

POTENSI APLIKASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSA) DI TPA TAMANGAPA, KOTA MAKASSAR

Khumairah Zulqaidah¹, Yashinta K. D. Sutopo², Marly V. Patandianan³

Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

¹ Email : kzulqaidah@gmail.com

ABSTRAK

TPA Tamangappa sebagai satu-satunya Tempat Pembuangan Akhir sampah di Kota Makassar telah penuh, dimana sampah yang ada telah melebihi kapasitas lahan TPA sejak tahun 2019. Untuk itu perlu dilakukan penanggulangan melalui pengaplikasian Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) sebagai salah satu alternatifnya. Hal inilah yang melatar belakangi penelitian dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi aplikasi PLTSA dalam mengonversi sampah TPA Tamangappa menjadi energi listrik, faktor pendukung dan penghambat pengaplikasiannya, serta strategi pengoptimalan potensi pengaplikasian PLTSA yang sesuai diterapkan. Waktu penelitian dilakukan mulai Agustus 2021 hingga Mei 2022 (8 bulan). Lokasi penelitian di TPA Tamangappa Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Data sekunder diperoleh dari hasil studi literatur, penelitian terdahulu, serta NSPK yang berlaku. Adapun data primer diperoleh dari hasil survei dan wawancara terkait kondisi TPA Tamangappa serta rencana pengaplikasian PLTSA. Penelitian ini menggunakan metode analisis komparatif, deskriptif kualitatif, deskriptif kuantitatif, dan SWOT. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa PLTSA berpotensi untuk diterapkan di TPA Tamangappa pada lima tahun mendatang yaitu tahun 2027 dengan meninjau kondisi sampah sebagai bahan bakar PLTSA. Ada lima aspek yang mempengaruhi pengaplikasian PLTSA yaitu aspek regulasi/hukum, organisasi dan kelembagaan, teknologi dan peran serta masyarakat. Adapun strategi pengaplikasian PLTSA yaitu dengan pengolahan 1,000 ton sampah per hari dan manajemen kelembagaan dengan sistem KPBU.

Kata Kunci : Potensi, Aplikasi, Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA), Tempat Pembuangan sampah Akhir (TPA), Tamangappa

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Masalah sampah perkotaan di Kota Makassar salah satunya masalah pada tempat pembuangan akhir sampah yaitu TPA Tamangappa. TPA Tamangappa telah mengalami over capacity, yaitu sampah yang ada di TPA telah melebihi daya tampung TPA. Menurut Nurdiansyah (2016), TPA Tamangappa secara keseluruhan memiliki luas 16.8 Ha (168,000 m²). Adapun volume daya tampung sampah TPA Tamangappa adalah 927,749.76 m³, sementara volume sampah dari tahun 2015-2019 sudah mencapai 946,441.37 m³ (Nurdiansyah dkk., 2016).

Kurang optimalnya pengelolaan sampah di TPA Tamangappa yang masih menggunakan sebagian open dumping (sistem pembuangan terbuka) dan sebagian controll landfill (sistem pembuangan terkendali) (Nahrudin, 2016). Penerapan sistem ini berpengaruh pada umur operasional TPA (Nurdiansyah dkk., 2016).

Pertumbuhan penduduk juga ikut mempengaruhi peningkatan aktivitas masyarakat dan perindustrian sehingga akan berpengaruh pula pada volume sampah. Selain itu, pertumbuhan penduduk juga menyebabkan ruang-ruang untuk menampung sampah semakin berkurang (Mas'ud dkk., 2018).

Berdasarkan SK Walikotamadya Ujung Pandang No.816/S.Kep/608/13, TPA Tamangappa telah beroperasi sejak tahun 1993. TPA Tamangappa diperuntukkan mampu menampung sampah selama 10 tahun (Mas'ud, Indar, & Haeranah, 2018). Namun, usia TPA Tamangappa sudah berusia 29 tahun ditahun 2021. Hal ini juga memicu terjadinya over capacity TPA. Volume sampah Kota Makassar akan semakin bertambah setiap harinya yang juga akan memperparah dampaknya terhadap lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu perlu adanya upaya penanggulangan, salah satunya dengan melakukan pemanfaatan kembali sampah di TPA Tamangappa menjadi sumber energi listrik alternatif menggunakan PLTSa.

Pengaplikasian PLTSa didukung dengan diberlakukannya Perpres Nomor 18 Tahun 2016 tentang Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah di Provinsi DKI Jakarta, Kota Tangerang, Bandung, Semarang, Surakarta, Surabaya, dan Kota Makassar serta Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2018 tentang Percepatan Pembangunan Instalasi Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik berbasis Teknologi Ramah Lingkungan. Meski demikian, pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) ini belum juga direalisasikan. Hal inilah yang melatar belakangi penulis meneliti terkait potensi aplikasi PLTSa di TPA Tamangappa.

2. Rumusan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi sampah di TPA Tamangappa untuk bisa diolah menjadi listrik melalui PLTSa, mengetahui faktor pendukung dan faktor penghambat pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa, serta merumuskan strategi mengoptimalkan pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa.

B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif-kuantitatif baik dalam bentuk deskripsi, tabel, diagram, maupun peta. Adapun analisis yang digunakan berupa analisis deskriptif komparatif, deskriptif kualitatif, deskriptif kuantitatif dengan metode skoring dan analisis SWOT.

