

Analisis Multikriteria dalam Pemilihan Teknologi Pengolahan Sampah Plastik untuk Skala Bank Sampah di Jakarta Pusat

Amadira Rahdhani¹, Evi Frimawaty^{1*}, dan Lina Tri Mugi Astuti²

¹Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia; e-mail: evi.frimawaty11@ui.ac.id

²Indonesian Environmental Scientists Association (IESA), Jakarta, Indonesia

ABSTRAK

Sebagai pusat pemerintahan dan bisnis, Jakarta Pusat mengumpulkan jumlah sampah plastik terbanyak di bank sampah dibandingkan dengan kota administrasi DKI Jakarta lainnya, yaitu mencapai 95.760 kg/bulan pada tahun 2021. Jumlah ini meningkat dari tahun 2020 yang mencapai sekitar 76.471 kg/bulan. Meskipun demikian, pada praktik sebagian besar bank sampah di Jakarta Pusat belum menerapkan teknologi yang dapat menunjang keberlanjutan pengelolaan sampah plastik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik sampah plastik yang dikumpulkan di bank sampah dan memilih teknologi pengolahan sampah plastik yang ideal dengan mempertimbangkan 4 (empat) kriteria. Metode analisis yang digunakan adalah kombinasi AHP dan TOPSIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah sampah plastik yang dikumpulkan di bank sampah adalah 60-250 kg/hari yang didominasi oleh jenis botol plastik. Hasil perhitungan nilai bobot menunjukkan bahwa kriteria yang dianggap penting secara berurutan adalah lingkungan (0,56), ekonomi (0,21), sosial (0,16), dan teknis (0,07). Berdasarkan nilai tersebut diperoleh alternatif teknologi pengolahan sampah plastik yang ideal untuk skala bank sampah adalah mesin *press* hidrolik ($C^*=0,648$). Melalui hasil ini, diharapkan pemilihan teknologi pengolahan sampah plastik di bank sampah dapat mempertimbangkan berbagai kriteria yang memberikan manfaat, baik secara praktis maupun ekonomis.

Kata kunci: AHP, bank sampah, sampah plastik, teknologi pengolahan, TOPSIS

ABSTRACT

Central Jakarta as the center of government and business, collects the largest amount of plastic waste in waste banks compared to other Jakarta administrative cities that reached around 95.760 kg/month in 2021. This amount increased from 2020 which around 76.471 kg/month. However, most waste banks in Central Jakarta have not implemented technology that can support the sustainability and development of waste banks to increase plastic waste recycling. Therefore, this study aims to identify the characteristics of plastic waste collected and select the ideal plastic waste processing technology by considering 4 (four) criteria. The analysis method used is a combination of AHP and TOPSIS. The results showed that the average amount of plastic waste collected in the waste bank is 60-250 kg/day and dominated by plastic bottles. The calculation of the weight value shows that the criteria that are considered important sequentially are environmental (0.56), economic (0.21), social (0.16), and technical (0.07). Based on these values, the ideal alternative plastic waste processing technology for the waste bank scale is a hydraulic press ($C^*=0.648$). Through these results, it is expected that the selection of plastic waste processing technology in waste banks can consider various criteria that provide benefits, both practically and economically.

Keywords: AHP, plastic waste, processing technology, TOPSIS, waste banks

Citation: Rahdhani, A., Frimawaty, E., dan Astuti, L. T. M. (2025). Analisis Multikriteria dalam Pemilihan Teknologi Pengolahan Sampah Plastik untuk Skala Bank Sampah di Jakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(1), 62-72, doi:10.14710/jil.23.1.62-72

1. PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade terakhir, sampah plastik telah menjadi perhatian global karena dianggap sebagai masalah utama baik di darat maupun di laut. (Letcher, 2020). Produksi dan penggunaan plastik dalam jumlah besar menimbulkan masalah baru karena sebagian besar produk plastik dibuang setelah sekali pakai (Shams, Alam, & Mahbub, 2021). Berbagai produk, seperti botol plastik, tas, wadah makanan,

sarung tangan, dan gelas plastik dapat berakhir di lingkungan dan bertahan selama ratusan hingga ribuan tahun (Shams et al., 2021). Ketika sampah plastik berakhir di lingkungan, pelapukan mekanis dan kimia dapat terjadi. Dengan demikian, sampah plastik dapat berubah ukuran menjadi mikro (<5 μm) dan nanopartikel (<100 nm) yang dianggap sebagai polutan (Boyle & Örmeci, 2020; Huang, Veksha, Chan, Giannis, & Lisak, 2021).

