

**PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK KEBIJAKAN
PENGELOLAAN SAMPAH DI KOTA CILEGON**

SKRIPSI



Oleh

IQLIMA AULIA

3333190092

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

**PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK KEBIJAKAN
PENGELOLAAN SAMPAH DI KOTA CILEGON**

SKRIPSI



Oleh

IQLIMA AULIA

3333190092

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini :

NAMA : IQLIMA AULIA

NIM : 3333190092

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI

JUDUL : Pengembangan Model Sistem Dinamik Kebijakan
Pengelolaan Sampah Di Kota Cilegon

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing I dan pembimbing II, dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 12 Desember 2023



IQLIMA AULIA

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : IQLIMA AULIA

NIM : 3333190092

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI

JUDUL LAPORAN : PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK
KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH DI KOTA
CILEGON

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan Diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 3 Januari 2024

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Muhammad Adha Ilhami, ST., MT.

Pembimbing 2 : Evi Febianti, ST., M.Eng.

Penguji 1 : Achmad Bahauddin, ST., MT., Ph.D.

Penguji 2 : Dyah Lintang Trenggonowati, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri



Ade Irman Saeful Mutaqin S. ST., MT.

NIP. 198206152012121002

PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberi karunia, berkat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengembangan Model Sistem Dinamis Kebijakan Pengelolaan Sampah Di Kota Cilegon“. Skripsi ini merupakan tugas akhir akademik sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penulis menyadari sangatlah sulit untuk menyelesaikan laporan skripsi ini tanpa bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang senantiasa mendo'akan, memberikan motivasi, mencurahkan kasih sayang, memberikan dukungan moral serta material.
2. Prof, Dr.-Ing. Ir. Asep Ridwan, S.T., M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, bapak Ade Irman Saeful Mutaqin S, S.T., M.T.
4. Bapak Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Evi Febianti, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, pikiran dan tenaga untuk mengarahkan dan membimbing penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh dosen pengajar Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dari awal perkuliahan sampai dengan penyelesaian laporan ini.
6. Bapak/Ibu Dosen komunitas Laboratorium Sistem Produksi, serta teman-teman asisten LSiPro 2021/2022 dan asisten LSiPro 2022/2023, yang memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar, saling bertukar ilmu, berkembang, dan memperoleh pengalaman yang mengesankan semasa kuliah.

7. Kedua adik penulis, saudara, dan kerabat tercinta yang senantiasa mendoakan kelancaran dan kesuksesan dalam penyusunan skripsi ini.
8. Teman seperjuangan Alya, Rara, Aurora, Rahma, Ariefa, Habibi, Anita Cempaka, Alfi, Ajeng, Aza, Farah, Salva, Erin, Novita, Bing, Kemal dan Halisa yang kebersamaannya mampu meringankan beban yang berat.
9. Segenap teman-teman Teknik Industri terkhusus angkatan 2019 yang menjadi teman terbaik selama ini.

Dengan ini, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan yang telah diberikan semua pihak yang telah membantu. Semoga hasil skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang yang membaca, serta bagi pengembangan penelitian dimasa depan. Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu saran dan kritik yang membangun dari semua pihak diharapkan demi perbaikan selanjutnya.

Cilegon, 12 Desember 2023

IQLIMA AULIA

ABSTRAK

Iqlima Aulia. PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH DI KOTA CILEGON. Dibimbing oleh Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T. dan Evi Febianti, S.T., M.Eng.

Meningkatnya pertumbuhan penduduk pada Kota Cilegon menyebabkan timbulnya dampak serta permasalahan bagi lingkungan. Salah satu penyebab muncul permasalahan lingkungan adalah meningkatnya timbunan sampah. Meningkatnya timbunan sampah menyebabkan munculnya berbagai dampak bagi lingkungan seperti banjir, munculnya bibit penyakit, dan lain-lain. Estimasi sampah yang dihasilkan masyarakat Indonesia dalam sehari adalah 0,68 kg/kapita/hari, dan diperkirakan dengan laju pertumbuhan penduduk (Kota Cilegon) mencapai 1,49%, kondisi landfill Kota Cilegon akan mencapai kapasitas maksimumnya pada tahun 2042. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui skenario yang dapat mencegah penuhnya TPSA, mengetahui skenario yang paling banyak menyisakan kapasitas landfill, mengetahui apa saja yang harus disiapkan untuk mencegah penuhnya TPSA. Penelitian dilakukan menggunakan simulasi sistem dinamis menggunakan Causal Loop Diagram (CLD) dan Stock Flow Diagram (SFD). Sistem existing dikembangkan menjadi 4 skenario alternatif yaitu skenario 1 (produksi BBJP), skenario 2 (produksi pupuk kompos pada TPS3R dan produksi BBJP), skenario 3 (produksi cacahan plastik pada TPS3R dan produksi BBJP), dan skenario 4 (produksi pupuk kompos dan cacahan plastik pada TPS3R serta produksi BBJP). Berdasarkan hasil perbandingan, skenario 4 terpilih sebagai alternatif yang dapat mencegah penuhnya TPSA dengan landfill terisi mencapai 8.045.836 ton (tahun 2046) dan menyisakan 1.954.164 ton dari total kapasitas maksimumnya.

Kata kunci: Simulasi Sistem Dinamis, Sampah, Landfill.

ABSTRACT

Iqlima Aulia. DYNAMIC SISTEM MODEL DEVELOPMENT OF WASTE MANAGEMENT POLICY IN CILEGON CITY. Supervised by Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T. and Evi Febianti, S.T., M.Eng.

