

**PERENCANAAN SISTEM PENGUMPULAN SAMPAH BERBASIS
OPTIMASI RUTE DENGAN PENDEKATAN SAVING MATRIX DAN
PEMODELAN DINAMIS (STUDI KASUS : UPN "VETERAN"
JAWA TIMUR)**

SKRIPSI



Oleh :

FRANSISCA NANDA AULIYA

NPM 22034010029

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026**

**PERENCANAAN SISTEM PENGUMPULAN SAMPAH
BERBASIS OPTIMASI RUTE DENGAN PENDEKATAN
SAVING MATRIX DAN PEMODELAN DINAMIS (STUDI
KASUS : UPN "VETERAN" JAWA TIMUR)**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

FRANSISCA NANDA AULIYA

NPM: 22034010029

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA
TIMUR FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

PERENCANAAN SISTEM PENGUMPULAN SAMPAH BERBASIS OPTIMASI RUTE DENGAN PENDEKATAN SAVING MATRIX DAN PEMODELAN DINAMIS (STUDI KASUS : UPN "VETERAN" JAWA TIMUR)

Disusun Oleh:


Fransisca Nanda Auliya
NPM. 22034010029

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Pembimbing 1

Pembimbing 2


Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, ST., MT.
NIP. 19901001 202406 2001


Aulia Dewi Fatikasari, S.T., M.T.
NIP./NPT. 199810082024062001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivan M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN SISTEM PENGUMPULAN SAMPAH
BERBASIS OPTIMASI RUTE DENGAN PENDEKATAN
SAVING MATRIX DAN PEMODELAN DINAMIS (STUDI
KASUS : UPN "VETERAN" JAWA TIMUR)**

Disusun Oleh

Fransisca Nanda Auliya
NPM. 22034010029

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal Jati
Emas (Terakreditasi Sinta 5)

Menyetujui,

TIM PENGUJI

Pembimbing 1

1. Ketua

Pradiya Sigit Ardisty Sitogasa, ST., MT.
NIP. 19901001 202406 2001

Dr. Aulia Ulfah Farahdiba, ST., MSc.
NIP. 19890106 202406 2002

Pembimbing 2

2. Anggota

Aulia Dewi Fatikasari, S.T., M.T.
NIP/NPT. 199810082024062001

Aussie Amalia, ST., MSc.
NPT. 172 1992 1124 059

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

PERENCANAAN SISTEM PENGUMPULAN SAMPAH BERBASIS OPTIMASI RUTE DENGAN PENDEKATAN SAVING MATRIX DAN PEMODELAN DINAMIS (STUDI KASUS : UPN "VETERAN" JAWA TIMUR)

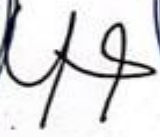
Disusun Oleh:


Fransisca Nanda Auliya
NPM. 22034010029

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 16 Juli 2026

TIM PENILAI

KETUA


Dr. Aulia Ulfah Farahdiba, ST., MSc.
NIP. 19890106 202406 2002

ANGGOTA


Aussie Amalia, ST., MSc.
NPT. 172 1992 1124 059

SURAT PERNYATAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fransisca Nanda Auliya

NPM : 22034010029

Program : Sarjana (S1)

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/Lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 21 Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan



Fransisca Nanda Auliya
22034010029

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Perencanaan Sistem Pengumpulan Sampah Berbasis Optimasi Rute dengan Pendekatan *Saving Matrix* dan Pemodelan Dinamis (Studi Kasus : UPN “Veteran” Jawa Timur)”** ini dengan baik. Dengan tersusunnya skripsi ini, penulis menerima atas segala bimbingan, dukungan, doa, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini, diantara adalah :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, ST., MT., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu, mengarahkan, dan membimbing, serta memberikan arahan dan masukan yang bermanfaat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Prof. Euis Nurul Hidayah, MT., PhD. Selaku Dosen Pengampu Mata Kuliah Metodologi Penelitian yang memberikan masukan dan saran selama menempuh perkuliahan.
5. Kepada cinta pertama dan panutan dalam hidup penulis, Alm Ayah tercinta. Meskipun tidak dapat menyaksikan proses ini secara langsung, namun setiap langkah yang penulis tempuh adalah bentuk tanggung jawab, doa, dan harapan. Terima kasih telah menjadi cahaya pertama dalam hidup penulis.
6. Ibu tercinta sosok perempuan tangguh yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa tiada henti.
7. Sahabat penulis, yaitu Dinatha, Vanesha, Ade, Devi, Bunga, Zena yang telah kebersamai penulis dan memberikan warna dalam menempuh pendidikan, serta tiada henti memberikan semangat.

8. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2022 yang selalu memberi dukungan dan semangat.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Segala saran dan kritik membangun dari semua pihak penulis harapkan untuk penyempurnaan penulisan selanjutnya, sehingga skripsi ini dapat lebih bermanfaat.