Dari sekitar 407 juta ton produksi plastik global, diperkirakan 74% berakhir sebagai residu dan sekitar 10% didaur ulang. Sementara itu, sekitar 12% dibakar dan sisa plastik dibuang ke tempat pembuangan akhir dan/atau ke lingkungan (Geyer, Jambeck, & Law, 2017; Huang et al., 2021; Neo et al., 2021; Okunola A, Kehinde I, Oluwaseun, & Olufiropo E, 2019). Selain itu, pengelolaan sampah plastik yang tidak tepat adalah masalah bagi negara berkembang, seperti negara-negara di Asia yang menyumbang sekitar 71% sampah plastik yang salah kelola (Neo et al., 2021; Ritchie & Roser, 2018). Salah satu negara di Asia yang menghadapi tantangan dalam pengelolaan sampah plastik adalah Indonesia.

Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk terpadat keempat di dunia menghasilkan jumlah sampah plastik terbesar kedua, yaitu sekitar 33,2 juta ton atau 17% dari total sampah nasional (SIPSN, 2020). Besarnya jumlah sampah plastik yang dihasilkan belum diimbangi dengan pengelolaan yang tepat. Hal ini ditunjukkan dengan persentase daur ulang sampah plastik yang hanya berkisar 7-15% dan sebagian besar masih mengandalkan sektor informal, seperti pemulung dan pedagang yang hanya menyerap kurang dari 5% sampah yang dihasilkan (KLHK, 2020; Putri, Fujimori, & Takaoka, 2018; Tyllianakis & Ferrini, 2021). Selain itu, hanya sekitar 2% sampah plastik yang didaur ulang secara efektif (Hidayat, Kiranamahsa, & Zamal, 2019).

Sebagai provinsi terpadat di Indonesia, yaitu mencapai 15.978 jiwa/km² (BPS, 2021), DKI Jakarta mengalami peningkatan volume sampah setiap tahunnya selama periode 2021-2023. Pada tahun 2021, total volume sampah mencapai sekitar 7.233,82 ton/hari. Jumlah ini meningkat menjadi 7.543,42 ton/hari pada tahun 2022, hingga pada tahun 2023 menjadi 8.607,25 ton/hari (BPS, 2022; SIPSN KLHK, 2023). Dari total volume sampah tersebut, sekitar 18,8% atau 1.618,16 ton/hari adalah sampah plastik yang menjadi jenis sampah dengan volume tertinggi kedua setelah sampah organik (SIPSN, 2023).

Jumlah sampah plastik yang besar tidak sebanding dengan tingkat daur ulang sampah plastik yang relatif rendah, yaitu hanya sekitar 24%. Hal ini menyisakan 76% sampah plastik sebagai residu di tempat pemrosesan akhir (TPA) dan di lingkungan (Putri et al., 2018). Rendahnya tingkat daur ulang sampah plastik ini berpotensi terjadinya penumpukan pada tempat pengolahan sampah terpadu (TPST) Bantar Gebang sebagai pusat pengelolaan dan pemrosesan sampah akhir untuk wilayah DKI Jakarta.

Berdasarkan data dari Unit Pengolahan Sampah Terpadu Dinas Lingkungan Hidup (UPST DLH) Provinsi DKI Jakarta, TPST Bantar Gebang mengalami peningkatan volume sampah yang masuk selama periode 2011-2019. Data terakhir menunjukkan bahwa pada tahun 2018 total sampah yang masuk mencapai 7.452,6 ton/hari dan meningkat menjadi 7.702,07 ton/hari pada tahun 2019. Dari total sampah ini sekitar 28% didominasi oleh sampah plastik. Untuk mengatasi permasalahan ini, pemerintah DKI

Jakarta telah melakukan berbagai upaya untuk mengurangi dan menangani sampah plastik di tingkat sumber, salah satunya melalui program bank sampah.

Bank sampah adalah sebuah konsep pengumpulan sampah anorganik atau kering yang dipilah terlebih dahulu sesuai dengan jenisnya kemudian disetorkan ke tempat pengelolaan sampah. Hasil dari penyeteroran sampah tersebut akan ditabung dan dapat diambil dalam jangka waktu tertentu layaknya pengelolaan perbankan (Asteria & Heruman, 2016; Fatimah, Aryani, & Novita Ita, 2013). Dengan menerapkan prinsip 3R (*reduce, reuse, dan recycle*) dan ekonomi sirkuler, bank sampah diprediksi dapat menjadi pilihan yang layak untuk meningkatkan daur ulang sampah di Indonesia (Putri et al., 2018).