The increasing population growth in Cilegon City has led to the emergence of impacts and issues for the environment. One of the causes of environmental issues is the increasing accumulation of waste. The increasing accumulation of waste leads to various environmental impacts, such as floods, the emergence of disease vectors, and others. The estimated daily waste generated in Indonesia is 0,68 kg/capita/day, and it is projected that with a population growth (Cilegon City) rate of 1,49%, the landfill in Cilegon will reach its maximum capacity by the year 2042. This study aims to identify waste management scenarios that can prevent the TPSA from reaching its full capacity, determine the scenario that leaves the most remaining landfill capacity, and outline the preparations that the Cilegon City Government needs to make to prevent the TPSA from reaching its full capacity. The research utilizes dynamic system simulations using Causal Loop Diagrams (CLD) and Stock Flow Diagrams (SFD). The existing system is developed into 4 alternative scenarios, that is scenario 1 (BBJP production), scenario 2 (compost production at TPS3R and BBJP production), scenario 3 (plastic shredding production at TPS3R and BBJP production), and scenario 4 (compost production and plastic shredding at TPS3R and BBJP production). Based on the comparative results, scenario 4 is selected as the alternative that can prevent the TPSA from reaching its full capacity, with the landfill being filled up to 8.045.836 tons by the year 2046 and leaving 1.954.164 tons of its total maximum capacity.

Keywords: Dynamic System Simulation, Waste, Landfill.

RINGKASAN

Iqlima Aulia. PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH DI KOTA CILEGON. Dibimbing oleh Muhammad Adha Ilhami dan Evi Febianti.

Latar Belakang: Meningkatnya jumlah penduduk dan arus urbanisasi menjadi penyebab timbulnya dampak dan tantangan bagi suatu wilayah. Salah satu dampak yang muncul adalah permasalahan sampah. Tingginya pertumbuhan penduduk yang terjadi pada Kota Cilegon menjadi salah satu faktor penyebab meningkatnya timbunan sampah pada TPSA Bagendung. Jumlah penduduk Kota Cilegon tahun 2020 mencapai 434.896 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduknya 1,49% dan terus meningkat setiap tahunnya. Estimasi sampah yang dihasilkan masyarakat Indonesia dalam sehari adalah 0,68 kg/kapita/hari. Sehingga diperkirakan, dengan laju pertumbuhan penduduk yang ada, kondisi *landfill* TPSA Bagendung akan mencapai kapasitas maksimumnya pada tahun 2042. Oleh sebab itu diperlukan upaya pengolahan sampah dari hulu hingga hilir untuk mencegah penuhnya TPSA.

Tujuan Penelitian: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui skenario pengelolaan sampah yang dapat mencegah penuhnya TPSA Bagendung tahun 2046, mengetahui skenario yang paling banyak menyisakan kapasitas *landfill*, mengetahui apa saja yang harus disiapkan Pemerintah Kota Cilegon untuk mencegah penuhnya TPSA.

Metode Penelitian: Penelitian ini dilakukan menggunakan metode simulasi sistem dinamis. Sistem dinamis digunakan untuk mengembangkan model sistem *existing* dan skenario alternatif pengelolaan sampah di Kota Cilegon. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan model konseptual *Causal Loop Diagram* (CLD) dan *Stock Flow Diagram* (SFD). Hasil simulasi pada masing-masing model dibandingkan parameternya menggunakan perbandingan parameter dan *benefit-cost ratio*. Perbandingan tersebut kemudian dijadikan dasar pengambilan keputusan skenario terbaik yang dapat diterapkan.

Hasil Penelitian: Kapasitas maksimum TPSA Bagendung adalah 10.000.000 ton dan berdasarkan hasil simulasi kondisi *landfill* pada sistem *existing* akan melebihi kapasitas maksimumnya pada tahun 2046 (mencapai 10.755.423 ton). Kondisi tersebut dapat dicegah dengan menjalankan skenario-skenario alternatif. Skenario pengelolaan sampah yang dapat mencegah penuhnya TPSA yaitu skenario 1 (upaya produksi BBJP) kapasitas *landfill* tersisa 12,39%, skenario 2 (upaya produksi pupuk kompos pada TPS3R dan produksi BBJP) kapasitas *landfill* tersisa 15,53%, skenario 3 (upaya produksi cacahan plastik pada TPS3R dan produksi BBJP) kapasitas *landfill* tersisa 16,39%, skenario 4 (upaya produksi pupuk kompos dan cacahan plastik pada TPS3R serta produksi BBJP) kapasitas *landfill* tersisa 19,54%. Perbandingan skenario menghasilkan skenario terpilih untuk mencegah penuhnya TPSA adalah skenario 4.

Kesimpulan: Hasil simulasi menunjukkan keempat skenario alternatif dapat mencegah penuhnya TPSA Bagendung. Namun skenario yang paling banyak menyisakan kapasitas *landfill* adalah skenario 4. Pada skenario 4 *landfill* terisi mencapai 8.045.836 ton (tahun 2046) dan menyisakan 1.954.164 ton (19,54%) dari total kapasitas maksimumnya. Setelah dibandingkan dengan parameter yang ada, skenario 4 menjadi skenario terpilih yang dapat direkomendasikan untuk mencegah penuhnya TPSA. Dalam menjalankan skenario 4 beberapa hal yang perlu untuk disiapkan, antara lain: a) kebutuhan investasi: 1) mesin pencacah, 2) mesin komposting, 3) konstruksi, 4) lahan, 5) kontainer, 6) cator, 7) *dump truck* b) kebutuhan operasional: 1) upah operator TPS3R, 2) listrik, 3) air, 4) pemeliharaan dan *overhead*, 5) barang habis pakai, 6) perawatan, 7) upah operator cator, 8) biaya bahan bakar cator, 9) biaya perpanjang pajak kendaraan cator, 10) biaya APD operator cator, 11) upah operator *dump truck*, 12) biaya bahan bakar *dump truck*, 13) biaya perpanjang pajak kendaraan *dump truck*, 14) biaya APD operator *dump truck*.

