

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Payakumbuh sebagai salah satu kota di Sumatera Barat yang menghadapi tantangan dalam pengelolaan sampah, pada tahun 2024 menghasilkan timbunan sampah sebesar 34.821,70 ton atau rata-rata 95,4 ton/hari. Persentase pengurangan sampah yang berhasil dilakukan adalah 16,04% meliputi pengolahan sampah di bank sampah, Tempat Pengolahan Sampah *Reduce Reuse Recycle* (TPS3R), budidaya maggot, serta sektor informal. Sementara capaian penanganan sampah adalah sebesar 80,33% atau rata-rata 76,63 ton/hari sampah dilakukan pengangkutan ke tempat pemrosesan akhir (Dinas Lingkungan Hidup Kota Payakumbuh, 2025). Kondisi ini menunjukkan bahwa upaya pengurangan dan pengolahan di sumber belum optimal sehingga sistem pengelolaan sampah masih bertumpu pada pendekatan akhir (*end of pipe*).

Permasalahan besar pengelolaan sampah di Kota Payakumbuh terjadi sejak ditutupnya Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Regional Payakumbuh akibat bencana longsor pada tanggal 20 Desember 2023. Akibatnya Kota Payakumbuh tidak memiliki sarana pemrosesan akhir sehingga terjadi penumpukan sampah di berbagai titik yang menimbulkan bau dan mengganggu estetika. Sepanjang tahun 2024 Pemerintah Kota Payakumbuh melakukan pengangkutan sampah ke TPA Air Dingin Kota Padang. Hal ini menemui banyak kendala disebabkan jauhnya jarak yang ditempuh sehingga membutuhkan biaya yang besar dan tidak semua sampah bisa diangkut karena keterbatasan armada truk yang layak melakukan pengangkutan sampah ke TPA Kota Padang. Permasalahan lainnya adalah sulitnya mencari lahan yang layak untuk membangun TPA baru di Kota Payakumbuh baik dikaji dari aspek teknis, regulasi, maupun sosial (Dinas Lingkungan Hidup Kota Payakumbuh, 2025).

Untuk menindaklanjuti masalah ini Pemerintah Kota Payakumbuh melakukan pembangunan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) sebagai sarana

pemrosesan akhir. TPST ini dibangun pada tahun 2024 dan mulai dilakukan uji coba sejak Januari 2025 oleh pengelola yaitu Dinas Lingkungan Hidup. Lahan tempat pembangunan TPST secara administratif berada di 2 (dua) kelurahan yaitu Kelurahan Padang Karambia dan Kelurahan Kapalo Koto Ampangan Kecamatan Payakumbuh Selatan dengan luas lahan total 29.671 m² dan luas bangunan 336 m².

Berdasarkan Lampiran IV Permen PU Nomor 03 Tahun 2013, TPST atau *Material Recovery Facility* (MRF) memiliki peran krusial dalam sistem pengelolaan sampah karena berfungsi sebagai pusat kegiatan pemilahan dan pengolahan sampah secara terintegrasi. Di dalamnya, dilakukan berbagai proses utama seperti pengolahan lanjutan terhadap sampah yang sudah dipilah dari sumber, pemisahan langsung berbagai komponen sampah kota, serta peningkatan kualitas hasil daur ulang. Dengan demikian, peningkatan jumlah sampah yang masuk setiap harinya dan kondisi sampah yang tercampur merupakan tantangan utama dalam operasional suatu TPST.

Untuk menghadapi tantangan tersebut, TPST Kota Payakumbuh dilengkapi dengan paket peralatan yang terdiri atas teknologi fisik untuk pemilahan sampah tercampur serta teknologi termal berbasis pirolisis-gasifikasi (tanpa pembakaran langsung) untuk memusnahkan residu. Sampah tercampur yang masuk dipilah melalui proses manual maupun mekanis menggunakan mesin pemilah, sehingga dihasilkan dua fraksi utama yaitu sampah organik yang dicacah sebagai bahan baku kompos, serta sampah plastik dan anorganik lainnya yang selanjutnya dimasukkan ke unit termal melalui *belt conveyor* atau secara manual, dengan keluaran berupa abu.

Namun demikian keberadaan TPST ini belum menjawab persoalan sampah di Kota Payakumbuh secara signifikan. Kapasitas peralatan yang tersedia sesuai spesifikasinya hanya 1 m³/jam atau setara 0,3-0,4 ton/jam jika mengacu kepada densitas sampah di truk terbuka (Damanhuri & Padmi 2010), sehingga kontribusinya masih sangat terbatas. Di samping itu, berbagai kendala operasional serta keterbatasan sumber daya manusia menyebabkan kinerja pengolahan tidak

sesuai dengan kapasitas teoritis peralatan mengakibatkan sebagian besar timbulan sampah kota belum terolah.