1. Potensi Energi Listrik PLTSa

Dalam penentuan potensi energi listrik yang digunakan perlu melalui beberapa tahapan dimulai dari perhitungan volume total sampah, berat keseluruhan komponen sampah, total kuantitas sampah, potensi pembangkitan energi listrik, sampai pada potensi pembangkitan listrik dalam sehari. Adapun persamaan yang digunakan untuk mencari volume total sampah dilakukan dengan menggunakan Rumus Berat Total Sampah (Sihite, 2018) sebagai berikut.

$$Wc = W_{gross} \times \% \text{ sampah} \quad (1)$$

Keterangan:

W_{gross} : berat keseluruhan komponen sampah (ton/hari)

Wc : berat bersih masing-masing sampah (ton/hari)

Setelah diperoleh berat bersih masing-masing komposisi sampah, maka dilakukan perhitungan untuk mencari potensi pembangkitan energi listrik dari masing-masing komponen sampah tersebut. Adapun perhitungannya dapat dilakukan dengan menggunakan Rumus Potensi Pembangkitan Energi Listrik (Sihite, 2018) sebagai berikut.

$$ERP = NCV \text{ Gross } W 1000 / 860 \quad (2)$$

Keterangan:

ERP : Energi Recovery Potential (kWh)

NCV : Net Calorific Value (kkal/kg)

Gross W : Total Waste Quantity (Ton)

1,000 : kg sampah / Ton

860 : Konversi Satuan (1 kWh = 860 kkal)

Perhitungan menggunakan rumus 2 di atas akan menghasilkan potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari masing-masing komposisi sampah. Setelah diperoleh total pembangkitan energi listrik, maka dilakukan perhitungan total energi listrik yang dihasilkan dalam sehari dengan menggunakan Rumus Potensi Pembangkit Listrik sebagai berikut.

$$P = ERP/24 \quad (3)$$

Keterangan:

P : Power Generation Potential (kW)

ERP : Energy Recovery Potential (kWh)

24 : Satuan penggunaan 1 hari (24 jam)

Perhitungan menggunakan rumus 3 di atas akan menghasilkan potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari total keseluruhan sampah dalam sehari. Setiap komponen dari PLTSa memiliki efisiensi yang berpengaruh pada kinerja dari PLTSa untuk menghasilkan energi listrik (Sihite, 2018). Kinerja dari PLTSa tersebut berkisar antara 25%-30%. Dengan demikian, setelah memperoleh potensi pembangkitan listrik, maka hasil yang didapatkan akan dikalikan dengan persentase efisiensi PLTSa.

2. Skala Likert

Skala likert merupakan metode yang digunakan dalam analisis deskriptif kuantitatif untuk mengukur sikap, persepsi, maupun pendapat baik secara individual maupun sekelompok orang akan fenomena yang terjadi (Sugiyono, 2013). Pengukuran tersebut diukur dan dinyatakan dalam bentuk interval dengan beberapa tingkatan pilihan jawaban (Sugiyono, 2013).

3. Analisis SWOT

Analisis SWOT yaitu analisis yang digunakan untuk membuat perencanaan yang strategis dengan meninjau faktor yang berpengaruh baik internal maupun eksternal (Rangkuty, 1997).

4. Populasi dan Sampel

Populasi yaitu keseluruhan dari elemen yang dijadikan objek penelitian (Amirullah, 2015). Adapun yang menjadi populasi dalam penelitian ini yaitu sampah yang masuk ke TPA Tamangapa dan rumah/bangunan di sekitar TPA dalam jangkauan 500 meter dari TPA Tamangapa yang berjumlah 909 bangunan.

Penelitian ini menggunakan metode sampling yaitu purposive sampling, yaitu penentuan sampel dengan menetapkan beberapa kriteria tertentu dalam pemilihannya (Sugiyono, 2008). Adapun beberapa kriteria yang ditentukan oleh peneliti yaitu bertempat tinggal di area sekitar TPA Tamangapa (dalam radius 500 meter) dan mengetahui kondisi atau pernah melewati TPA Tamangapa. Adapun jumlah sampel dalam penelitian ini yaitu 100 bangunan yang ditentukan dengan menggunakan Rumus Slovin (Sugiyono, 2016) sebagai berikut.

$$n = N / (1 + (N \times e^2)) \quad (4)$$

Keterangan:

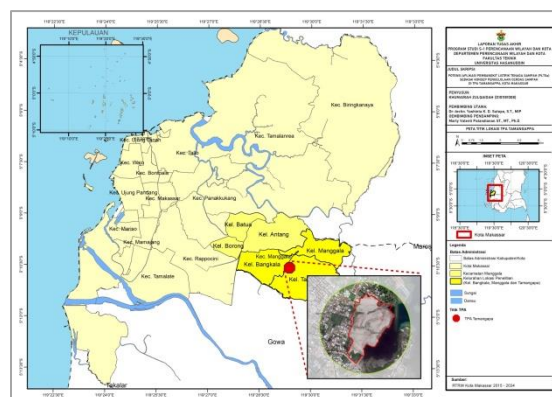
n : jumlah sampel minimal

N : populasi

e : error margin (batasan toleransi kesalahan)

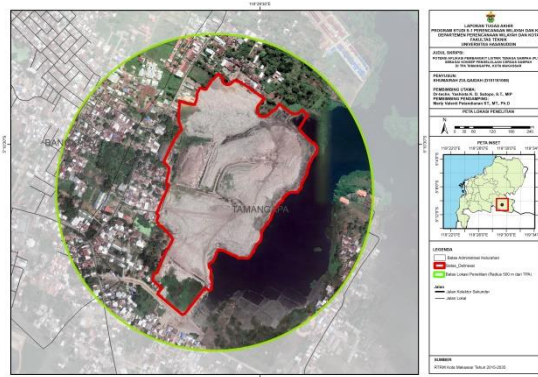
5. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di TPA Tamangapa, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Ruang lingkup penelitian yaitu TPA Tamangapa dan area sekitarnya dalam radius 500 meter dari TPA. Area tersebut masuk dalam Kelurahan Bangkala, Manggala, dan Tamangapa. Adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber : Penulis, 2021