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Judul	ii
Halaman Pernyataan Keaslian	iii
Halaman Pengesahan	iv
Prakata	v
Abstrak	vii
Abstract	vii
Ringkasan	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xvi
Daftar Arti Lambang, Singkatan dan Istilah	xvii
Daftar Lampiran	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
1.6 Penelitian Terdahulu	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Teori Umum Sampah	9
2.1.1 Pengaruh Sampah Terhadap Sosial-Ekonomi	9
2.2 Sistem Pengelolaan Sampah	10
2.3 Pemodelan Sistem Dinamis	12
2.3.1 <i>Causal Loop Diagram</i> (CLD)	13

2.3.2	<i>Stock Flow Diagram (SFD)</i>	14
2.4	Verifikasi dan Validasi Model	15
2.5	<i>Benefit-Cost Ratio (BCR)</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN		18
3.1	Rancangan Penelitian	18
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.3	Cara Pengumpulan Data.....	19
3.4	Alur Penelitian	19
3.4.1	<i>Flow Chart</i> Penelitian Umum	19
3.4.2	Deskripsi <i>Flow Chart</i> Penelitian Umum.....	21
3.4.3	<i>Flow Chart</i> Model Sistem Dinamis	22
3.4.4	Deskripsi <i>Flow Chart</i> Model Sistem Dinamis	24
3.5	Analisis Data	25
BAB IV HASIL PENELITIAN		26
4.1	Pengumpulan Data	26
4.1.1	Wilayah Penelitian	26
4.1.2	Data Kependudukan Kota Cilegon.....	28
4.1.3	Pengelolaan Sampah Kota Cilegon.....	28
4.1.4	Komposisi Sampah	33
4.2	Pengolahan Data	33
4.2.1	Estimasi Parameter.....	33
4.2.2	Model <i>Existing</i> Pengelolaan Sampah Kota Cilegon	36
4.2.3	Skenario Pengelolaan Sampah Kota Cilegon.....	46
4.2.4	Perbandingan Parameter.....	74
4.2.5	<i>Benefit-Cost Ratio (BCR)</i>	79
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		84
5.1	Analisis Skenario 1	84

5.2	Analisis Skenario 2	86
5.3	Analisis Skenario 3	88
5.4	Analisis Skenario 4	90
5.5	Analisis Perbandingan Skenario	92
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		100
6.1	Kesimpulan	100
6.2	Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....		102
LAMPIRAN		107
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS		122



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian terdahulu.....	7
Tabel 2. Luas Daerah Berdasarkan Kecamatan di Kota Cilegon.....	26
Tabel 3. Jumlah Penduduk Kota Cilegon 2011-2021	28
Tabel 4. Data Pengelolaan Sampah Kota Cilegon	29
Tabel 5. Data Tempat Penampungan Sementara (TPS) Kota Cilegon	30
Tabel 6. Data Fasilitas TPS3R Kota Cilegon.....	31
Tabel 7. Data Umum TPSA Bagendung.....	32
Tabel 8. Komposisi Sampah	33
Tabel 9. Estimasi Biaya TPS3R.....	34
Tabel 10. Estimasi Biaya Investasi TPS3R Pengolahan Pupuk.....	34
Tabel 11. Estimasi Biaya Investasi TPS3R Pencacahan Plastik.....	34
Tabel 12. Estimasi Biaya TPS.....	35
Tabel 13. Estimasi Biaya Kendaraan Kecil.....	35
Tabel 14. Estimasi Biaya Kendaraan Besar	36
Tabel 15. Estimasi Biaya Alat Berat	36
Tabel 16. Hasil Simulasi Model <i>Existing</i>	43
Tabel 17. Validasi Model Sistem <i>Existing</i>	45
Tabel 18. Hasil Simulasi Skenario 1	52
Tabel 19. Hasil Simulasi Skenario 2	59
Tabel 20. Hasil Simulasi Skenario 3	66
Tabel 21. Hasil Simulasi Skenario 4	73
Tabel 22. Perbandingan Parameter Simulasi	75
Tabel 23. Perbandingan Biaya dan Pendapatan	77
Tabel 24. <i>Benefit-Cost Ratio</i> Pendapatan	80
Tabel 25. <i>Benefit-Cost Ratio</i> Laju Angkut ke TPSA	80
Tabel 26. <i>Benefit-Cost Ratio</i> Laju ke TPS3R	80
Tabel 27. <i>Benefit-Cost Ratio</i> Sampah Diolah di TPS3R	81
Tabel 28. <i>Benefit-Cost Ratio</i> Sampah Diolah Menjadi BBJP.....	81

Tabel 29. <i>Benefit-Cost Ratio</i> Kapasitas Tersisa <i>Landfill</i>	82
Tabel 30. Rekapitulasi Hasil <i>Benefit-Cost Ratio</i>	82
Tabel 31. Rekapitulasi Kebutuhan Investasi dan Operasional Skenario 4.....	97