DKI Jakarta memiliki sekitar 3.118 bank sampah yang tersebar di seluruh wilayah administrasi. Dari seluruh bank sampah tersebut, komposisi sampah anorganik yang terbanyak dikelola adalah sampah plastik dengan rata-rata pada 2021 sebesar 268.421,08 kg/bulan. Jumlah tersebut meningkat sekitar 34.505 kg/bulan dari tahun 2020 (Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, 2021a). Sebagai pusat kegiatan pemerintahan dan bisnis, Jakarta Pusat adalah salah satu wilayah administrasi DKI Jakarta yang cenderung menghasilkan jumlah sampah yang signifikan setiap harinya, terutama jenis sampah plastik. Pada tahun 2021 rata-rata sampah plastik yang dikumpulkan di bank sampah di Jakarta Pusat adalah 95.760 kg/bulan atau sekitar 35,66% dari rata-rata sampah plastik yang dikumpulkan pada bank sampah di DKI Jakarta (Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, 2021). Jumlah ini meningkat dari tahun 2020, yaitu sekitar 76.471 kg/bulan. (Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, 2021a).

Meskipun demikian, pada praktik sebagian besar bank sampah di Jakarta Pusat belum sepenuhnya menerapkan teknologi yang dapat menunjang keberlanjutan dan pengembangan bank sampah untuk meningkatkan daur ulang sampah plastik. Pada sebagian bank sampah terdapat teknologi, seperti mesin *press* hidrolis dan pencacah plastik. Namun, penerapannya belum dilakukan secara maksimal karena keterbatasan listrik dan lahan, serta sumber daya, baik secara finansial maupun tenaga kerja. Selain itu sebagian besar penerapan teknologi relatif sederhana dan belum mempertimbangkan berbagai aspek, seperti ekonomi, lingkungan, sosial, dan teknis.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk (i) mengidentifikasi karakteristik sampah plastik yang dikumpulkan pada bank sampah di Jakarta dan (ii) memilih teknologi pengolahan sampah plastik yang ideal pada skala bank sampah dengan mempertimbangkan 4 (empat) kriteria.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Wilayah studi penelitian ini dilakukan di Kota Administrasi Jakarta Pusat. Pemilihan wilayah studi ini didasarkan oleh pengumpulan jumlah sampah plastik di Jakarta Pusat terbanyak dibandingkan

dengan kota administrasi lainnya. Pada tahun 2021 rata-rata sampah plastik yang dikumpulkan di bank sampah Kota Jakarta Pusat adalah 95.760 kg/bulan atau sekitar 35,66% dari rata-rata sampah plastik yang dikumpulkan pada bank sampah di DKI Jakarta (Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, 2021). Populasi pada penelitian ini adalah bank sampah aktif yang terdapat di Jakarta Pusat. Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel secara *purposive* dengan kriteria bank sampah aktif yang berada di minimal 4 (empat) kecamatan di Jakarta Pusat dan mengumpulkan sampah plastik 100-400 kg/hari. Berdasarkan kriteria tersebut dipilih 5 (lima) bank sampah sebagai lokasi penelitian (Error! Reference source not found.).

Kriteria ini didasarkan pada kapasitas minimal teknologi pengolahan sampah plastik, yaitu sebesar 5 kg/jam dengan pendekatan waktu kerja per hari adalah 8 jam, sehingga minimal timbulan sampah yang dibutuhkan sebesar 40 kg/hari. Meskipun demikian, jumlah sampah minimal tersebut tidak menjadi batas bawah kriteria karena pendekatan tidak semua sampah dapat dimanfaatkan.

Penelitian ini dilaksanakan selama sekitar 5 (lima) bulan, yaitu pada bulan Mei sampai dengan September 2023.

2.2. Data Penelitian

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan terkait dengan kondisi bank sampah dan sebagian data terkait karakteristik jumlah dan jenis sampah plastik yang dikumpulkan di bank sampah. Sebagian lain data terkait jumlah rata-rata sampah plastik di bank sampah adalah data sekunder. Selanjutnya dikumpulkan data terkait alternatif teknologi pengolahan sampah plastik berdasarkan karakteristik sampah plastik yang dikumpulkan. Data tersebut diperoleh secara *desk study* dengan membuat perbandingan alternatif teknologi pengolahan sampah plastik untuk bank sampah sesuai kriteria dan sub-kriteria yang ditetapkan (**Tabel 1**). Selain itu, tersebut digunakan sebagai informasi dalam kuesioner AHP yang diberikan kepada responden ahli.

Pada penelitian ini, penentuan alternatif teknologi pengolahan sampah plastik yang dapat diterapkan pada skala bank sampah dilakukan dengan menggunakan kombinasi metode AHP-TOPSIS. Kombinasi metode analisis tersebut digunakan karena merupakan metode *multi-criteria decision-making* (MCDM) yang paling populer digunakan dalam proses pengambilan keputusan (Sarkar, 2011). Selain itu, kombinasi metode AHP-TOPSIS memungkinkan evaluasi alternatif secara menyeluruh dengan mempertimbangkan berbagai kriteria dan subkriteria (Menon & Ravi, 2022).