Pada **Gambar 1** di atas terlihat bahwa lokasi penelitian berada di sebelah timur Kota Makassar, tepatnya di tiga kelurahan dalam Kecamatan Manggala. Lokasi penelitian secara lebih jelas dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut ini.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : Penulis, 2022

Pada **Gambar 2** di atas bahwa dalam lokasi penelitian terdapat TPA, permukiman, dan danau di sebelah timur TPA.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Potensi Sampah di TPA Tamangappa untuk Diolah Menjadi Listrik Melalui PLTSa

Potensi Sampah di TPA Tamangappa untuk Diolah Menjadi Listrik Melalui PLTSa ditinjau dari segi karakteristik sampah TPA Tamangappa sebagai bahan bakar PLTSa, potensi jumlah sampah, komposisi sampah yang dapat diolah dalam PLTSa, dan potensi pembangkitan listrik. Berdasarkan hasil analisis, karakteristik sampah TPA Tamangappa memungkinkan menjadi bahan bakar PLTSa jenis insenerasi dan landfill gasification.

Volume sampah yang masuk di TPA Tamangappa mencapai 696,585 ton per tahun dan diproyeksikan mencapai 1,226.05 ton ditahun 2042. Jumlah sampah yang masuk ke TPA berpotensi dengan volume sampah harian melebihi 1,000 ton perhari mulai tahun 2027, yaitu 1,009.05 ton sampah per harinya.

Persentase komposisi sampah yang mampu dikonversi menjadi energi listrik yaitu 96% dari total sampah di TPA ditinjau dari karakteristik sampahnya. Nilai kalor sampah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu nilai kalor sampah Indonesia yaitu 1,272.22 kcal/kg (Ade, 2009).

Adapun volume sampah yang mampu terkonversi serta potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari total volume sampah di TPA Tamangappa berdasarkan hasil proyeksi di tahun 2022 dan tahun 2042 dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 1. Volume Sampah TPA Tamangappa yang dapat dikonversi dan potensi energi Listrik melalui Pengaplikasian PLTSa

Tahun	Potensi Pembangkitan Listrik (kW)					
	Harian		Tahunan			
	Keseluruhan	Efisiensi 25%	Efisiensi 30%	Keseluruhan	Efisiensi 25%	Efisiensi 30%
2022	56,072.45	42,054.34	39,250.72	20,466,444.53	15,349,833.40	14,326,511.17
2027	59,834.01	44,875.50	41,883.80	21,839,412.35	16,379,559.26	15,287,588.64
2032	63,847.92	47,885.94	44,693.55	23,304,492.42	17,478,369.32	16,313,144.69

Nama Penulis Pertama dan Nama Penulis Kedua, Judul Tulisan Maksimal 15 Kata Diketik Bold 10 pt

Tahun	Potensi Pembangkitan Listrik (kW)					
	Harian			Tahunan		
	Keseluruhan	Efisiensi 25%	Efisiensi 30%	Keseluruhan	Efisiensi 25%	Efisiensi 30%
2037	68,131.09	51,098.32	47,691.76	24,867,847.92	18,650,885.94	17,407,493.55
2042	72,701.63	54,526.22	50,891.14	26,536,093.30	19,902,069.97	18,575,265.31

Sumber : Analisis Penulis, 2021

Pada Tabel 1 di atas terlihat bahwa total energi listrik yang dapat dihasilkan dari volume sampah harian TPA Tamangapa saat ini (2022) yaitu 56,072.45 kW. Dan total energi listrik yang dapat dihasilkan pada tahun 2042 yaitu 72,701.63 kW. Bila diasumsikan PLTSa dibangun dengan perencanaan mampu mengolah sampah 1,000 ton per harinya maka total energi listrik yang dapat dihasilkan per hari dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Potensi Energi listrik dengan Pengolahan 1000 Ton Per Hari

Komposisi Sampah	Potensi Energi Listrik (kW)
Sampah Organik	46,018.33
Kertas, Karton	5,421.11
Plastik	6,514.17
Karet, Ban	1,095.93
Kayu	247.79
Total	59,297.33
Efisiensi PLTSa 25%	14,824.33
Efisiensi PLTSa 30%	17,789.20

Sumber : Analisis Penulis, 2021

Pada **Tabel 2** di atas terlihat bahwa bahwa energi listrik yang mampu dihasilkan TPA Tamangapa bila mengolah sampah 1000 ton perhari sebesar 14.824,33 kW perhari dengan efisiensi PLTSa 25% dan 17.789,20 kW dengan efisiensi PLTSa 30%.

Dengan asumsi demikian, sampah TPA Tamangapa yang dapat tereduksi sebesar 7,300.,00 ton selama 20 tahun. Bila volume sampah dari 2020 hingga 2042 mencapai 23,221.498 ton, maka 7,276,778.5 ton sampah TPA saat ini dapat direduksi dalam 20 tahun kedepan. Adapun total sampah TPA Tamangapa sampai pada tahun 2019 mencapai 4,609,996.04 ton Sehingga dapat disimpulkan bahwa, pengaplikasian PLTSa berpotensi untuk menanggulangi over capacity TPA Tamangapa. Adapun estimasi kebutuhan listrik Kota Makassar dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut ini.

