai Pasok melalui Material Requirement Planning untuk Bahan Baku dalam Produksi Lemari: Studi Kasus CV. Indo Mebel. *JT-IBSI: Jurnal Teknik Ibnu Sina*, 9(01), 11–21. <https://doi.org/10.36352/jt-ibsi.v9i01.792>
- Hasan, M. R., Lamatinulu, Chairany, N., & Fole, A. (2024). Evaluasi Efektivitas Metode Silver Meal dalam Optimalisasi Persediaan Tepung Roti pada UMKM Malihak Bakery Makassar. *Journal of Industrial Engineering Innovation*, 2(01), 21–27. <https://doi.org/10.58227/jiei.v2i01.119>
- Iffah, A. N., Lamatinulu, Rauf, N., & Fole, A. (2024). Redesain Kemasan Produk Bolu Cukke Dengan Menggunakan Metode QFD (Quality Function Deployment) pada Bolu Cukke Berkah Makassar. <https://doi.org/10.58227/jiei.v2i02.122>
- Miftahuljanah, W., & Rochman, D. D. (2024). Usulan Pengelolaan Sampah di Kelurahan Margasari Kota Bandung Menggunakan Pemodelan Dinamika Sistem. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 6(2), 19–33. <https://doi.org/10.35970/jppl.v6i2.2282>
- Nur, T., Hidayatno, A., Setiawan, A. D., Komarudin, K., & Suzianti, A. (2023). Environmental Impact Analysis to Achieve Sustainability for Artisan Chocolate Products Supply Chain. *Sustainability*, 15(18), 13527. <https://doi.org/10.3390/su151813527>
- Parmawati, T., Hernawan, E., & Listyarini, S. (2023). Pemodelan Sistem Pengelolaan Sampah Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kabupaten Tana Tidung Dengan Pendekatan System Dynamic. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(1), 17–24. <https://doi.org/10.33084/mitl.v8i1.4651>
- Prasetyo, M. H., Lihawa, F., & Baderan, D. W. K. (2024). Potensi Model Sistem Dinamik dalam Sistem Pengelolaan Sampah Perkotaan. *JURNAL WILAYAH, KOTA DAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN*, 3(2), 274–286. <https://doi.org/10.58169/jwikal.v3i2.656>
- Rahmayanti, D., Meuthia, Y., & Aqila, A. (2024). Design Konseptual Model Pengelolaan Sampah di Kota Padang. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(3), 1792–1800. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i3.28157>
- Rusvinasari, D., & Risnanto, A. S. (2024). Rancangan Prediksi Volume Sampah Tpa Kota Semarang Dengan Pendekatan Sistem Dinamik. *Journal of Data Science Theory and Application*, 3(1), 14–22. <https://jurnal.universitaspurabangsa.ac.id/index.php/ijasta/article/view/775>
- Safutra, N. I., Fole, A., Dahlan, M., Hafid, M. F., Ahmad, A., Herdianzah, Y., & Muhtada, A. (2024). Optimizing Raw Material Inventory Control for Aluminum Wardrobes Using the Material Requirements Planning (MRP) Method: A Case Study on Amal Jaya SME. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 26(2), 191–198. <https://doi.org/10.32734/jsti.v26i2.15972>
- Saleh, A., Ahmad, A., Herdianzah, Y., Lantara, D., Saputra, N. I., & Dahlan, M. (2023). Supply Chain Performance Measurement at PT. Perkebunan Nusantara XIV Camming Sugar Factory in Bone District. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 5(2), 61–66. <https://doi.org/10.24002/ijieem.v5i2.6861>
- Sapanli, K., Putro, F. A. D., Arifin, S. D., Putra, A. H., Andamari, H. A., & Anggraini, U. (2023). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Circular Economy di Tingkat Desa: Pendekatan Sistem Dinamik. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 11(2), 141–155. <https://doi.org/10.14710/jwl.11.2.141-155>
- Zahara, A., Nirzalin, N., & Abubakar, M. Bin. (2021). Implementasi Kebijakan Qanun Kota Lhokseumawe Nomor 9 Tahun 2015 Tentang Pengelolaan Sampah Oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Lhokseumawe. *Jurnal Transparansi Publik (JTP)*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.29103/jtp.v1i1.5727>