2.3. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode AHP secara umum digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan secara

terorganisir yang dapat menghasilkan keputusan yang diprioritaskan (Saaty, 1987; Joel, Molua Ernest, & Ajapnwa, 2019). Pada penelitian ini, AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria dan sub-kriteria (**Tabel 1**) berdasarkan preferensi ahli melalui pengisian kuesioner. Responden yang dipilih dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan keahlian dan pengetahuannya dalam pengelolaan sampah dan bank sampah. Pada penelitian ini dipilih sebanyak 4 (empat) orang responden ahli yang mewakili dosen, Asosiasi Daur Ulang Sampah Plastik Indonesia (ADUPI), Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, dan pengurus bank sampah.

Menurut T. L. Saaty (2008), metode AHP dapat dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu (i) penentuan tujuan pengambilan keputusan; (ii) penyusunan struktur hierarki (**Gambar 2**); (iii) perbandingan dan penilaian kriteria dan sub-kriteria setingkat melalui pembentukan matriks perbandingan berpasangan; (iv) perhitungan rata-rata geometrik dari matriks perbandingan berpasangan; (v) normalisasi matriks perbandingan berpasangan; dan (vi) perhitungan nilai rasio konsistensi.

Penilaian kriteria dan sub-kriteria melalui matriks perbandingan berpasangan dilakukan dengan skala penilaian 1-9 sebagai berikut:

- 1 = Jika kedua elemen sama penting
- 3 = Jika satu elemen sedikit lebih penting dari elemen lain
- 5 = Jika satu elemen lebih penting dari elemen lain
- 7 = Jika satu elemen jelas sangat penting dari elemen lain
- 9 = Jika satu elemen mutlak sangat penting dari elemen lain
- 2,4,6,8 = Nilai-nilai di antara dua nilai pertimbangan elemen yang berdekatan

Pada metode AHP, perhitungan rata-rata geometric dapat dilakukan dengan persamaan:

$$\mu_{ij} = \sqrt[N]{a_{ij1} a_{ij2} \cdots a_{ijn}} \quad (1)$$

dimana:

- μ_{ij} = rata-rata geometrik baris ke-*i* dan kolom ke-*j*
- a_{ij1} = nilai elemen matriks baris ke-*i* dan kolom ke-*j* untuk responden 1
- N* = jumlah responden

Selanjutnya matriks normalisasi dibuat dengan menjumlahkan angka-angka di setiap kolom matriks perbandingan. Setiap entri kolom dalam matriks kemudian dibagi dengan jumlah kolom untuk mendapatkan bobot atau skor yang dinormalisasi. Jumlah dari setiap kolom matriks ternormalisasi sama dengan 1. Bobot tersebut yang digunakan untuk menentukan peringkat elemen.

Untuk mendeteksi tingkat konsistensi dari data yang diolah, dilakukan perhitungan nilai rasio konsistensi (CR). Suatu hierarki dikatakan konsisten jika nilai *CR* < 10% atau 0,1. Nilai *CR* dapat dihitung melalui persamaan berikut (R. W. Saaty, 1987; T. L. Saaty, 2008):

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (2)$$

$$CR = CI/RI \quad (3)$$

dimana:

CI = indeks konsistensi

λ_{max} = hasil perhitungan matriks dibagi jumlah elemen

n = jumlah elemen

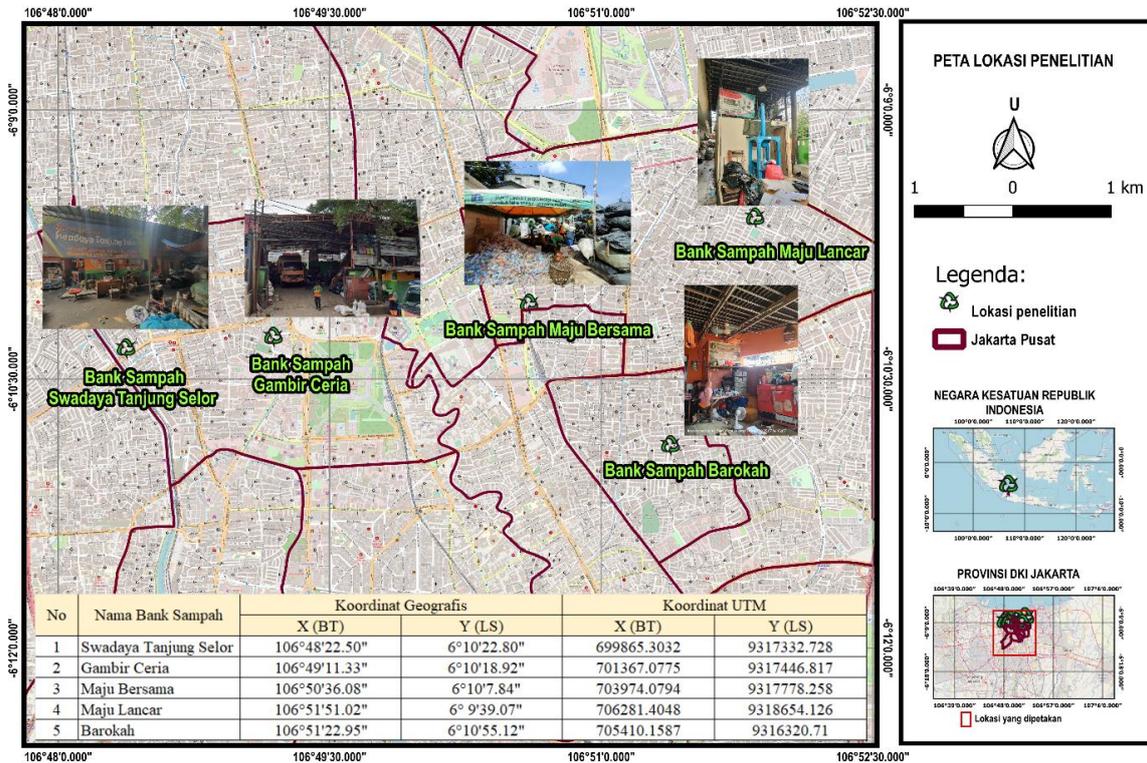
RI = indeks random konsistensi (Tabel 2)