Tabel 3. Estimasi Kebutuhan Listrik Kota Makassar

Tahun	Jumlah Penduduk	Ruma Tangg	Kebutuhan Listrik (kW)						
			Rumah Tangga	Industri dan Perdagangan	Fasilitas Sosial dan Ekonomi	Fasilitas Perkantoran	Penerangan Jalan	Cadangan	Total
2019	1526677	3053	83,585,565.75	58,509,896.03	12,537,834.86	8,358,556.58	835,855.66	4,179,278.29	168,006,987.16
2020	1423877	2847	77,957,265.75	54,570,086.03	11,693,589.86	7,795,726.58	779,572.66	3,897,863.29	156,694,104.16
2022	1587327	3174	86,906,141.64	60,834,299.14	13,035,921.25	8,690,614.16	869,061.42	4,345,307.08	174,681,344.69
2027	1693811	3387	92,736,159.59	64,915,311.71	13,910,423.94	9,273,615.96	927,361.60	4,636,807.98	186,399,680.77
2032	1807439	3614	98,957,278.89	69,270,095.22	14,843,591.83	9,895,727.89	989,572.79	4,947,863.94	198,904,130.56
2037	1928689	3857	105,595,736.21	73,917,015.35	15,839,360.43	10,559,573.62	1,055,957.36	5,279,786.81	212,247,429.78
2042	2058074	4116	112,679,528.29	78,875,669.80	16,901,929.24	11,267,952.83	1,126,795.28	5,633,976.41	226,485,851.86

Sumber : Penulis, 2022

Pada **Tabel 3** terlihat bahwa estimasi kebutuhan listrik Kota Makassar pada tahun 2022 mencapai 174,681,344.69 kW dan pada tahun 2042 mencapai 226,485,851.86 kW. Adapun persentase pemenuhan kebutuhan listrik Kota Makassar dari listrik yang dihasilkan PLTSa yaitu 11.72%. Berdasarkan Indonesia Energy Outlook 2019, estimasi pemenuhan energi listrik dari EBT (Energi Baru Terbarukan) diasumsikan sekitar 27%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa potensi energi listrik dari PLTSa mampu memenuhi 30% sampai 41% dari asumsi pemenuhan energi listrik melalui EBT. Adapun indikator dalam meninjau potensi sampah TPA Tamangappa sebagai bahan bakar PLTSa secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4 Berikut ini.

Tabel 4. Indikator Potensi Sampah TPA Tamangappa sebagai Bahan Bakar PLTSa

Kriteria	Indikator Potensi			Kondisi Eksisting	Skor
	Rendah (Skor=1)	Sedang (Skor=2)	Tinggi (Skor=3)		
Karakteristik Sampah sebagai Bahan Bakar PLTSa	Terdapat 1 teknologi yang dapat diaplikasikan	Terdapat 2-3 teknologi yang dapat diaplikasikan	Semua teknologi (4 teknologi) dapat diaplikasikan	Terdapat 2-3 teknologi yang dapat diaplikasikan	2
Potensi Jumlah Sampah	Volume sampah harian TPA <1000 ton	Volume sampah harian TPA adalah 1000 ton	Volume sampah harian TPA >1000 ton	Volume sampah harian TPA 945.62 ton (2022) dan mencapai 1,009.05 ton (2027)	3
Komposisi sampah yang dapat diolah dalam PLTSa	<33,3% sampah dapat diolah dalam PLTSa	33.3%-66.6% sampah dapat diolah dalam PLTSa	>66.6% sampah dapat diolah dalam PLTSa	96% sampah TPA Tamangappa dapat diolah dalam PLTSa	3
Potensi pembangkitan listrik	Mampu memenuhi <8% kebutuhan listrik kota	Mampu memenuhi 8%-27% kebutuhan listrik kota	Mampu memenuhi >27% kebutuhan listrik kota	Mampu memenuhi 8.2%-11.2% kebutuhan listrik kota	2
Total Skor					10

Sumber : Penulis, 2020

Pada **Tabel 4** di atas terlihat bahwa Potensi sampah TPA Tamangappa sebagai bahan bakar PLTSa ditinjau dari total skor yang didapatkan sesuai dengan ketentuan pada keterangan. Potensi sampah TPA Tamangappa sebagai bahan bakar PLTSa mendapat total skor 10. Sehingga dapat disimpulkan bahwa potensi sampah TPA Tamangappa sebagai bahan bakar PLTSa berpotensi tinggi.

2. Faktor Pendukung dan Faktor Penghambat Pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa

1. Faktor Pendukung

1) Regulasi/hukum

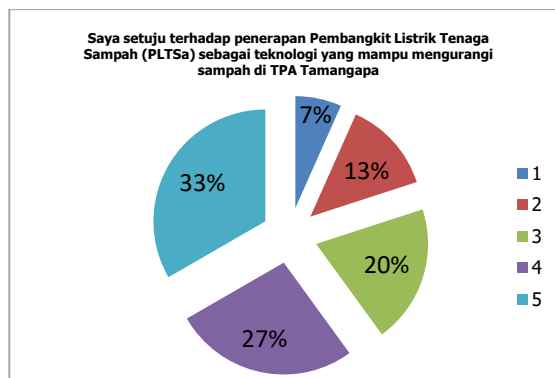
Berlakunya Perpres Nomor 18 Tahun 2016 dan Perpres Nomor 35 Tahun 2018 yang menjelaskan Kota Makassar menjadi salah satu dari 12 kota di Indonesia yang diarahkan untuk percepatan pembangunan PLTSa. Selain itu, dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Makassar tahun 2015-2034, telah tertuang perencanaan untuk pembangunan PLTSa di Kota Makassar.