Melihat kendala yang ada, penting dilakukan evaluasi terhadap kinerja TPST Kota Payakumbuh dan kajian teknologi untuk merumuskan strategi peningkatan kapasitas dan efisiensi pengolahan secara berkelanjutan. Hingga saat ini belum ada kajian yang secara komprehensif mengevaluasi kinerja TPST eksisting Kota Payakumbuh dan merekomendasikan pengembangan teknologi yang sesuai. Penelitian ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan tersebut dengan melakukan evaluasi dan kajian secara ilmiah.

Pemilihan metode evaluasi dan analisis teknologi yang tepat menjadi kunci dalam merancang strategi pengelolaan TPST. Salah satu metode yang dinilai relevan untuk mengevaluasi kinerja TPST adalah *Key Performance Indicator* (KPI) karena mampu menyediakan informasi yang andal sebagai dasar mengukur kinerja dalam mencapai tujuan dan sasaran (Purwoko et al., 2023). KPI digunakan karena fleksibel dalam pemilihan indikator teknis sesuai dengan konteks lokal dan mampu memberikan pengukuran kinerja secara kuantitatif. Di sisi lain, dalam mengkaji pengembangan teknologi dapat diterapkan metode *Multi Criteria Decision Analysis* (MCDA) karena mampu menganalisis berbagai kriteria secara simultan dalam suatu sistem yang kompleks dan menghasilkan pilihan yang optimal (Adamczack et al., 2016).

Beberapa studi terdahulu mendukung penerapan kedua pendekatan ini. Salah satunya studi Mastellone et al., (2017) yang melakukan evaluasi kinerja MRF skala besar di Italia menggunakan indikator produktivitas, tingkat kemurnian hasil daur ulang, rasio perolehan, serta efisiensi proses. Hasil penelitian ini merekomendasikan penambahan sistem pemilahan optik dan perbaikan tata letak untuk meningkatkan performa fasilitas secara menyeluruh.

Studi lainnya adalah AlHumid et al., (2019) yang bertujuan mengembangkan dan menerapkan indikator kinerja untuk mengevaluasi sistem pengelolaan sampah kota di Arab Saudi. Diantara indikator yang mengacu pada TPST antara lain persentase sampah kota yang dikumpulkan dan dipulihkan, biaya daur ulang per

ton sampah, persentase sampah ditimbun di TPA, dan persentase peralatan yang rusak diperbaiki. Hasil studi ini menunjukkan tingkat pemilahan dan daur ulang yang rendah, minimnya efisiensi ekonomi, dan kurangnya penerapan prinsip keberlanjutan sehingga direkomendasikan perbaikan sistem mencakup penguatan kelembagaan, peningkatan partisipasi masyarakat, optimalisasi pemilahan dan daur ulang dengan mempertimbangkan aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial secara simultan.

Studi terkait evaluasi TPST juga banyak dilakukan di Indonesia antara lain Nurulloh et al., (2024) yang menganalisis keberlanjutan TPST Cicukang Holis dan Babakan Sari di Kota Bandung ditinjau dari 5 (lima) aspek berdasarkan SNI 3242:2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman yaitu teknis operasional, peraturan, peran serta masyarakat, pembiayaan, dan kelembagaan, di mana hasil penelitian menunjukkan aspek pembiayaan menjadi indikator utama yang paling menentukan keberlanjutan TPST. Selain itu, Setyaningsih dan Caroline (2016) melakukan studi evaluasi TPST Super Depo Sutorejo di Kota Surabaya menggunakan indikator efisiensi pengurangan sampah. Hasil studi menunjukkan pentingnya integrasi desain teknologi dengan efisiensi aktual di lapangan yang menentukan tingkat reduksi sampah di TPST.

Sementara itu, studi terkait penggunaan MCDA untuk kajian teknologi pada TPST antara lain studi Yap dan Nixon (2015) yang menggunakan metode multi kriteria untuk memilih teknologi *Waste to Energy* (WTE) di Inggris dan India, dengan mempertimbangkan kriteria manfaat, peluang, biaya, dan risiko. Hasilnya menunjukkan bahwa gasifikasi lebih sesuai diterapkan di Inggris, sementara *anaerobic digestion* lebih tepat untuk India.

Torkayesh et al., (2021) juga mengembangkan model untuk menilai dan memilih teknologi pengelolaan limbah kota yang paling berkelanjutan pengelolaan di Iran. Hasil penelitian menunjukkan *anaerobic digestion* sebagai opsi paling berkelanjutan secara keseluruhan karena mendapat skor tinggi pada aspek lingkungan dan sosial, sementara pirolisis dan plasma menonjol dalam aspek teknis, tetapi cenderung lemah dari sisi ekonomi dan sosial.

