

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi dan laju urbanisasi yang pesat di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, telah menciptakan dua tantangan fundamental yang saling terkait: peningkatan eksponensial kebutuhan energi listrik dan volume sampah perkotaan yang semakin tidak terkendali. Di satu sisi, ketahanan energi menjadi prasyarat mutlak bagi pertumbuhan ekonomi, sementara di sisi lain, pengelolaan sampah yang tidak memadai menimbulkan ancaman serius terhadap kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan [1]. Dalam konteks ini, konsep *Waste-to-Energy* (WtE) atau Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) muncul sebagai sebuah pendekatan strategis yang menawarkan solusi terintegrasi. Teknologi ini berpotensi mengubah masalah lingkungan yang mendesak menjadi solusi energi yang produktif, sejalan dengan komitmen nasional untuk meningkatkan bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

Kota Medan, sebagai salah satu pusat metropolitan terbesar di Indonesia, menghadapi tantangan signifikan dalam pengelolaan limbah perkotaan. Paradigma pengelolaan sampah yang dominan di kota ini masih bersifat konvensional, yaitu sistem kumpul-angkut-buang yang bertumpu pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dengan metode *open dumping* atau *controlled landfill*. Sistem ini terbukti tidak lagi berkelanjutan dalam menghadapi volume sampah yang terus meningkat. Permasalahan ini diperparah oleh rendahnya tingkat kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memilah sampah dari sumbernya, yang mengakibatkan hampir seluruh volume sampah domestik dan komersial dalam kondisi tercampur langsung diangkut menuju TPA [2].

Tarigan et al. (2017) menyebutkan bahwa timbulan sampah harian di Kota Medan mencapai skala masif, berkisar antara 1.800 hingga 2.000 ton per hari, yang menjadi beban berat bagi kapasitas dan infrastruktur pengelolaan sampah yang ada. Untuk memberikan validasi empiris dan skala kuantitatif terhadap permasalahan tersebut, analisis terhadap data primer volume sampah yang diangkut ke TPA Terjun menjadi krusial. Data yang dihimpun oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Medan menunjukkan

aliran masuk sampah (Netto) yang konsisten dan masif sepanjang tahun. Rekapitulasi data tonase sampah untuk periode tahun 2023 dan 2024 disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Rekapitulasi Volume Sampah yang Masuk ke TPA Terjun (2023-2024)

Tahun	Total Tonase Tahunan (ton)	Rata-rata Tonase Harian (ton/hari)
2023	468.233,69	1.282,83
2024	511.104,22	1.396,46

Data pada Tabel 1.1 menunjukkan tren volume sampah yang tidak hanya stabil pada level yang sangat tinggi, tetapi juga menunjukkan adanya peningkatan dari tahun 2023 ke 2024. Rata-rata tonase harian yang mencapai hampir 1.400 ton pada tahun 2024 memberikan validasi kuantitatif yang kuat terhadap estimasi yang beredar di ranah publik dan menegaskan skala permasalahan yang dihadapi. Volume sampah yang masif ini secara langsung menjadi penyebab utama kondisi kritis di TPA Terjun. Laporan menyebutkan bahwa TPA Terjun terancam mengalami kelebihan kapasitas (*overload*), dengan gunungan sampah yang tingginya telah setara dengan bangunan pusat perbelanjaan [3]. Dengan laju input harian yang terukur secara konsisten, prediksi bahwa TPA akan mencapai titik saturasi total pada tahun 2028 menjadi sebuah keniscayaan matematis yang memerlukan intervensi segera. Kondisi ini bukan lagi sekadar isu estetika atau pencemaran lingkungan lokal, melainkan telah menjadi krisis infrastruktur perkotaan yang mendesak. Faktor risiko lainnya yang memperparah urgensi ini adalah lokasi TPA Terjun yang berada di kawasan padat penduduk dan berbatasan langsung dengan badan air, menjadikannya tidak lagi layak dari perspektif tata ruang dan lingkungan. Kesadaran akan ketidaklayakan ini tercermin dari upaya Pemerintah Kota Medan yang mulai mengusulkan pembangunan TPA Regional sebagai solusi alternatif jangka panjang.

