

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dinamika aktivitas manusia dalam kehidupan modern menjadikan produksi sampah sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari keseharian, terutama di kawasan dengan kepadatan tinggi seperti di lingkungan kampus (Ojuri et al., 2024). Lingkungan kampus secara kontinu menghasilkan berbagai jenis sisa buangan dari kegiatan belajar-mengajar, operasional administratif, aktivitas kantin, hingga kegiatan kemahasiswaan. Pengelolaan yang tidak dilakukan secara serius akan berdampak langsung pada penurunan estetika ruang publik, pencemaran lingkungan, serta munculnya risiko kesehatan bagi civitas akademika (Bahçelioğlu et al., 2020). Penanganan yang terintegrasi diperlukan untuk memastikan seluruh alur sisa buangan tertangani dengan baik, mulai dari tahap pengumpulan awal hingga pemrosesan akhir. Dalam rangkaian manajemen tersebut, pengangkutan sampah merupakan salah satu komponen penting untuk menjamin kelancaran perpindahan material dari titik sumber menuju fasilitas pembuangan (Ojuri et al., 2024).

Efektivitas tahap pengangkutan dalam sistem pengelolaan sampah perkotaan merupakan faktor penentu yang sangat penting, karena tahap ini berfungsi sebagai penghubung operasional antara sumber-sumber timbulnya sampah dan tempat pembuangan akhir, sehingga memastikan bahwa sampah tidak menumpuk secara berlebihan atau melebihi batas waktu penumpukan yang telah ditetapkan di sumbernya (Baral et al. 2024). Landasan pengelolaan sampah diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia 18 tahun 2008 dan Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 yang mewajibkan pengelolaan dari pemilahan hingga pengangkutan. Secara teknis, ketentuan ini didukung oleh standar teknis dalam SNI 19-2454-2002 yang mengatur pewadahan, ritasi, dan pola pengangkutan. Kesesuaian antara pengelolaan rute dan volume sampah yang sebenarnya diperlukan untuk memastikan bahwa operasi sanitasi berjalan sesuai dengan parameter kesehatan lingkungan yang berlaku. (Hess et al., 2024)

Berbagai kajian empiris menunjukkan bahwa jumlah timbunan sampah di institusi pendidikan tinggi memiliki variasi yang sangat signifikan di setiap fasilitasnya. Penelitian di Universitas PGRI Argopuro Jember mencatat timbunan sampah dari kegiatan akademik mencapai 29,22 kg/hari, yang didominasi oleh sampah organik lebih dari 50% dari sisa makanan dan material *biodegradable* lainnya (Defriatno, 2024). Sementara itu, di kampus Institut Teknologi Sumatera, komposisi sampah didominasi oleh sampah anorganik dengan persentase rata-rata 78,33%, yang terdiri dari plastik, kertas, *styrofoam*, bungkus makanan, dan botol minum (Putra, 2025). Selaras dengan temuan tersebut, penelitian di Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur oleh Fadhil dan Sitogasa, (2024) mengungkapkan bahwa permasalahan utama terletak pada ketidaksesuaian sistem pewadahan, yang mana sekitar 24% wadah sampah tidak memenuhi standar dan volumenya tidak mampu menampung timbunan sampah harian dengan berat timbunan sampah per kapita mencapai 0,02 kg/orang/hari.

Permasalahan bertambah kompleks akibat timbunan sampah tersebar di berbagai titik pengumpul dengan karakteristik yang berbeda-beda, sehingga pengukuran timbunan menjadi krusial agar perencanaan pengangkutan dapat presisi (Wibawa et al., 2024). Metode *saving matrix* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menentukan rute pengangkutan sampah dengan menggabungkan beberapa titik pengumpulan menjadi satu rute, sehingga total jarak tempuh kendaraan dapat diminimalkan (Siti et al., 2024). Optimasi rute menggunakan metode *saving matrix* menurunkan panjang rute pengangkutan dari 12,94 km menjadi 9,42 km, atau dengan efisiensi sebesar 9–42% dibandingkan rute eksisting (Hoang et al., 2024).