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tingkatan Penanganan Sampah	12
Gambar 2. Gambaran Sistem	13
Gambar 3. Contoh <i>Balancing Loop</i> dan <i>Reinforcing Loop</i>	14
Gambar 4. <i>Flow Chart</i> Penelitian Umum	20
Gambar 5. <i>Flow Chart</i> Model Sistem Dinamis	23
Gambar 6. Peta Wilayah Kota Cilegon	27
Gambar 7. <i>Causal Loop Diagram</i> (CLD) Model <i>Existing</i> Pengelolaan Sampah Kota Cilegon	40
Gambar 8. <i>Stock Flow Diagram</i> (SFD) Model <i>Existing</i> Pengelolaan Sampah Kota Cilegon	41
Gambar 9. <i>Causal Loop Diagram</i> (CLD) Skenario 1 Produksi BBJP.....	48
Gambar 10. <i>Stock Flow Diagram</i> (SFD) Skenario 1 Produksi BBJP	50
Gambar 11. <i>Causal Loop Diagram</i> (CLD) Skenario 2 Pembangunan TPS3R Pengolahan Pupuk Kompos dan Produksi BBJP	55
Gambar 12. <i>Stock Flow Diagram</i> (SFD) Skenario 2 Pembangunan TPS3R Pengolahan Pupuk Kompos dan Produksi BBJP :	57
Gambar 13. <i>Causal Loop Diagram</i> (CLD) Skenario 3 Pembangunan TPS3R Pencacahan Plastik dan Produksi BBJP.....	62
Gambar 14. <i>Stock Flow Diagram</i> (SFD) Skenario 3 Pembangunan TPS3R Pencacahan Plastik dan Produksi BBJP.....	64
Gambar 15. <i>Causal Loop Diagram</i> (CLD) Skenario 4 Pembangunan TPS3R Pengolahan Pupuk Kompos dan Pencacahan Plastik serta Produksi BBJP	69
Gambar 16. <i>Stock Flow Diagram</i> (SFD) Skenario 4 Pembangunan TPS3R Pengolahan Pupuk Kompos dan Pencacahan Plastik serta Produksi BBJP	71

DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN, DAN ISTILAH

Lambang/Singkatan	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
TPSA	Tempat Pembuangan Sampah Akhir	1
3R	<i>Reduce, Reuse, Recycle</i>	2
BPS	Badan Pusat Statistik	2
TPS3R	Tempat Pengolahan Sampah <i>Reduce, Reuse,</i> <i>Recycle</i>	3
WTE	<i>Waste To Energy</i>	3
BBJP	Bahan Bakar Jemputan Padat	3
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap	3
BCR	<i>Benefit-Cost Ratio</i>	3
CLD	<i>Causal Loop Diagram</i>	6
SFD	<i>Stock Flow Diagram</i>	6
B	<i>Benefit</i>	16
C	<i>Cost</i>	16
LS	Lintang Selatan	26
BT	Bujur Timur	26
TPS	Tempat Penampungan Sementara	29
DLH	Dinas Lingkungan Hidup	29
UPT	Unit Pelaksana Teknis	30
Pemkot Cilegon	Pemerintah Kota Cilegon	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rincian Formulasi Parameter Model <i>Existing</i>	108
Lampiran 2. Rincian Formulasi Parameter Model Skenario 1.....	110
Lampiran 3. Rincian Formulasi Parameter Model Skenario 2.....	112
Lampiran 4. Rincian Formulasi Parameter Model Skenario 3.....	115
Lampiran 5. Rincian Formulasi Parameter Model Skenario 4.....	118



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk dan tingginya arus urbanisasi menyebabkan timbulnya berbagai dampak dan tantangan pada suatu wilayah. Salah satu dampak yang timbul dari meningkatnya pertumbuhan penduduk adalah terjadinya degradasi lingkungan yang disebabkan oleh permasalahan sampah. Terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab timbulnya permasalahan sampah seperti belum sesuai teknik pengelolaan sampah yang berwawasan lingkungan, adanya perubahan pola konsumsi masyarakat yang menimbulkan bertambahnya volume, jenis, serta karakteristik sampah, serta minimnya kesadaran masyarakat untuk mengelola sampah dan bertumpu pada pengangkutan sampah ke tempat pemrosesan akhir (Sukadaryati & Andini, 2021).

Secara umum permasalahan sampah adalah terus meningkatnya timbunan sampah, keterbatasan sumber daya (masyarakat dan pemerintah) dalam mengelola sampah, dan kurang optimalnya sistem yang diterapkan pada pemrosesan akhir (Elamin, et al., 2018). Sampah yang tidak ditangani dan dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak bagi lingkungan seperti munculnya fenomena alam banjir, munculnya bibit penyakit, pencemaran lingkungan, dan lain sebagainya. Adapun sampah yang dikelola dapat memberikan dampak yang baik bagi sosial dan ekonomi, sampah organik yang dapat diolah menjadi pupuk kompos dan sampah anorganik yang dapat didaur ulang menjadi kerajinan dengan nilai tambah (Herlina & Febryanti, 2021).

Dalam menangani sampah, sebagian besar masyarakat di Indonesia memiliki kebiasaan membuang sampah secara langsung (diangkut) ke Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPSA) secara *open dumping* tanpa ada pengelolaan terlebih dahulu. Metode tersebut berdampak buruk karena dengan meningkatnya jumlah penduduk maka jumlah timbunan sampah juga akan meningkat, sehingga lahan TPSA yang terbatas tidak lagi dapat menampung sampah. Salah satu upaya

yang dilakukan pemerintah dalam mengatasi permasalahan sampah adalah dengan merumuskan Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 yang mengatur tentang pengelolaan sampah, jenis, dan sumber sampah (Dobiki, 2018). Sesuai undang-undang tersebut proses pengelolaan sampah dilakukan meliputi proses pemisahan sampah, pengumpulan sampah, transportasi dan transfer sampah, pengolahan sampah, dan pembuangan sampah. Undang-undang tersebut juga mengatur terkait konsep pengurangan sampah yang dapat dilakukan dengan menerapkan konsep 3R yaitu mengurangi (*reduce*), menggunakan ulang (*reuse*), dan melakukan daur ulang (*recycle*) (Maryati, Arifiani, Humaira, & Putri, 2018).