Surabaya,

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.1.1 Definisi Sampah.....	6
2.1.2 Komposisi Sampah	6
2.1.3 Karakteristik Sampah Kawasan Institusi	7
2.1.4 Sistem Pengelolaan Sampah	7
2.1.5 Laju Timbulan Sampah.....	9
2.1.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Timbulan.....	10
2.1.7 Pewadahan Sampah.....	11
2.1.8 Pengumpulan Sampah.....	13
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Metode Pengukuran Timbulan.....	14
2.2.2 Pola Pengumpulan.....	16
2.2.3 Pengangkutan Sampah	18

2.2.4	Sarana Pengangkutan	22
2.2.5	Perhitungan Kebutuhan Armada dan Ritasi	24
2.2.6	Vehicle Routing Problem (VRP)	25
2.2.7	Perencanaan Penentuan Rute Pengangkutan Sampah.....	26
2.2.8	Sistem Dinamis	27
2.2.9	Jenis-Jenis Perangkat Lunak Untuk Pemodelan Sistem Dinamis	30
2.3	Penelitian Terdahulu	33
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		37
3.1	Kerangka Penelitian	37
3.2	Lokasi Penelitian	39
3.3	Kebutuhan Data	41
3.4	Persiapan Penelitian	42
3.5	Tahap Pengambilan Data.....	42
3.5.1	Observasi Lapangan	42
3.5.2	Wawancara.....	43
3.5.3	Kuisisioner	44
3.6	Metode Analisis.....	44
3.6.1	Penentuan Jumlah Sampel.....	44
3.6.2	Analisis Data Wawancara	46
3.6.3	Analisis Data Kuisisioner	46
3.6.4	Analisis Komposisi dan Densitas Sampah Untuk Desain Armada ..	46
3.6.5	Analisis Timbulan Sampah	47
3.6.6	Analisis Kapasitas Kendaraan Pengangkut	48
3.6.7	Analisis dan Evaluasi Sistem Pengangkutan Eksisting.....	48
3.6.8	Analisis Rute Menggunakan <i>Saving Matrix</i>	49

3.6.9	Perencanaan Kebutuhan Ritasi.....	50
3.6.11	Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja	51
3.7	Pemodelan Sistem Dinamis	51
3.7.1	Konseptualisasi Model (<i>Causal Loop Diagram</i>)	51
3.7.2	Skenario Simulasi	53
3.7.3	Prosedur Kerja.....	54
3.8	Desain Survei	58
3.9	Jadwal Penelitian	62
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		63
4.1	Laju Timbulan Sampah pada Area UPN “Veteran” Jawa Timur.....	63
4.1.1	Hasil Pengukuran Timbulan Sampah pada Gedung Perkuliahan	63
4.1.2	Hasil Pengukuran Timbulan Sampah pada Gedung Perkantoran	65
4.1.3	Hasil Pengukuran Timbulan Sampah pada Gedung Fakultas	66
4.1.4	Hasil Pengukuran Timbulan Sampah pada Asrama dan Kantin	68
4.1.5	Hasil Pengukuran Timbulan Sampah pada Sapuan Jalan dan Taman 70	
4.1.6	Rekapitulasi Timbulan Sampah di UPN “Veteran” Jawa Timur	72
4.1.7	Klasifikasi Komposisi Sampah Permen PU No. 3 Tahun 2013.....	75
4.1.8	Komposisi Sampah di UPN “Veteran” Jawa Timur	79
4.2	Sistem Pengumpulan Sampah pada Area UPN “Veteran” Jawa Timur..	87
4.2.1	Hasil Kuisisioner Sistem Pengangkutan Sampah	87
4.2.1	Identifikasi Sistem Eksisting.....	89
4.2.2	Rute Pengumpulan Eksisting	89
4.2.3	Evaluasi Sistem Pengumpulan Eksisting	91

4.3	Perencanaan Kapasitas, Kebutuhan, dan Desain Kendaraan Armada	
	Pengangkut Sampah, serta Kebutuhan Jumlah Tenaga Kerja	92
4.3.1	Kapasitas Armada	92
4.3.2	Desain Armada.....	92
		95
4.3.2	<i>Analisis Saving Matrix</i>	96
4.3.3	Kebutuhan Ritasi.....	103
4.3.4	Rute Rekomendasi Pengangkutan Sampah di UPN “Veteran” Jawa Timur	105
4.3.5	Efisiensi Sistem Pengangkutan	110
4.3.6	Kebutuhan Armada	111
4.3.7	Kebutuhan Tenaga Kerja.....	113
4.4	Proyeksi Kebutuhan Pengangkutan.....	114
4.4.1	Skenario I Kondisi Eksisting.....	116
4.1.3	Skenario III Penambahan Area Layanan.....	124
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		130
5.1	Kesimpulan.....	130
5.2	Saran.....	131
DAFTAR PUSTAKA		132