Pengelolaan sampah di kampus melalui metode *saving matrix* tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional dalam jangka pendek, melainkan terdapat pendekatan yang belum menggambarkan perubahan sistem secara dinamis dalam jangka panjang. Pemodelan sistem dinamis digunakan untuk memahami perilaku sistem melalui hubungan sebab-akibat serta memproyeksikan kondisi di masa depan (Pamungkas et al., 2023). Sistem dinamis dilengkapi dengan hubungan sebab-akibat, nilai yang terakumulasi, sehingga proyeksi yang dihasilkan tidak

hanya bersifat sekuensial tetapi juga adaptif terhadap perubahan kondisi (Trenggonowati et al., 2020). Penggunaan beberapa kondisi melalui skenario diperlukan untuk mengevaluasi alternatif kebijakan yang merepresentasikan kondisi eksisting, perbaikan, dan optimal berdasarkan kemungkinan intervensi yang realistis (Amir et al., 2025). Dengan demikian, pemodelan sistem dinamis menjadi penting untuk mendukung perencanaan pengumpulan sampah yang adaptif dan berkelanjutan.

Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan di UPN "Veteran" Jawa Timur tidak hanya pada belum adanya rute baku yang efisien, tetapi juga pada ketidakmampuan sistem eksisting mengantisipasi perubahan jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan integrasi antara optimasi rute dengan metode *saving matrix* dan pemodelan sistem dinamis untuk menghasilkan perencanaan yang adaptif hingga 10 tahun ke depan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem pengumpulan sampah berbasis kedua pendekatan tersebut yang mampu diaplikasikan secara nyata untuk menjaga kualitas lingkungan kampus.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa laju timbulan sampah pada titik pengumpulan terpilih sebagai representasi dari setiap fasilitas di area UPN “Veteran” Jawa Timur?
2. Bagaimana kondisi sistem pengumpulan sampah eksisting di area UPN “Veteran” Jawa Timur?
3. Bagaimana perencanaan kapasitas, kebutuhan, dan desain kendaraan armada pengangkut sampah, serta kebutuhan jumlah tenaga kerja melalui rancangan pengembangan rute pengumpulan sampah?
4. Bagaimana proyeksi kebutuhan armada pengangkutan sampah kampus untuk 10 tahun ke depan dengan mempertimbangkan pengaruh kerusakan armada dan ketersediaan tenaga kerja melalui simulasi skenario?

1.3 Maksud dan Tujuan

1. Mengidentifikasi laju timbulan sampah pada titik pengumpulan terpilih sebagai representasi dari setiap fasilitas di area UPN “Veteran” Jawa Timur.

2. Mengidentifikasi dan mengevaluasi sistem pengumpulan sampah eksisting di area UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Merencanakan kapasitas, kebutuhan, dan desain kendaraan armada pengangkut sampah, serta kebutuhan jumlah tenaga kerja melalui rancangan pengembangan rute.
4. Memproyeksikan kebutuhan armada pengangkutan sampah kampus untuk 10 tahun ke depan dengan mempertimbangkan pengaruh kerusakan armada dan ketersediaan tenaga kerja melalui berbagai skenario simulasi.

1.4 Manfaat

1. Memberikan data kuantitatif laju timbulan sampah sebagai dasar perencanaan sistem pengangkutan yang lebih akurat.
2. Memberikan gambaran dan evaluasi sistem pengumpulan sampah eksisting sebagai dasar perbaikan pengelolaan.
3. Memberikan rekomendasi teknis, jumlah, kapasitas, dan rute armada pengangkut yang lebih efisien dan optimal.
4. Memberikan rekomendasi kebijakan bagi pengelola kampus dalam merencanakan pengadaan armada dan tenaga kerja secara tepat guna mengantisipasi peningkatan timbulan sampah dan risiko kerusakan armada di masa depan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian difokuskan pada identifikasi kondisi eksisting sistem pengumpulan sampah kampus berlokasi di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Kajian mencakup analisis karakteristik sampah kampus yang meliputi pengukuran laju timbulan, densitas, dan komposisi sampah dengan jadwal pelaksanaan sebagai berikut :
 - a. Area kantin dan rektorat dilakukan pada bulan Oktober hingga November 2025 yang mewakili periode peralihan menuju musim hujan.

- b. Gedung Fakultas Teknik dilakukan pada bulan November 2024 yang mewakili periode musim hujan.
 - c. Area Gedung Kuliah Bersama 1, Asrama, serta Sapuan Jalan dan Taman dilakukan pada bulan April hingga Mei 2026 yang mewakili periode musim kemarau.
 - d. Seluruh pengukuran lapangan dilaksanakan selama 8 hari berturut-turut di setiap lokasi sesuai standar SNI.
- 3. Penelitian ini meliputi perencanaan rute pengumpulan sampah menggunakan metode *saving matrix* dengan mempertimbangkan jarak tempuh, kapasitas armada, dan waktu operasional.
- 4. Penelitian ini meliputi pemodelan sistem dinamis menggunakan *software* Vensim untuk memproyeksikan kebutuhan armada dan tenaga kerja dalam jangka waktu 10 tahun ke depan.