Dalam konteks krisis ini, PLTSa berbasis teknologi termal seperti insinerasi menawarkan solusi strategis yang mampu mengatasi dua masalah inti secara simultan: reduksi volume sampah secara drastis hingga 90–95% dan produksi energi listrik sebagai sumber pendapatan baru. Inisiatif ini mendapatkan dukungan penuh dari pemerintah pusat melalui kerangka kebijakan yang kuat, yaitu Peraturan Presiden (Perpres) Nomor

35 Tahun 2018 tentang Percepatan Pembangunan Instalasi Pengolah Sampah Menjadi Energi Listrik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan. Regulasi ini menyediakan berbagai insentif fiskal dan non-fiskal untuk mendorong investasi, termasuk penetapan harga jual listrik yang menarik kepada PT PLN (Persero) sebesar 13,35 USD/kWh dan skema Bantuan Biaya Layanan Pengolahan Sampah (BLPS) atau *tipping fee* dari pemerintah daerah. Dengan demikian, timbunan sampah yang masif di Kota Medan, yang saat ini merupakan liabilitas lingkungan dan beban fiskal, secara teoretis dapat ditransformasikan menjadi aset energi yang produktif. Keberhasilan transformasi ini sangat bergantung pada kelayakan teknis dan keekonomian proyek. Oleh karena itu, sebuah studi analisis tekno-ekonomi yang mendalam dan spesifik untuk konteks TPA Terjun menjadi sangat krusial dan relevan untuk dilakukan sebagai dasar pengambilan keputusan yang berbasis data.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas. Sehingga, penelitian ini berjudul “**Analisis Tekno Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di TPA Terjun Kota Medan**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan utama yang dihadapi Kota Medan adalah volume sampah yang sangat besar, keterbatasan kapasitas dan kelayakan TPA Terjun, serta kebutuhan akan diversifikasi sumber energi terbarukan. PLTSa menawarkan solusi potensial, namun implementasinya memerlukan investasi modal yang sangat besar dan menghadapi berbagai tantangan teknis serta ekonomi yang kompleks. Oleh karena itu, penelitian ini merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Menghitung dan menganalisis potensi daya listrik (MW) yang dapat dihasilkan oleh PLTSa di TPA Terjun berdasarkan data tonase sampah aktual tahun 2023-2024 dan asumsi karakteristik sampah Kota Medan?
2. Bagaimana kelayakan ekonomi pembangunan dan pengoperasian PLTSa di TPA Terjun jika ditinjau dari parameter investasi seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Cost Benefit Ratio* (B/C Ratio) dan *Payback Period* (PP), dengan mempertimbangkan skema pendapatan dari penjualan listrik (sesuai LK PLN 2024) dan potensi *tipping fee*?

3. Apa saja parameter teknis dan ekonomi yang paling kritis dan berpengaruh terhadap kelayakan proyek PLTSa di TPA Terjun?

1.3 Tujuan

Sejalan dengan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung dan menganalisis potensi daya listrik (dalam Megawatt, MW) yang dapat dihasilkan oleh PLTSa di TPA Terjun berdasarkan data tonase sampah aktual tahun 2023-2024 dan asumsi karakteristik sampah Kota Medan.
2. Menganalisis kelayakan investasi proyek PLTSa di TPA Terjun secara komprehensif dengan menghitung nilai NPV, IRR, B/C Ratio, dan PP untuk menentukan apakah proyek ini menguntungkan secara ekonomi dalam jangka waktu operasionalnya.
3. Mengidentifikasi variabel-variabel kunci melalui analisis sensitivitas untuk mengetahui faktor teknis dan ekonomi yang paling dominan dalam menentukan keberhasilan atau kegagalan proyek PLTSa di TPA Terjun.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak:

1. Bagi Pemerintah Kota Medan dan Dinas Lingkungan Hidup
 - a. Menyediakan basis data dan analisis tekno-ekonomi yang kuat sebagai dasar pengambilan keputusan strategis terkait investasi infrastruktur pengelolaan sampah jangka panjang.
 - b. Menjadi bahan pertimbangan dalam merumuskan kebijakan daerah terkait skema pembiayaan, termasuk penentuan tipping fee yang realistis dan berkelanjutan bagi APBD.
2. Bagi Kalangan Akademisi
 - a. Menambah khazanah literatur ilmiah mengenai studi kelayakan PLTSa di Indonesia, khususnya untuk studi kasus di kota besar di luar Pulau Jawa dengan data primer yang mutakhir.
 - b. Menjadi referensi metodologis untuk penelitian sejenis di kota-kota lain di Indonesia yang menghadapi tantangan serupa.
3. Bagi Investor dan Pelaku Industri