2) Organisasi/kelembagaan dan teknologi

Rencana kelembagaan pengaplikasian PLTSa yang melibatkan pihak ketiga baik sebagai investor maupun pengelola. Adapun teknologi yang sesuai di terapkan untuk PLTSa di TPA Tamangappa yaitu teknologi insinerasi melihat kondisi sampah di TPA yang tidak terpilah dan TPA yang masih menggunakan sistem open dumping.

3) Peran serta masyarakat

Persetujuan masyarakat dalam pembangunan PLTSa ini, persepsi masyarakat yang tidak keberatan terhadap dampak negatif yang dapat ditimbulkan dari PLTSa, dan kesediaan masyarakat berpartisipasi dalam pengaliksaan PLTSa menjadi faktor pendukung pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa.



Gambar 5. Pendapat Masyarakat terhadap Pengaplikasian PLTSa

Sumber: Penulis, 2022

Pada **Gambar 5** di atas menunjukkan bahwa pilihan jawaban masyarakat terkait persetujuan dalam pengaplikasian PLTSa. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa jawaban dominan dari keseluruhan responden yaitu setuju terhadap penerapan PLTSa yang diwakili oleh jawaban 5 (33%) dan 4 (27%).

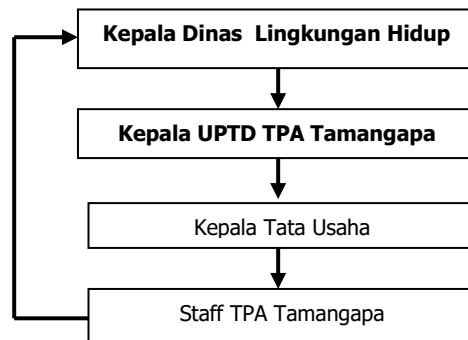
2. Faktor Penghambat

1) Regulasi/hukum

Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2009-2029, belum ada perencanaan untuk pembangunan PLTSa di Kota Makassar.

2) Organisasi/kelembagaan dan teknologi

Pengelolaan TPA Tamangappa sepenuhnya di bawah naungan pemerintah tanpa ada pihak ketiga. Adapun pihak ketiga yang dimaksud dalam hal ini merupakan investor. Adapun skema kelembagaannya dapat dilihat pada **Gambar 6** berikut ini.



Gambar 6. Struktur Kelembagaan TPA Tamangappa

Sumber : UPTD TPA Tamangappa, diolah oleh Penulis (2021)

Pada **Gambar 6** di atas terlihat bahwa tidak ada pihak ketiga (investor) dalam pengelolaan PLTSa. Menurut pengelola UPTD TPA Tamangappa dalam wawancara yang dilakukan, hal ini menjadi salah satu faktor penghambat penerapan PLTSa. Pihak ketiga tersebut berperan penting dalam pemenuhan anggaran biaya pengoperasian PLTSa yang dapat membantu pemerintah dalam pemenuhan anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pengoperasian TPA. Selain itu, kebutuhan pihak ketiga untuk memperoleh keuntungan dari TPA mendorong penerapan PLTSa agar memperoleh hasil dari penjualan energi listrik yang dihasilkan.

3) Pembiayaan

Persetujuan masyarakat dalam pembangunan PLTSa ini, persepsi masyarakat yang tidak keberatan terhadap dampak negatif yang dapat ditimbulkan dari PLTSa, dan kesediaan masyarakat berpartisipasi dalam pengalokasian PLTSa menjadi faktor pendukung pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa.

Penerapan PLTSa yang memerlukan lahan yang cukup luas membutuhkan lahan tambahan agar dapat terpenuhi, sehingga perlu dilakukan pembebasan lahan. Dari hasil wawancara dengan pengelola UPTD Tamangappa, diketahui bahwa anggaran untuk pembebasan lahan PLTSa ini memerlukan biaya sekitar 10 miliar rupiah. Sementara anggaran yang tersedia terbatas.

4) Peran serta masyarakat

Sosial dan budaya masyarakat yang telah lama bermukim/bertempat tinggal di sekitar TPA telah terbentuk untuk terbiasa dengan sampah. Masyarakat yang sudah terbiasa dengan bau sampah dan keberadaannya tidak begitu peduli terhadap dampak yang mungkin ditimbulkan dari *over capacity* sampah TPA dalam jangka panjang. Hal ini menjadikan beberapa masyarakat menganggap upaya untuk mengatasi *over capacity* sampah TPA tidak diperlukan, termasuk pengaplikasian PLTSa. Utamanya bagi beberapa masyarakat yang bergantung pada sampah sebagai mata pencahariannya.

3. Strategi Pengoptimalan Potensi Pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa

Berdasarkan kondisi sampah TPA Tamangappa sebagai bahan bakar PLTSa, faktor pendukung, dan faktor penghambat pengaplikasian Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di TPA Tamangappa Kota Makassar. Analisis SWOT

Nama Penulis Pertama dan Nama Penulis Kedua, Judul Tulisan Maksimal 15 Kata Diketik Bold 10 pt

dilakukan dengan mengklasifikasikan faktor-faktor yang berpengaruh pada penerapan PLTSa kedalam faktor kunci yaitu kekuatan, kelemahan, peluang, dan tantangan. Adapun klasifikasinya dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Klasifikasi Faktor yang Berpengaruh dalam Analisis SWOT