2.4. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

Metode TOPSIS pertama kali dikembangkan oleh Hwang dan Yoon (1981) yang kemudian menjadi salah satu metode MCDM yang populer setelah AHP

(Çelikbilek & Tüysüz, 2020). Pada penelitian ini, TOPSIS digunakan untuk melakukan perankingan alternatif teknologi pengolahan sampah plastik berdasarkan bobot kriteria dan subkriteria yang telah diperoleh dari metode AHP. Perhitungan dengan metode TOPSIS dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Amini & Alinezhad, 2011; Hwang & Yoon, 1981; Zoma & Sawadogo, 2023):

- (i) Representasi matriks keputusan;
- (ii) Normalisasi matriks keputusan;
- (iii) Normalisasi matriks keputusan terbobot;
- (iv) Penentuan solusi ideal positif dan negatif
- (v) Perhitungan jarak antar solusi ideal positif dan negatif
- (vi) Perhitungan nilai kedekatan relatif



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Kriteria dan Sub-Kriteria yang ditentukan

Kriteria	Sub-kriteria	Kode
Ekonomi (KE)	Biaya teknologi	KE-1
	Biaya operasional	KE-2
	Harga jual produk olahan	KE-3
Lingkungan (KL)	Potensi emisi	KL-1
	Penggunaan air	KL-2
	Kebisingan	KL-3
Sosial (KS)	Potensi penggunaan langsung oleh masyarakat	KS-1
	Manfaat tidak langsung untuk masyarakat	KS-2
	Penyerapan tenaga kerja	KS-3
Teknis (KT)	Jumlah sampah plastik	KT-1
	Jenis sampah plastik	KT-2
	Lahan	KT-3
	Kemudahan pengoperasian	KT-4
	Listrik	KT-5
	Risiko kerja	KT-6

Tabel 2. Nilai Indeks Random Konsistensi (RI)

(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,51

Representasi matriks pemilihan didasarkan pada hasil perbandingan keempat alternatif teknologi pengolahan sampah plastik sesuai dengan kriteria dan subkriteria dari studi literatur. Setiap subkriteria memiliki standar yang ditetapkan dengan skor antara 1-3 yang dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Langkah (ii), (iv), dan (v) secara berurutan dihitung menggunakan persamaan-persamaan berikut ini:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum x_{ij}^2}} \quad (4)$$

$$V^+ = \{max_i(V_{ij}) \text{ if } i \in J; min_i(V_{ij} \text{ if } i \in J')\} \quad (5)$$

$$V^- = \{min_i(V_{ij}) \text{ if } i \in J; max_i(V_{ij} \text{ if } i \in J')\} \quad (6)$$

$$S_i^+ = [\sum(V_i^+ - V_{ij})^2]^{1/2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

$$S_i^- = [\sum(V_i^- - V_{ij})^2]^{1/2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

$$C^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (9)$$

dimana:

r_{ij} = normalisasi matriks keputusan

X_{ij} = nilai asli matriks keputusan yang belum dinormalisasi

V^+ = nilai solusi ideal positif dari matriks keputusan

V^- = nilai solusi ideal negatif dari matriks keputusan

S_i^+ = jarak antar total solusi ideal positif

S_i^- = jarak antar total solusi ideal negatif

C^* = nilai kedekatan relative

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Sampah Plastik pada Bank Sampah

Berdasarkan data yang diperoleh, sampah plastik yang dikumpulkan di bank sampah lokasi penelitian secara umum dibagi kembali menjadi sekitar 11 jenis sampah plastik, antara lain: botol plastik; emberan;