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Besar Timbulan Sampah Berdasarkan Komponen Sumber Sampah	9
Tabel 2. 2 Faktor Yang Mempengaruhi Timbulan.....	10
Tabel 2. 3 Jumlah Timbulan Sampah dari Non Perumahan Berdasarkan SNI	15
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu.....	33
Tabel 3. 1 Lokasi Sampling dan Titik Pengumpulan Sampah	40
Tabel 3. 2 Distribusi Populasi Responden.....	44
Tabel 3. 3 Kebutuhan Data Penelitian.....	51
Tabel 3. 4 Desain Survei	58
Tabel 3. 5 Jadwal penelitian	62
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Timbulan pada Gedung Perkuliahan Bersama.....	64
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Timbulan pada Gedung Perkantoran	65
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Timbulan pada Gedung Fakultas	67
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Timbulan pada Kantin dan Asrama	69
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Timbulan pada Sapuan Jalan dan Taman	70
Tabel 4. 6 Hasil Total Timbulan Sampah di UPN “Veteran” Jawa Timur	72
Tabel 4. 7 Klasifikasi Jenis Sampah.....	76
Tabel 4. 8 Volume Timbulan Sampah Tiap Kategori di Titik Pengumpulan Sampah	77
Tabel 4. 9 Komposisi Sampah Makanan di UPN “Veteran” Jawa Timur	79
Tabel 4. 10 Komposisi Sampah Kayu dan Ranting di UPN “Veteran” Jawa Timur	81
Tabel 4. 11 Komposisi Sampah Guna Ulang di UPN “Veteran” Jawa Timur.....	82
Tabel 4. 12 Komposisi Sampah Daur Ulang di UPN “Veteran” Jawa Timur.....	83
Tabel 4. 13 Komposisi Sampah B3 di UPN “Veteran” Jawa Timur.....	84
Tabel 4. 14 Komposisi Sampah Residu di UPN “Veteran” Jawa Timur	86
Tabel 4. 15 Hasil Analisis Kuisisioner Sistem Pengangkutan Sampah	88
Tabel 4. 16 Rute Pengangkutan Sampah Eksisting	91
Tabel 4. 17 Dimensi Kompartemen Armada Pengumpulan Sampah Berdasarkan Kategori.....	93

Tabel 4. 18 Hasil Pengukuran Jarak	96
Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Saving Matrix	98
Tabel 4. 20 Tabel Ranking Saving Matrix	100
Tabel 4. 21 Rute Rekomendasi Pengangkut Sampah di UPN “Veteran” Jawa Timur	108
Tabel 4. 22 Kebutuhan Tenaga Kerja Eksisting dan Ideal	113
Tabel 4. 23 Skenario I	116
Tabel 4. 24 Skenario II	119
Tabel 4. 25 Skenario III.....	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Tahapan Pengelolaan Sampah	8
Gambar 2. 2 Pewadahan Sampah Terpilah Berdasarkan Jenisnya	12
Gambar 2. 3 Tempat Sampah komunal Beroda Untuk Area Luar Gedung.....	13
Gambar 2. 4 Tempat Sampah individual Untuk Area Dalam Ruangan	13
Gambar 2. 5 Sistem Pengumpulan Sampah Secara Langsung	14
Gambar 2. 6 Sistem Pengumpulan Sampah Secara Tidak Langsung	14
Gambar 2. 7 Motor Sampah	22
Gambar 2. 8 Pick-up Sampah	23
Gambar 2. 9 Gerobak Sampah.....	23
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	37
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	39
Gambar 4. 1 Grafik Timbulan Sampah di UPN “Veteran” Jawa Timur	74
Gambar 4. 2 Diagram Komposisi Sampah Makanan di UPN “Veteran” Jawa Timur	80
Gambar 4. 3 Diagram Komposisi Sampah Kayu dan Ranting di UPN “Veteran” Jawa Timur.....	81
Gambar 4. 4 Diagram Komposisi Sampah Guna Ulang di UPN “Veteran” Jawa Timur.....	82
Gambar 4. 5 Diagram Komposisi Sampah Daur ulang di UPN “Veteran” Jawa Timur.....	84
Gambar 4. 6 Diagram Komposisi Sampah B3 di UPN “Veteran” Jawa Timur ...	85
Gambar 4. 7 Diagram Komposisi Sampah Residu di UPN “Veteran” Jawa Timur	86
Gambar 4. 8 Grafik Rata-rata Kinerja Sistem Pengangkutan Sampah.....	88
Gambar 4. 9 Rute Pengangkutan Sampah Eksisting	90
Gambar 4. 10 Desain Armada	95
Gambar 4. 11 Rute Rekomendasi Pengangkut Sampah Makanan, Sampah Ranting dan Kayu. Sampah Residu	106