Faktor	Internal	
	Kekuatan (Strengths)	Kelemahan (Weaknesses)
Kondisi Sampah		
<i>Over capacity</i> TPA Tamangappa	✓	
Potensi jumlah sampah	✓	
Komposisi sampah yang dapat diolah dalam PLTSa	✓	
Potensi pembangkitan listrik	✓	
Teknologi		
Sistem pengelolaan sampah TPA		✓
Teknologi TPA (insinerasi)	✓	
Teknologi TPA (pirolis)		✓
Teknologi TPA (gasifikasi)		✓
Teknologi TPA (biologis digester)		✓
Teknologi TPA (<i>landfill gasification</i>)	✓	
Faktor	Eksternal	
	Peluang (Opportunities)	Tantangan (Threats)
Regulasi/hukum		
Regulasi yang mendukung penerapan PLTSa	✓	
Rencana lokasi PLTSa tertuang dalam RTRWK	✓	
Rencana lokasi PLTSa belum tertuang dalam RTRWP		✓
Pergantian kekuasaan pemerintah		✓
Pembiayaan		
Proporsi APBN/APBD pengelolaan sampah		✓
Pembebasan lahan		✓
Biaya operasional PLTSa		✓
Biaya pembangunan PLTSa		✓
Persepsi pemerintah untuk pendanaan PLTSa		✓
Peran serta masyarakat		
Persepsi masyarakat dalam pengaplikasian PLTSa	✓	
Sosial budaya masyarakat di sekitar TPA Tamangappa		✓
Kesediaan masyarakat berpartisipasi untuk mendukung pengaplikasian PLTSa	✓	

Sumber : Penulis, 2022

Dari hasil identifikasi faktor internal dan faktor eksternal pada **Tabel 5** di atas kemudian disusun matriks (Internal strategic Factors Analysis Summary) dan matriks EFAS (Eksternal strategic Factors Analysis Summary). Matriks ini digunakan untuk meninjau skor dari tiap faktor sehingga dapat dianalisis nilai dari keempat faktor kunci. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan posisi potensi aplikasi PLTSa di TPA Tamangappa dalam kuadran SWOT. Pemberian bobot didasarkan pada besaran pengaruh faktor terhadap objek yang diteliti. Sementara penentuan rating diperoleh dari hasil wawancara dan penyebaran kuisioner. Adapun matrik IFAS yang dimaksud dapat dilihat pada **Tabel 6** berikut ini.

Tabel 6. Matriks IFAS Potensi Aplikasi PLTSa di TPA Tamangappa

No	Faktor-Faktor Internal	Bobot	Rating	Skor Bobot (Bobot X Rating)
Kekuatan/Strengths				
1	<i>Over capacity</i> TPA Tamangappa	0.16	3	0.48
2	Karakteristik sampah sebagai bahan bakar PLTSa	0.14	2	0.28
3	Potensi jumlah sampah	0.16	2	0.32
4	Komposisi sampah yang dapat diolah dalam PLTSa	0.14	2	0.28
5	Potensi pembangkitan listrik	0.14	2	0.28
6	Teknologi TPA (insinerasi)	0.13	2	0.26
7	Teknologi TPA (landfill gasification)	0.13	1	0.13
Total Kekuatan/Strengths		1		2.03
Kelemahan/Weaknesses				
1	Sistem pengelolaan sampah TPA	0.25	3	0.75
2	Teknologi TPA (pirolis)	0.25	1	0.25
3	Teknologi TPA (gasifikasi)	0.25	1	0.25
4	Teknologi TPA (biologis digester)	0.25	1	0.25
Total Kelemahan/Weaknesses		1		1.5
Total IFAS (Kekuatan-Kelemahan)				0.53

Sumber : Penulis, 2022

Berdasarkan **Tabel 6** di atas, diperoleh jumlah skor kekuatan sebesar 2.03. Adapun jumlah skor kelemahan sebesar 1.5. Dengan demikian, diperoleh total keseluruhan faktor internal sebesar 0.53. Adapun matrik EFAS dapat dilihat pada **Tabel 7** berikut ini.

Tabel 7. Matriks EFAS Potensi Aplikasi PLTSa di TPA Tamangappa

No	Faktor-Faktor Eksternal	Bobot	Rating	Skor Bobot (Bobot X Rating)
Peluang/Opportunities				
1	Regulasi yang mendukung penerapan PLTSa	0.24	3	0.72
2	Rencana lokasi PLTSa tertuang dalam RTRWK	0.26	3	0.78
3	Persepsi masyarakat dalam pengaplikasian PLTSa	0.26	3	0.78
4	Kesediaan masyarakat untuk berpartisipasi mendukung pengaplikasian PLTSa	0.24	3	0.72
Total Peluang/Opportunities		1		3
Tantangan/Threats				
1	Rencana lokasi PLTSa belum tertuang dalam RTRWP	0.14	2	0.28
2	Pergantian kekuasaan pemerintah	0.13	2	0.26
3	Proporsi APBN/APBD pengelolaan sampah	0.14	1	0.14
4	Pembebasan lahan	0.16	3	0.48
5	Biaya operasional PLTSa	0.14	3	0.42
6	Persepsi pemerintah untuk pendanaan PLTSa	0.16	3	0.48
7	Sosial budaya masyarakat di sekitar TPA	0.13	2	0.26

Nama Penulis Pertama dan Nama Penulis Kedua, Judul Tulisan Maksimal 15 Kata Diketik Bold 10 pt

No	Faktor-Faktor Eksternal	Bobot	Rating	Skor Bobot (Bobot X Rating)
	Tamangappa			
	Total Tantangan/Threats	1		2.32
	Total EFAS			0.68

Sumber : Penulis, 2022

Berdasarkan **Tabel 7** di atas diperoleh jumlah skor kekuatan sebesar 3. Adapun jumlah skor kelemahan sebesar 2.32. Dengan demikian, diperoleh total keseluruhan faktor internal sebesar 0.68. Berdasarkan hasil pembobotan pada matriks IFAS dan matriks EFAS, dapat diketahui posisi dalam diagram SWOT yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &= \text{Kekuatan} - \text{Kelemahan} \\
 &= 2.03 - 1.5 \\
 &= 0.53 \\
 &= \text{Peluang} - \text{Ancaman} \\
 &= 3 - 2.32 \\
 &= 0.68
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, diketahui posisi sumbu X = 0.53 dan sumbu Y = 0.68.