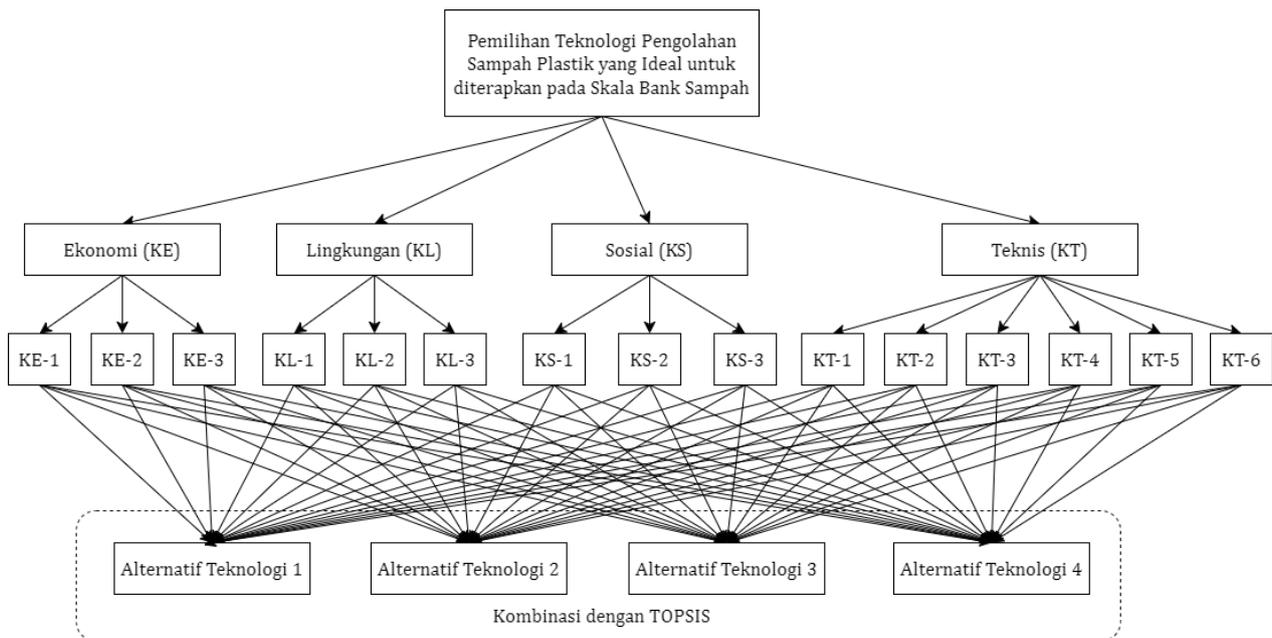
mainan plastik; naso; gelas plastik; plastik bening tipis; plastik kemasan bening tebal; plastik asoe; plastik keras lainnya; tutupo botol plastik; dan pipa pralon. Pada **Tabel 4** dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah sampah plastik yang dikumpulkan di bank sampah berkisar antara 60 sampai dengan 250 kg/hari dengan jenis sampah plastik yang dominan adalah sampah botol plastik, jenis emberan, dan kemasan bening tebal.

Sampah bodong atau botol plastik berdasarkan kode identifikasi resin termasuk jenis plastik *Polyethylene terephthalate* (PET). Beberapa contoh sampah emberan yang ada di lokasi penelitian adalah pot, ember, botol susu, dan botol *shampoo* yang mana berdasarkan kode resinnya dapat termasuk jenis sampah plastik *Polypropylene* (PP) dan/atau *High density polyethylene* (HDPE). Sedangkan untuk sampah plastik bening tebal sebagian besar berupa sampah plastik kemasan paket (*packaging*) yang termasuk dalam jenis plastik PP (Mahesh Kumar, Irshad, Raghunath, & Rajarajan, 2016; Ncube, Ude, Ogunmuyiwa, Zulkifli, & Beas, 2021).

3.2. Prioritas kriteria dan sub-kriteria

Setelah diperoleh data karakteristik sampah plastik yang dikumpulkan pada bank sampah, selanjutnya dilakukan studi literatur (*desk study*) terkait alternatif teknologi pengolahan sampah plastik yang berpotensi dapat diterapkan pada bank sampah berdasarkan karakteristik sampah plastik. *Desk study* tersebut menghasilkan 4 (empat) alternatif teknologi mesin pengolahan sampah plastik yang berpotensi untuk skala bank sampah, antara lain:

1. Pirolisis (P);
2. Mesin Pencacah Plastik (MPP);
3. Ekstruder Plastik (EP); dan
4. Mesin Press Hidraulik (MPH).



Gambar 2. Struktur Hierarki Metode AHP

Tabel 3. Skala & Skor untuk Perbandingan Alternatif Teknologi Pengolahan Sampah Plastik