- a. Memberikan gambaran awal mengenai potensi pasar, risiko, dan profitabilitas proyek WtE di Medan di bawah kerangka regulasi yang berlaku.
- c. Membantu dalam penyusunan studi kelayakan awal (pre-feasibility study) sebelum melakukan investasi yang lebih mendalam pada proyek energi terbarukan.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Untuk menjaga fokus dan kedalaman analisis, penelitian ini dibatasi oleh ruang lingkup sebagai berikut:

1. Lokasi

Studi ini difokuskan pada potensi pengelolaan sampah yang saat ini diangkut dan ditimbun di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Terjun, Kecamatan Medan Marelan, Kota Medan.

2. Data

Analisis potensi teknis didasarkan pada data volume sampah sekunder dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Medan untuk periode 2023-2024. Asumsi mengenai komposisi dan nilai kalor sampah akan didasarkan pada studi literatur untuk sampah perkotaan tipikal di Indonesia.

3. Teknologi

Teknologi yang dianalisis adalah Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dengan proses termal mass-burn incineration, yang merupakan teknologi yang umum dipertimbangkan dalam kerangka Perpres 35/2018.

4. Analisis

Kajian ini terbatas pada analisis tekno-ekonomi. Aspek teknis mencakup perhitungan potensi energi yang dapat dibangkitkan, sedangkan aspek ekonomi mencakup analisis kelayakan investasi dengan parameter NPV, IRR, dan PBP.

5. Pengecualian

Penelitian ini tidak melakukan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) secara mendalam, analisis dampak sosial terhadap masyarakat dan komunitas pemulung, serta tidak menyusun desain rekayasa detail (Detailed Engineering Design/DED) dari fasilitas PLTSa.

1.6 Kebaruan

Meskipun studi tekno-ekonomi PLTSa telah dilakukan untuk beberapa kota di Indonesia seperti Surabaya, Bantar Gebang (Bekasi), dan Pekanbaru , penelitian ini menawarkan nilai kebaruan yang signifikan pada beberapa aspek fundamental. Setiap kota memiliki profil sampah (volume, komposisi, nilai kalor) dan kondisi sosial-ekonomi (misalnya Upah Minimum Regional untuk biaya tenaga kerja) yang berbeda, sehingga hasil studi dari satu kota tidak dapat diekstrapolasi secara langsung untuk kota lain. Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan menyajikan analisis yang berfokus pada konteks spesifik Kota Medan. Keterbaruan penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut:

1. Konteks Geografis Spesifik:

Penelitian ini merupakan salah satu studi komprehensif pertama yang secara khusus menganalisis kelayakan PLTSa untuk Kota Medan, kota metropolitan terbesar di Indonesia di luar Pulau Jawa, yang memiliki tantangan logistik dan karakteristik sosial-ekonomi yang unik. Penelitian ini mengisi celah geografis dalam literatur WtE di Indonesia yang cenderung berfokus pada kota-kota di Pulau Jawa.

2. Penggunaan Data Primer Mutakhir

Penelitian ini menggunakan data tonase sampah harian yang terperinci dan paling aktual (periode 2023-2024) dari sumber resmi, yaitu Dinas Lingkungan Hidup Kota Medan. Penggunaan data primer ini memberikan dasar analisis yang jauh lebih akurat dan relevan dibandingkan studi-studi sebelumnya yang seringkali mengandalkan data estimasi atau data sekunder yang lebih lama.

3. Analisis dalam Kerangka Regulasi Terkini

Analisis ekonomi dilakukan secara spesifik dalam konteks insentif finansial yang ditawarkan oleh Perpres 35/2018, termasuk harga jual listrik yang telah ditetapkan dan potensi BLPS. Hal ini memberikan gambaran kelayakan yang lebih realistis dan aplikatif di bawah iklim kebijakan dan investasi saat ini.

4. Kombinasi dari spesifikitas geografis, kemutakhiran data, dan relevansi kebijakan menjadikan penelitian ini unik dan memiliki kontribusi bernilai tinggi

bagi para pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan terkait masa depan pengelolaan sampah dan energi di Kota Medan.