Posisi tersebut ditunjukkan dengan diagram SWOT. Diagram tersebut digunakan dalam peninjauan potensi PLTSa dan penentuan strategi yang dapat tepat untuk digunakan.

Tabel 8. Matriks SWOT

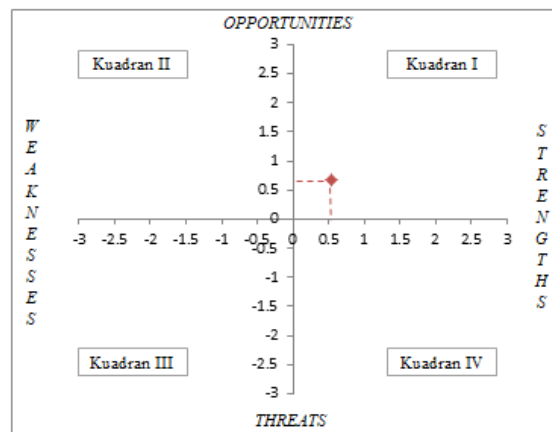
	Kekuatan (Strengths)	Kelemahan (Weaknesses)
Internal	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Over capacity</i> TPA Tamangappa - Karakteristik sampah sebagai bahan bakar PLTSa - Potensi jumlah sampah - Komposisi sampah yang dapat diolah dalam PLTSa - Potensi pembangkitan listrik - Teknologi TPA (insinerasi) - Teknologi TPA (<i>landfill gasification</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem pengelolaan sampah TPA - Teknologi TPA (pirolis) - Teknologi TPA (gasifikasi) - Teknologi TPA (biologis digester)
Eksternal	<p>S – O</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa dengan pengolahan 1,000 ton hari - Pengaplikasian PLTSa <p>S – O</p> <p>menggunakan teknologi insinerasi dengan filterisasi 90% abu dan debu dari hasil</p>	<p>W – O</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perubahan pengelolaan sampah TPA menjadi sistem sanitary landfill apabila sampah di TPA telah direduksi <p>W – O</p> <p>melalui pengaplikasian PLTSa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dilakukan pemilahan sampah mulai dari sumber sampah

Nama Penulis Pertama dan Nama Penulis Kedua, Judul Tulisan Maksimal 15 Kata Diketik Bold 10 pt

<ul style="list-style-type: none"> - Persepsi masyarakat dalam pengaplikasian PLTSa - Kesiapan masyarakat berpartisipasi untuk mendukung pengaplikasian PLTSa 	<p>pengolahan PLTSa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melibatkan masyarakat untuk memilah sampah dari rumah 	<p>(rumah masyarakat) sampai di TPA untuk memudahkan pengolahan sampah PLTSa</p>
<p>Tantangan (Threats)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rencana lokasi PLTSa belum tertuang dalam RTRWP - Pergantian kekuasaan pemerintah - Proporsi APBN/APBD pengelolaan sampah - Pembebasan lahan - Biaya operasional PLTSa - Persepsi pemerintah untuk pendanaan PLTSa - Sosial budaya masyarakat di sekitar TPA Tamangappa 	<p>S – T</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rencana lokasi PLTSa dituangkan dalam RTRWP - Penerapan manajemen kelembagaan yang bekerja sama dengan pihak ketiga baik sebagai investor maupun pengelola untuk menunjang segala bentuk pembiayaan yang dibutuhkan - Mengoptimalkan peran pemerintah dalam pendanaan PLTSa 	<p>W – T</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meningkatkan dan mengoptimalkan kinerja pengelolaan TPA saat ini. - Mengoptimalkan pengaplikasian PLTSa berdasarkan regulasi dan pedoman yang ada saat ini dan meninjau ketersediaan dana yang ada

Sumber: Penulis, 2022

Berdasarkan matriks pada Tabel 8 di atas, telah dirumuskan empat kelas strategi sesuai kuadran SWOT. Adapun diagram SWOT dari hasil analisis tersebut dapat dilihat pada **Gambar 6** berikut ini.



Gambar 6. Diagram SWOT Potensi Aplikasi PLTSa dan Penentuan Strategi Pengoptimalan Potensinya

Dari diagram pada **Gambar 6** di atas, terlihat bahwa potensi pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa berada pada kuadran I. Kuadran I menunjukkan bahwa, Pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa berpotensi untuk diterapkan dengan dengan nilai kekuatan dan peluang yang lebih besar dibandingkan nilai kelemahan dan tantangannya. Adapun strategi yang dapat dilakukan untuk

mengoptimalkan potensi pengaplikasian PLTSa yang ada yaitu strategi S-O. Strategi S-O yang telah dirumuskan ada tiga yaitu pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa dengan pengolahan 1,000 ton hari, pengaplikasian PLTSa menggunakan teknologi insinerasi dengan filterisasi minimal 90% abu dan debu dari hasil pengolahan PLTSa, dan pelibatan masyarakat untuk memilah sampah dari rumah.