Kriteria	Sub-Kriteria	Unit	Skala	Skor
KE	KE-1	Rp	< 8,500,000	3
			8,500,000 - 17,000,000	2
			> 17,000,000	1
	KE-2	Rp	1,000,000 - 3,000,000	3
			4,000,000 - 6,000,000	2
			> 6,000,000	1
	KE-3	Rp/kg	1,000 - 3,000	1
			4,000 - 6,000	2
			> 6,000	3
KL	KL-1	number of emission types	0-2	3
			3-5	2
			>5	1
	KL-2	-	Tidak menggunakan air	3
			Menggunakan air	1
	KL-3	dB	< 85	3
		≥ 85	1	
KS	KS-1	-	Tidak ada potensi	1
			Potensi rendah	2
			Potensi tinggi	3
	KS-2	Kategori manfaat tidak langsung	Edukasi, Nilai ekonomis	1
			Edukasi, Nilai ekonomis, Daur ulang/Inovasi/Pengurangan pencemaran	2
			Edukasi, Nilai ekonomis, Daur ulang, Inovasi, dan Pengurangan pencemaran	3
	KS-3	Jumlah pekerja	1-2	3
			3-5	2
			>5	1
KT	TC-1	kg/hari	< 60	1
			60-120	2
			> 120	3
	TC-2	Jumlah jenis plastik yang dapat diolah	1	1
			2	2
			3	3
	TC-3	m ²	< 4	3
			4-8	2
			> 8	1
	TC-4	-	Mudah	3
			Sulit	1
	TC-5	Watt/jam	< 3,000	3
			3,000 - 6,000	2
			> 6,000	1
	TC-6	-	Risiko rendah	3
			Risiko sedang	2
			Risiko tinggi	1

Tabel 4. Rata-Rata Jumlah dan Jenis Sampah Plastik yang Dikumpulkan pada Bank Sampah

No	Nama Bank Sampah	Rata-rata Jumlah dan Jenis Sampah Plastik yang dikumpulkan (kg/bulan)											Total Plastik
		Botol Plastik	Emberan (Ember bekas, pot tanaman, botol shampoo & sabun)	Mainan Plastik	Naso (Jerigen)	Gelas Plastik	Plastik bening tipis	Plastik packaging bening (cukup tebal)	Plastik Asoe (Kresek)	Plastik Keras lainnya (injek/ tempat makan plastik,)	Tutup Botol Plastik	Pipa Pralon	
1	Swadaya Tanjung Selor	4.027	2.101	803,4	470,2	695,8	873,2	694,2	832	0	0	0	10.496,8
2	Maju Lancar	1.511,6	1.720	0	0	156,2	0	94,6	0	241	61,4	16,8	3.801,6
3	Gambir Ceria	18.985,7	4.169,7	0,0	0,0	0,0	0,0	7.331,4	0,0	3.248,1	0,0	0,0	33.735,0
4	Maju Bersama	7.714	23	0	0	0	0	1.325	0	951	0	0	10.013
5	Barokah	2.669	4.027	0	0	0	0	21	0	178	0	0	6.894
	Total	34.907,1	12.040,4	803,4	470,2	852	873,2	9465,2	832	4.618,1	61,4	16,8	64.939,8
	Rata-Rata 5 bank sampah (kg/bulan)	6.981,4	2.408,1	160,7	94,04	170,4	174,64	1.893,04	166,4	923,6	12,8	3,36	12.987,9
	Rata-rata* (kg/hari)	232,7	80,3	5,4	3,1	5,7	5,8	63,1	5,5	30,8	0,4	0,1	432,9

(*) = Digunakan 30 hari

Selanjutnya juga dilakukan *desk study* untuk memperoleh informasi terkait alternatif teknologi sesuai dengan kriteria dan sub-kriteria yang telah ditentukan sebagai perbandingan. Hasil tersebut juga digunakan sebagai informasi untuk pertimbangan responden ahli dalam menilai kuesioner AHP. Hasil penilaian seluruh responden pada kuesioner AHP dibuat dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan seperti pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Utama

Kriteria I	Responden				Kriteria II
	1	2	3	4	
KT	1/4	1/4	1/7	1/9	KL
KT	1/4	4/1	1/3	1/9	KS
KT	1/1	1/8	1/5	1/9	KE
KL	3/1	6/1	1/1	9/1	KS
KL	5/1	6/1	1/1	9/1	KE
KS	1/3	1/6	1/1	9/1	KE

Sumber data diolah dari hasil kuesioner AHP

Hasil dari **Tabel 5** selanjutnya dihitung rata-rata geometri dan dinormalisasi yang mana hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**.