Sejalan dengan hal tersebut studi Meng et al., (2023) mengembangkan model MCDA berbasis GIS untuk menentukan lokasi fasilitas WTE yang optimal dan keberlanjutan dengan mempertimbangkan 4 (empat) kriteria yaitu teknis, ekonomi, lingkungan, dan sosial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mampu menghasilkan zona prioritas lokasi WTE dengan mempertimbangkan pembobotan antar kriteria.

Dengan mengacu pada ketujuh studi tersebut didapatkan landasan konseptual untuk menetapkan Indikator KPI yang disesuaikan dengan kondisi TPST Kota Payakumbuh, yaitu terdiri atas aspek teknis operasional (produktivitas, efisiensi proses, rasio daur ulang dan rasio residu), aspek lingkungan (emisi), aspek kelembagaan, peran serta masyarakat, serta pembiayaan. Sementara dalam MCDA dirumuskan kriteria teknis, ekonomi, lingkungan dan sosial untuk memilih berbagai alternatif teknologi yang terdiri dari kombinasi teknologi fisik, biologi, dan termal untuk meningkatkan kapasitas dan efektivitas pengolahan sampah di TPST Kota Payakumbuh.

Keterbaruan penelitian ini terletak pada penerapan metode KPI yang diaplikasikan untuk mengukur kinerja TPST dari beberapa aspek secara terintegrasi dan bersifat kuantitatif, serta aplikasi metode MCDA untuk memilih kombinasi teknologi fisik, biologi, dan termal yang paling sesuai untuk TPST dengan input sampah tercampur pada kota yang tidak memiliki TPA. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis bagi Pemerintah Kota Payakumbuh dalam perencanaan strategis pengelolaan sampah berkelanjutan.

1.2. MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja eksisting dan mengkaji teknologi yang diperlukan untuk peningkatan efektivitas dan kapasitas TPST Kota Payakumbuh.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Melakukan evaluasi terhadap kinerja TPST Kota Payakumbuh menggunakan *Key Performance Indicator (KPI)*;
2. Menganalisis neraca massa pengelolaan sampah di TPST Kota Payakumbuh.

3. Merekomendasikan pengembangan teknologi pengolahan sampah yang efektif dan efisien menggunakan *Multi Criteria Decision Analysis (MCDA)*;

1.3. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kinerja TPST eksisting Kota Payakumbuh;
2. Memberikan rekomendasi pengembangan teknologi untuk peningkatan kapasitas TPST agar semua timbulan sampah yang masuk terolah dengan baik;
3. Memberikan informasi estimasi anggaran untuk biaya investasi dan operasional TPST dengan teknologi terpilih;
4. Sebagai bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam penuntasan permasalahan sampah di Kota Payakumbuh serta penyusunan rencana anggaran.

1.4. BATASAN MASALAH PENELITIAN

Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian adalah TPST Kota Payakumbuh yang berlokasi di Kelurahan Padang Karambia dan Kelurahan Kapalo Koto Ampangan Kecamatan Payakumbuh Selatan;
2. Input TPST adalah sampah tercampur dan tidak ada TPA *sanitary* maupun *controlled landfill* di Kota Payakumbuh untuk pengurukan residu TPST;
3. Evaluasi kinerja TPST dilakukan berdasarkan KPI yang terdiri dari 5 (lima) aspek yaitu aspek teknis operasional meliputi indikator produktivitas dan efisiensi proses (Mastellone et al., 2017), rasio daur ulang, dan rasio residu, aspek lingkungan dengan indikator emisi, aspek pembiayaan dengan indikator biaya pengolahan per ton sampah (AlHumid et al., 2019), aspek kelembagaan, aspek peran serta masyarakat (Nurulloh et al., 2024);
4. Dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran konsentrasi emisi secara langsung, evaluasi emisi dilakukan melalui analisis karakteristik proses pengolahan termal dan sistem pengendalian emisi mengacu kepada baku mutu yang berlaku, serta didukung oleh verifikasi melalui pengamatan visual.

5. Pemilihan teknologi untuk peningkatan kapasitas dan efisiensi TPST dilakukan berdasarkan pendekatan MCDA meliputi kriteria teknis, ekonomi, lingkungan dan sosial (Torkayesh et al., 2021 dan Meng et al., 2023).
6. Penilaian bobot kriteria dan alternatif teknologi TPST melibatkan pendapat ahli yang seluruhnya berasal dari kalangan akademisi dengan kompetensi di bidang pengelolaan sampah dan pencemaran udara. Pemilihan akademisi dilakukan untuk menjaga objektivitas dan independensi penilaian.

1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan tesis ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan uraian referensi dan acuan tertulis mengenai teknologi pengolahan sampah meliputi pengolahan fisik, biologi, dan termal serta metode KPI dan MCDA.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tahapan penelitian yang dilakukan mulai dari studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data dan metode yang digunakan, analisis data dan pembahasan, serta rekomendasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil pengolahan data, analisis dan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.