Kota Cilegon merupakan kota dengan perkembangan dan pertumbuhan industri yang cukup pesat. Hal ini menyebabkan tingginya arus urbanisasi sehingga pertumbuhan penduduk di Kota Cilegon meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Cilegon, jumlah penduduk Kota Cilegon tahun 2020 adalah 434.896 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk yaitu 1,49% (BPS Kota Cilegon, Kota Cilegon Dalam Angka, 2022). Jumlah penduduk yang terus meningkat menjadi faktor meningkatnya timbunan sampah di Kota Cilegon. Sebagian masyarakat Kota Cilegon belum memiliki akses dan fasilitas untuk mengelola sampahnya sendiri sehingga sampah yang dihasilkan diangkut dan dibuang ke *landfill* TPSA Bagendung tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Pola pengelolaan sampah tersebut menyebabkan produksi sampah pada TPSA Bagendung dalam satu hari mencapai 245 ton (Tajudin, 2023).

Pengurangan sampah di sumber (hulu), dengan cara yang baik belum bisa mereduksi sampah yang timbul dengan signifikan. Sehingga perlu adanya kontribusi tambahan untuk mengelola sampah di sisi tengah dan hilir. Kegiatan yang dilakukan pada bank sampah dan kampung organik merupakan contoh kontribusi pengelolaan sampah di sisi tengah. Tetapi kontribusi bank sampah dan kampung organik tidak lebih dari 5% dalam mengupayakan pengurangan sampah yang dibuang ke sisi hilir atau TPSA. Sehingga diperlukan upaya lain pada sisi tengah untuk mengurangi pembuangan sampah ke sisi hilir. Pada sisi tengah, terdapat beragam sarana dan prasarana dari yang sederhana seperti Tempat

Pengolahan Sampah 3R (TPS3R) hingga fasilitas yang menerapkan teknologi dengan konsep *waste to energy* (WTE) seperti insinerator (Purnomo, 2020).

Pada tahun 2022 Pemerintah Kota Cilegon dan PT Indonesia Power bekerjasama dalam mengelola dan memanfaatkan sampah menjadi bahan bakar briket atau *co-firing* dan mengembangkannya menjadi Industri Bahan Bakar Jumptan Padat (BBJP). Penggunaan BBJP menggantikan 5% (sekitar 2.000 ton) kebutuhan batu bara untuk memproduksi listrik di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Suralaya. Dalam hal ini, solusi pemanfaatan sampah menjadi BBJP merupakan alternatif kebijakan pengelolaan sampah di sisi hilir (Suryowati, 2023).

Berdasarkan uraian di atas, Pemerintah Kota Cilegon memerlukan adanya alternatif pengelolaan sampah sebagai upaya memperpanjang umur *landfill* TPSA Bagendung. Simulasi sistem dinamis dilakukan untuk mengembangkan model sistem nyata sehingga dapat diketahui perubahan kondisi timbunan sampah pada *landfill* seiring dengan adanya perubahan waktu. Pendekatan simulasi sistem dinamis diterapkan dalam pembangunan sistem *existing* dan skenario pengelolaan sampah karena memenuhi persyaratan sistem yang kompleks, dinamis, serta non-linier (Andhika, 2019). Kondisi sistem nyata (*existing*) dikembangkan kedalam bentuk model konseptual menggunakan *Causal Loop Diagram* (CLD) kemudian diformulasikan menggunakan *Stock Flow Diagram* (SFD). Kemudian dilakukan validasi terhadap hasil simulasi kondisi *existing*. Apabila sistem valid maka model simulasi *existing* dapat dikembangkan menjadi skenario alternatif. Berdasarkan uraian di atas, dapat dirangkum upaya-upaya alternatif pengelolaan sampah di Kota Cilegon adalah upaya pengelolaan sampah di sisi tengah dan di hilir. Alternatif upaya pengelolaan sampah di sisi tengah adalah pembangunan fasilitas TPS3R. Adapun upaya pengelolaan sampah di hilir adalah produksi BBJP. Pengembangan skenario tersebut bertujuan sebagai opsi alternatif pengurangan sampah yang dibuang ke TPSA.

Penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Darmawan *et al* (2020). Penelitian ini membahas manajemen *landfill* pada TPST Bantargebang dengan mengembangkan skenario intervensi untuk mencegah penuhnya TPST Bantargebang. Penelitian tersebut