Gambar 4. 12 Rute Rekomendasi Pengangkut Sampah Guna Ulang dan Sampah Daur Ulang	107
Gambar 4. 13 Causal Loop Diagram Pemodelan Dinamis.....	115
Gambar 4. 14 Grafik Total Timbulan Sampah Skenario I	117
Gambar 4. 15 Grafik Kebutuhan Tenaga Kerja Skenario I	117
Gambar 4. 16 Grafik Kapasitas Armada Total Skenario I	118
Gambar 4. 17 Grafik Kebutuhan Armada Beroperasi Skenario I.....	119
Gambar 4. 18 Grafik Tingkat Kerusakan Skenario II	120
Gambar 4. 19 Grafik Unit Armada Rusak Skenario II	121
Gambar 4. 20 Grafik Armada Beroperasi Skenario II.....	122
Gambar 4. 21 Grafik Kebutuhan Tenaga Kerja Skenario II.....	123
Gambar 4. 22 Grafik Penambahan Area Layanan Skenario III.....	126
Gambar 4. 23 Grafik Total Timbulan Sampah Skenario III.....	127
Gambar 4. 24 Grafik Armada Beroperasi Skenario III	128
Gambar 4. 25 Grafik Kebutuhan Tenaga Kerja Skenario III	129

ABSTRAK

Sistem pengumpulan sampah di UPN “Veteran” Jawa Timur dirancang berdasarkan optimalisasi rute dengan menggunakan metode *saving matrix* dan pemodelan dinamis. Metodologi yang digunakan meliputi pengukuran produksi sampah selama delapan hari sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), evaluasi sistem yang ada, optimalisasi rute melalui *saving matrix*, serta proyeksi kebutuhan untuk satu dekade ke depan menggunakan pemodelan dinamika sistem menggunakan perangkat lunak Vensim PLE. Total timbulan sampah harian mencapai 943.641 kg/hari atau 11.525 m³/hari. Sistem yang ada saat ini menempuh jarak harian 10.169 km dalam delapan perjalanan tanpa rute yang terstruktur. Optimasi rute menggunakan *saving matrix* berhasil mengurangi jarak tempuh sebesar 22,08% menjadi 7.923 km/hari, yang disusun menjadi lima perjalanan terpisah yaitu tiga untuk sampah makanan, ranting atau kayu, dan sampah residu dan dua untuk sampah yang dapat digunakan kembali dan didaur ulang. Jumlah armada yang dibutuhkan tetap dua unit kapasitas 3,12 m³ per perjalanan, sedangkan tenaga kerja idealnya adalah enam orang, sebuah peningkatan efisiensi dibandingkan tim yang saat ini terdiri dari sepuluh orang. Proyeksi sepuluh tahun menunjukkan skenario dasar yang stabil, skenario kerusakan armada yang mengharuskan pembelian kendaraan baru pada tahun 2030, serta skenario perluasan wilayah layanan yang memerlukan satu kendaraan tambahan dan tiga pekerja tambahan. Penelitian ini diakhiri dengan rekomendasi mengenai rute optimal, desain kendaraan yang terpisah, serta strategi pengadaan armada dan tenaga kerja yang adaptif untuk mendukung pengelolaan limbah kampus yang berkelanjutan.

Kata Kunci : Saving Matrix, sistem dinamis, optimasi rute, Vensim PLE.

ABSTRACT

The waste collection system at UPN “Veteran” East Java was designed based on route optimization using the saving matrix method and dynamic modeling. The methodology used includes measuring waste production over eight days in accordance with Indonesian National Standards (SNI), evaluating the existing system, optimizing routes through the saving matrix, and projecting future needs for the next decade using dynamic system modeling with Vensim PLE software. Total daily waste generation reaches 943,641 kg/day or 11,525 m³/day. The current system covers a daily distance of 10,169 km in eight trips without a structured route. Route optimization using a saving matrix successfully reduced the distance traveled by 22.08% to 7,923 km/day, organized into five separate trips: three for food waste, branches or wood, and residual waste; and two for reusable and recyclable waste. The required fleet size remains at two vehicles with a capacity of 3.12 m³ per trip, while the ideal workforce is six people—an efficiency improvement compared to the current team of ten. The ten-year projection outlines a stable baseline scenario, a fleet depreciation scenario requiring the purchase of new vehicles in 2030, and a service area expansion scenario requiring one additional vehicle and three additional workers. This study concludes with recommendations regarding optimal routes, separate vehicle designs, and adaptive fleet and workforce procurement strategies to support sustainable campus waste management.

Keywords : *Saving Matrix, dynamic systems, route optimization, Vensim PLE.*