D. KESIMPULAN

Sampah TPA Tamangappa berpotensi tinggi untuk diolah menjadi energi listrik yang akan lebih optimal apabila PLTSa diaplikasikan lima thun mendatang (2027) dengan produksi sampah yaitu 1,009.05 ton per hari. Adapun faktor pendukung dan faktor penghambat pengaplikasian PLTSa dipengaruhi lima aspek yaitu regulasi/hukum, teknologi, kelembagaan, pembiayaan, dan peran serta masyarakat. Berdasarkan hal tersebut, strategi yang disusun dalam pengoptimalan potensi pengaplikasian PLTSa di TPA Tamangappa diantaranya yaitu pengolahan sampah 1,000 ton per hari dengan metode insinerasi yang melibatkan peran masyarakat dalam memilah sampah, penyiapan lahan dan fasilitas yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

Pengutipan pustaka di dalam naskah dituliskan dengan menggunakan nama akhir penulis, koma dan tahun penulisan. Angka ditulis dalam kurung persegi/*square bracket*. Contoh pengutipan pustaka adalah Untuk keperluan ini, dibutuhkan metode kualitatif dengan kuantitatif. Metode kuantitatif diperlukan sebagai cara untuk mempertegas hasil yang diperoleh penelitian sejarah sosial dan permukiman dengan metode kualitatif (Nawir, 2010). Penulisan daftar pustaka sebaiknya menggunakan aplikasi Mendeley.

- Algabili, M. Z., Santoso, B., & Saptono, H. (2016). Pelaksanaan Perjanjian Build Operate and Transfer (BOT) dalam Pembangunan Aset Milik Pemerintah Daerah (Studi Proyek Pembangunan dan Pengelolaan Pasar Turi Kota Surabaya). *Diponegoro Law Journal*, 1-18.
- Amirullah. (2015). *Populasi dan Sampel*. Malang: Bayumedia Publishing Malang.
- Chalid, S., & Rasman. (2019). Kualitas Udara Ambien Sulfur Dioksida (So₂) Di TPA Tamangapa Kota Makassar. *Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, Vol. 19 No.1.
- Dalimunthe, R. A. (2018). *Studi Karakteristik Sampah Rumah Tamngga di Kecamatan Medan Area dan Kecamatan Medan Polonia di Kota Medan*. Skripsi Sarjana S1.
- Djamain, Y., & Putri, I. F. (2016). Rancang Bangun Simulasi Terjadinya Listrik dengan Sumber Daya Sampah Berbasis Multimeddi (Studi Kasus: TPST Bantar Gebang). *PETIR*, 81-87.
- Faizah. (2008). *Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Mayarakat (Studi Kasus di Kota Yogyakarta)*. Tesis Sarjana S2 Prodi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang.

- Hamzah, & Gunawan, A. W. (2020). Model PLT-Sampah Berbasis Stirling Engine (PLTSa Engine). Skripsi Sarjana S1, 1-45.
- Huda, C. A. (2013). Kajian Kelayakan Operasional TPA Jomboran sebagai TPA Kabupaten Klaten. Skripsi, Surakarta: Universitas Hasanuddin.
- Indar, Mas'ud, N. A., Sampurno, S., Azisa, N., Haerana, Arifin, A., et al. (2019). Analisis Perlindungan Hukum Bagi Kesehatan Warga di Kawasan Pemukiman Tempat Pembuangan Akhir Tamangappa. *Administrasi dan Kebijakan Kesehatan*, Vol. 8 No. 2.
- Kahfi, A. (2017). Tinjauan terhadap Pengelolaan Sampah. *Jurisprudentie*, 12-25.
- Khaeruddin. (2011). Studi Karakteristik Sampah pada Tempat Pembuangan Akhir Tamangapa dan Kaitannya dalam Upaya Daur Ulang.
- Lubis, E. W. (2018). Analisis Timbulan, Komposisi dan Karakteristik Sampah Rumah Tangga di Kota Medan Wilayah 1 (Studi Kasus: Kecamatan Medan Johor dan Kecamatan Medan Tembung). Skripsi Sarjana S1.
- Madani, M. (2011). Agenda Setting Pengelolaan Sampah Pasar di Kota Makassar. *Otoritas*, 11-24.
- Mahardika, I., Harisah, A., & R, R. W. (2020). Pusat Edukasi Lingkungan di Kawasan TPA Antang dengan Pendekatan Arsitektur Alternatif. Skripsi Sarjana S1.
- Mas'ud, N. A., Indar, & Haeranah. (2018). Analisis Perlindungan Hukum bagi Kesehatan Warga di Kawasan Permukiman Tempat Pembuangan Akhir Tamangapa. *Ecosystem*, Vol. 18, No.2.
- Monice, & Perinov. (2016). Analisis Potensi Sampah sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Pekan Baru. *SainETIn*, 9-16.
- Muchtar. (2010). Resistensi Masyarakat terhadap Rencana Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di Gedebage Bandung. *Penelitian dan Pengembangan Kesejahteraan Sosial*, (36-48).
- Nahrudin, Z. (2016). Kemitraan Publik-Privat dalam Pengelolaan Sampah di TPA Tamangapa Kota Makassar. *Ilmu Pemerintahan*, Vol. 9, No.r 1, (11-20).
- Novita, D. M., & Damanhuri, E. (2010). Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi dan Karakteristik Sampah Perkotaan di Indonesia dalam Konsep Waste To Energy. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 103-114.
- Nur, F. (2015). Analisis Kualitas Air Tanah di Sekitar TPA Tamangapa dengan Parameter Biologi.
- Nurdiansyah, F., Ridwan, I., & Mustari, S. (2016). Studi Perencanaan Penutupan TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Tamangapa Kota Makassar.