menghasilkan adanya kenaikan rasio produksi pemulung terhadap *rate* sampah dan persentase status kapasitas landfill tidak mencapai 100% sehingga TPST Bantargebang masih dapat digunakan hingga akhir periode simulasi. Penelitian lain dilakukan oleh Wildanurrizal *et al* (2014) membahas terkait pengelolaan sampah di Kota Cilegon. Penelitian tersebut dilakukan dengan mengembangkan model skenario menggunakan simulasi sistem dinamis untuk meningkatkan persentase pelayanan kebersihan di Kota Cilegon. Kondisi pengelolaan sampah Kota Cilegon hanya dapat melakukan 49,7% pelayanan kebersihan, sedangkan pemerintah daerah menargetkan persentase pelayanan kebersihan dapat meningkat menjadi 70%. Hasil simulasi skenario terpilih pada penelitian ini adalah skenario gabungan yang menerapkan perubahan ritase pengangkutan *arm roll* dan cator, menambah unit bank sampah, menambah 1 unit pengelola kompos, merubah struktur model dengan membuat proses daur ulang. Hasil pemodelan tersebut berhasil mencapai persentase pelayanan sebesar 99,64%. Penelitian lainnya dilakukan oleh Artika & Chaerul (2020) terkait evaluasi skenario pengelolaan sampah di Kota Depok menggunakan model sistem dinamik. Penelitian ini menganalisis alternatif skenario untuk mengoptimalkan pelayanan pengelolaan sampah di Kota Depok. Adapun penelitian Mirwan & Maulidah (2022) membahas terkait perencanaan sistem pengangkutan sampah di UPTD Tumpang. Penelitian tersebut dilakukan untuk melakukan simulasi pembuatan rute perencanaan efektif yang dapat mengurangi biaya bahan bakar dan emisi kendaraan. Selain itu Parmawati, Hernawan, & Listyarini (2023) melakukan penelitian terkait pemodelan sistem pengelolaan sampah pada TPA Kabupaten Tana Tidung dengan sistem dinamis. Skenario terpilih pada penelitian tersebut adalah skenario optimis yang memperpanjang umur landfill selama 18 tahun dan pengurangan sampah sebesar 48,33%.

Periode simulasi pada penelitian ini berlangsung hingga tahun 2046 dengan tujuan untuk melihat kapan kapasitas TPSA Bagendung akan penuh. Sehingga Pemerintah Kota Cilegon dapat mencegah penuhnya TPSA dengan menerapkan skenario yang tepat. Sebagai langkah antisipasi, Pemerintah Kota Cilegon dapat mempersiapkan kebutuhan investasi dan operasional untuk mencegah penuhnya TPSA pada tahun 2046.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, perumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Skenario pengelolaan sampah apa yang dapat mencegah penuhnya TPSA Bagendung tahun 2046?
2. Skenario apa yang paling banyak menyisakan kapasitas *landfill*?
3. Berdasarkan skenario terpilih, apa saja yang harus disiapkan Pemerintah Kota Cilegon untuk mencegah penuhnya TPSA?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui skenario pengelolaan sampah apa yang dapat mencegah penuhnya TPSA Bagendung tahun 2046.
2. Mengetahui skenario yang paling banyak menyisakan kapasitas *landfill*.
3. Mengetahui apa saja yang harus disiapkan Pemerintah Kota Cilegon untuk mencegah penuhnya TPSA.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampah industri tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.
2. Batas waktu yang dibuat untuk menjalankan model sistem dinamis pada penelitian ini adalah tahun 2023 - 2046.
3. Pengelolaan sampah yang dipertimbangkan adalah pengelolaan sampah Kota Cilegon saja.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan digunakan untuk mempermudah pemahaman terkait penulisan laporan tugas akhir. Berikut ini merupakan uraian sistematika penulisan yang terdiri dari enam bab, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I Pendahuluan berisikan metode penulisan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan dan penelitian terdahulu.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II Tinjauan Pustaka berisikan teori berupa pengertian dari teori-teori yang mendasari relevansi dengan penelitian yang dilakukan. Terdapat landasan mengenai teori umum sampah, pengaruh sampah terhadap sosial ekonomi, sistem pengelolaan sampah, pemodelan sistem dinamis, *causal loop diagram* (CLD), *stock flow diagram* (SFD), verifikasi dan validasi model, serta *benefit-cost ratio* (BCR).

BAB III METODE PENELITIAN

Bab III Metode Penelitian berisikan prosedur atau langkah dalam melakukan penelitian yang tersusun secara sistematis dari awal dimulainya penelitian hingga selesai.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Bab IV Hasil Penelitian berisikan pengumpulan data yang digunakan saat penelitian dan pengolahan dari data yang didapat menggunakan dari hasil simulasi sistem menggunakan *causal loop diagram* (CLD) dan *stock flow diagram* (SFD).

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab V Analisis dan Pembahasan berisi penjelasan dan analisa mengenai hasil pengolahan data dari penelitian yang dilakukan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab VI Kesimpulan dan Saran berisi mengenai kesimpulan yang didapat dari penelitian yang dilakukan dan saran yang digunakan untuk evaluasi penelitian selanjutnya.

1.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai pembanding dalam penelitian ini. Adapun penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Penelitian terdahulu

No	Authors	Tahun	Judul	Tujuan	Kesimpulan
1	Darmawan, Soesilo, & Wahyono	2020	Model Optimasi Pengelolaan Sampah Di TPA (Suatu Studi Di Tempat Pengolahan Sampah Bantargebang)	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membangun model sistem pengelolaan sampah TPST Bantargebang yang merepresentasikan sistem pengelolaan sampah TPST Bantargebang saat ini berdasarkan aspek lingkungan, finansial, dan sosial. Penelitian ini juga bertujuan untuk menyusun strategi optimasi menuju pengelolaan TPST Bantargebang yang berkelanjutan.	Berdasarkan hasil analisis terdapat permasalahan pada TPST Bantargebang antara lain: 1. Kapasitas <i>landfill</i> sudah mencapai 86,41%, diperkirakan akan penuh pada tahun 2021. 2. Biaya operasional sebesar Rp. 94,541 per ton yang dibawah rentang nilai tipikal dapat menjadi salah satu penyebab pengelolaan sampah tidak optimal. Model yang paling optimal untuk meningkatkan status berkelanjutan sistem pengelolaan sampah TPST Bantargebang adalah dengan skenario intervensi gabungan, yaitu skenario pengurangan sampah masuk ke <i>landfill</i> dan pengurangan sampah di <i>landfill</i> yang direncanakan dengan pembangunan MRF (<i>Materilal Recovery Facility</i>).
2	Wildanurizal, Bahauddin, & Ferdinant	2014	Perancangan Model Simulasi Pengelolaan Sampah Dengan Pendekatan Sistem Dinamis Di Kota Cilegon	Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pelayan kebersihan di Kota Cilegon dengan pendekatan sistem dinamis..	Alternatif terpilih dalam pengelolaan sampah di Kota Cilegon adalah alternatif 6 yaitu pengelolaan sampah dengan cara melakukan penanganan sampah dengan pengumpulan menggunakan sarana dan prasarana berupa 100 unit gerobak sampah (2 ritase/hari), 21 unit cator (3 ritase/hari), 61 unit kontainer, 450 unit tong sampah, 12 unit <i>dump truck</i> (4 ritase/hari), 12 unit <i>arm roll</i> (5 ritase/hari), 100 unit bank sampah (daur ulang dan kompos).

Tabel 1. Penelitian terdahulu (Lanjutan)

No	Authors	Tahun	Judul	Tujuan	Kesimpulan
5	Parmawati, Hernawan, & Listyarini	2023	Pemodelan Sistem Pengelolaan Sampah Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kabupaten Tana Tidung Dengan Pendekatan Sistem <i>Dynamic</i>	Penelitian ini bertujuan untuk merancang kebijakan pengelolaan sampah yang efektif dan efisien.	Hasil simulasi skenario pesimis memperpanjang umur <i>landfill</i> selama 5 tahun yaitu tahun 2031 dengan pengurangan sampah sebesar 8%. Skenario moderat memperpanjang umur <i>landfill</i> selama 9 tahun yaitu tahun 2035 dengan pengurangan sampah sebesar 33,73%. Skenario optimis memperpanjang umur <i>landfill</i> selama 18 tahun hingga tahun 2044 dengan pengurangan sampah sebesar 48,336%.
3	Artika Chaerul &	2020	Model Sistem Dinamik Untuk Evaluasi Skenario Pengelolaan Sampah Di Kota Depok	Menganalisis berbagai alternatif skenario kebijakan guna mengoptimalkan pelayanan pengelolaan sampah di Kota Depok dan mengetahui pengaruhnya terhadap sampah yang terangkut ke TPPAS swasta.	Upaya signifikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi sampah namun tidak menambah beban biaya pengelolaan sampah adalah dengan pengurangan sampah melalui EPR dan keterlibatan
4	Mirwan Maulidah &	2022	Perencanaan Pengangkutan Dengan Metode Dinamis Di UPTD Tumpang	Penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi dalam pembuatan rute perencanaan efektif yang nantinya dapat mengurangi biaya bahan bakar yang digunakan dan emisi kendaraan.	Berdasarkan perbandingan data eksisting dan hasil rute perencanaan terdapat perbedaan jarak tempuh armada sehingga berpengaruh pada pengurangan biaya bahan bakar sebesar Rp 304.983,00 dan emisi kendaraan sebesar 177,99 KgCO ₂ perharinya.

- Broeke, G. t., & Tobi, H. (2021). Mapping Validity And Validation In Modelling For Interdisciplinary Research. *Quality & Quantity*, 55, 1619 - 1620. doi:<https://doi.org/10.1007/s11135-020-01073-8>
- Budiono, A. (2012). Pengukuran Dampak Sosial: Sebuah Tinjauan Literatur Terhadap Metode, Keterbatasan, Dan Aplikasinya. *Bina Ekonomi*, 21(2), 135.
- Crabolu, G., Font, X., & Eker, S. (2023). Evaluating Policy Complexity With Causal Loop Diagrams. *Annals of Tourism Research*, 100, 4. doi:<https://doi.org/10.1016/j.annals.2023.103572>
- Darmawan, A., Soesilo, T. E., & Wahyono, S. (2020). Model Optimasi Pengelolaan Sampah di TPA (Suatu Studi di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Bantargebang). *Jurnal Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 21(02), 13-29. doi:<https://doi.org/10.21009/PLPB.212.02>
- Dobiki, J. (2018). Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan di Pulau Kuno dan Pulau Kakara di Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Spasial*, 5(2), 221 - 222. doi:<https://doi.org/10.35793/sp.v5i2.20803>
- Elamin, M. Z., Ilmi, K. N., Tahirah, T., Zarnuzi, Y. A., Suci, Y. C., Rahmawati, D. R., . . . Nasifa, I. F. (2018). Analisis Pengelolaan Sampah Pada Masyarakat Desa Disanah Kecamatan Sreseh Kabupaten Sampang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(4), 369. doi:<https://doi.org/10.20473/jkl.v10i4.2018.368-375>
- Habibah, E., Novianti, F., & Saputra, H. (2020). Analisis Terhadap Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Penerapan Kebijakan Pengelolaan Sampah Di Yogyakarta Menggunakan Pemodelan Sistem Dinamis. *Jurnal Analisa Sosiologi*. *Jurnal Analisa Sosiologi*, 9, 124 - 135. doi:<https://doi.org/10.20961/jas.v9i0.39809>
- Hanafi, I., & Fitrianto, A. (2022). Skenario Kebijakan Tentang Ruang Terbuka Hijau di Kota Batu: Suatu Pendekatan Simulasi. *Jurnal Administrasi Publik*, 8(1), 1 - 17. doi:<https://doi.org/10.26618/kjap.v8i1.6998>
- Herlina, & Febryanti. (2021). Sosialisasi Dampak Positif Dan Negatif Sampah Bagi Manusia Dan Lingkungan Di Desa Karombang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 8. doi:10.35329/sipissangngi.v1i2.1979
- Irmawartini, Mulyati, S. S., & Pujiono. (2023). Pengelolaan Sampah Dari Hulu Ke Hilir Di Kota Bandung. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(2), 233. doi:<https://doi.org/10.14710/jkli.22.2.229-236>

- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank Publications. doi:10.1596/978-1-4648-1329-0
- Manurung, D., Bintoro, H., Hadi, S., & Lubis, I. (2016). Analisis Pemilihan Wilayah Terkait Dengan TPA Regional Di TPST Bantargebang Menggunakan Metode Topsis. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 17(2), 80. doi:https://doi.org/10.29122/jtl.v17i2.27
- Maricar, M. A. (2019). Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan Pada Perusahaan XYZ. *Jurnal Sistem dan Informatika*, 13(2), 39.
- Maryati, S., Arifiani, N. F., Humaira, A. N., & Putri, H. T. (2018). Factors influencing household participation in solid waste management (Case study: Waste Bank Malang). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 124. doi:10.1088/1755-1315/124/1/012015
- Mirwan, M., & Maulidah, A. (2022). Perencanaan Sistem Pengangkutan Sampah dengan Metode Dinamis di UPTD Tumpang. *The National Environmental Science and Engineering Conference*, 3(1), 7 - 14.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2008). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting* (Edisi Pertama ed.). Hoboken: John Wiley & Sons. Inc.
- Nisa, S. Q., Murti, R. H., & Jawwad, M. A. (2023). Estimasi Luas Lahan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kota Kediri dengan Pendekatan Sistem Dinamik. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 15(1), 40. doi:https://doi.org/10.33005/envirotek.v15i1.12
- Panggabean, F. M., Ekaputra, V., & Satria, T. G. (2018). Perancangan Sistem Forecasting Tren Penyalahgunaan Napza Menggunakan Pendekatan System Dynamics. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, 7(28), 442.
- 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 (MITL)*, 8(1), 17-24. doi:https://doi.org/10.33084/mitl.v8i1.4651
- Purba, I. G., Putri, D. A., Sitorus, R. J., & Sari, I. P. (2023). Pendampingan Pengelolaan Sampah Terpadu Masyarakat Desa Tanjung Pering Kecamatan

Indralaya Utara. *Jurnal Panrita Abdi*, 7(2).
doi:<https://doi.org/10.20956/pa.v7i2.19161>

Purnomo, C. W. (2020). *Solusi Pengelolaan Sampah Kota*. Gajah Mada University Press.

Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional. (2023). *Fasilitas TPS3R Tahun 2022*. Retrieved from SIPSN MENLHK:
<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/home/fasilitas/tps3r>

Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional. (2023). *Komposisi Sampah Kota Cilegon Tahun 2022*. Retrieved from SIPSN MENLHK:
<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>

Somantri, A. S., & Thahir, R. (2007). Analisis Sistem Dinamik Ketersediaan Beras Di Merauke Dalam Rangka Menuju Lumbung Padi Bagi Kawasan Timur Indonesia. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 3. Retrieved from
<https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/3459>

Sukadaryati, & Andini, S. (2021). Upaya Pengelolaan Minim Sampah Rumah Tangga. *Jurnal Silva Tropika*, 5(2), 424.

Sururi, I., & Agustapraja, H. R. (2020). Studi Kelayakan Investasi Perumahan Menggunakan Metode Benefit Cost Ratio. *Jurnal Teknik*, 18(1), 54 - 55.
doi:<https://doi.org/10.37031/jt.v18i1.68>

Suryani, A. S. (2014). Peran Bank Sampah Dalam Efektivitas Pengelolaan Sampah (Studi Kasus Bank Sampah Malang). *Aspirasi*, 5(1), 72 - 75.
doi:<https://doi.org/10.46807/aspirasi.v5i1.447>

Suryani, E., Hendrawan, R. A., & Rahmawati, U. E. (2021). *Model Dan Simulasi Sistem Dinamik*. Deepublish.

Suryowati, E. (2023). *Co-firing PLTU Suralaya, 5 Persen Bahan Bakarnya dari Sampah*. Retrieved Maret 27, 2023, from JawaPos.com:
<https://www.jawapos.com/energi/01432452/cofiring-pltu-suralaya-5-persen-bahan-bakarnya-dari-sampah>

Tajudin, A. (2023). *TPSA Bagendung Tampung Sampah 245 Ton per Hari*. Retrieved Januari 4, 2024, from TribunBanten.com:
<https://banten.tribunnews.com/2023/09/25/tpsa-bagendung-tampung-sampah-245-ton-per-hari-dlh-cilegon-paling-banyak-sampah-rumah-tangga>

- Widodo, E. M., Rifa'i, A., & Fuadyani, R. (2023). Sistem Distribusi Logistik Dengan Pendekatan Sistem Dinamik Untuk Mitigasi Bencana Gunung Merapi. *Matrik (Jurnal Manajemen dan Teknik Industri-Produksi)*, 23(2), 101 - 104. doi:<http://dx.doi.org/10.30587/matrik.v23i2.3885>
- Wildanurizal, Bahauddin, A., & Ferdinant, P. F. (2014). Perancangan Model Simulasi Pengelolaan Sampah Dengan Pendekatan Sistem Dinamis Di Kota Cilegon. *Jurnal Teknik Industri*, 2(3), 1 - 7. doi:<http://dx.doi.org/10.36055/jti.v2i3.345>
- Zurbrügg, C., Gfrerer, M., Ashadi, H., Brenner, W., & Küper, D. (2012). Determinants Of Sustainability In Solid Waste Management - The Gianyar Waste Recovery Project In Indonesia. *Waste Management*, 32(11). doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.01.011>