Tabel 6. Rata-Rata Geometri Kriteria Utama

Kriteria	KT	KL	KS	KE
KT	1,00	0,18	0,44	0,23
KL	5,63	1,00	3,57	4,05
KS	2,28	0,28	1,00	0,84
KE	4,36	0,25	1,19	1,00
Total	13,27	1,70	6,20	6,12

Tabel 7. Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan Level Kriteria Utama

Kriteria	KT	KL	KS	KE	Bobot
KT	0,08	0,10	0,07	0,037	0,07
KL	0,42	0,59	0,58	0,662	0,56
KS	0,17	0,16	0,16	0,137	0,16
KE	0,33	0,14	0,19	0,163	0,21
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Untuk memverifikasi konsistensi nilai preferensi yang diberikan oleh para responden ahli, maka dilakukan perhitungan rasio konsistensi dengan hasil seperti pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Hasil Perhitungan λ_{maks} , *CI*, dan *CR* untuk Kriteria Utama

Ordo Matriks	RI	λ_{maks}	<i>CI</i>	<i>CR</i>
4	0,9	4,11	0,038	0,042

Berdasarkan **Tabel 7** dapat dilihat bahwa kriteria lingkungan (KL) menjadi kriteria dengan prioritas tertinggi, yaitu dengan nilai bobot 0,56. Peringkat selanjutnya secara berurutan adalah kriteria ekonomi (nilai bobot 0,21), sosial (nilai bobot 0,16), dan teknis (nilai bobot 0,07). Dari **Tabel 8**, juga dapat dilihat bahwa nilai *CR* untuk 4 (empat) kriteria utama adalah 0,042 yang mana lebih kecil dari 0,1. Sehingga matriks perbandingan berpasangan untuk kriteria utama dapat dikatakan konsisten.

Kriteria lingkungan dalam penelitian ini berkaitan dengan dampak lingkungan yang dapat dihasilkan, seperti adanya potensi emisi, penggunaan air yang dapat menghasilkan air limbah, dan kebisingan dari penggunaan teknologi. Hasil prioritas tersebut juga diperoleh dari beberapa penelitian lain. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Chaerul, Agustina, dan Widyarsana (2020) terhadap pemilihan sistem pemrosesan sampah di Kabupaten Klungkung, Bali. Pada hasil penelitiannya kriteria lingkungan menjadi kriteria dengan prioritas tertinggi.

Prioritas kriteria lingkungan dalam sistem pengelolaan sampah juga dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Nurjayati, Widyarsana, dan Kurniasari (2023). Berdasarkan hasil penelitiannya, kriteria lingkungan merupakan kriteria yang dianggap paling penting oleh para pemangku kepentingan dalam memilih skenario pengelolaan sampah di wilayah pesisir Indramayu. Hasil tersebut dapat menunjukkan bahwa para pemangku kepentingan menunjukkan kesadaran dan kepedulian yang tinggi dalam kondisi lingkungan yang harus diperhatikan dalam pengelolaan sampah.

Seluruh perhitungan sebelumnya juga dilakukan untuk setiap subkriteria, sehingga diperoleh nilai bobot dan *CR* yang dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Rekapitulasi Nilai Bobot dan Nilai *CR* Sub-Kriteria

Sub-kriteria	Bobot	<i>CR</i>
KL-1	0,38	0,058
KL-3	0,32	
KL-2	0,3	
KE-3	0,60	0,030
KE-2	0,27	
KE-1	0,13	
KS-3	0,49	0,030
KS-1	0,36	
KS-2	0,15	
KT-5	0,36	0,098
KT-3	0,21	
KT-6	0,16	
KT-4	0,14	
KT-2	0,08	
KT-1	0,06	

Berdasarkan **Tabel 9**, dapat dilihat bahwa setiap kriteria memiliki sub-kriteria dengan nilai bobot tertinggi. Pada kriteria lingkungan, sub-kriteria potensi emisi memiliki nilai bobot tertinggi (0,38) dibandingkan dengan kebisingan (0,32) dan penggunaan air (0,3). Meskipun demikian, selisih nilai bobot antara ketiganya relatif sedikit. Hal ini dapat menunjukkan bahwa seluruh sub-kriteria lingkungan memiliki nilai preferensi ahli yang tidak jauh berbeda. Sementara pada kriteria ekonomi, sub-kriteria harga jual produk olahan memiliki nilai bobot yang jauh lebih tinggi (0,60) dibandingkan dengan sub-kriteria biaya operasional (0,27) dan biaya teknologi (0,13). Hal ini dapat disebabkan oleh harga jual produk olahan dianggap dapat memberikan pengaruh terhadap keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk olahan.

Selisih dari nilai bobot yang relatif jauh juga dapat dilihat pada hasil perhitungan sub-kriteria sosial dan

teknis. Pada kriteria sosial, sub-kriteria penyerapan tenaga kerja memiliki bobot tertinggi (0,49) dibandingkan dengan dua sub-kriteria lainnya. Hal ini dapat menunjukkan bahwa penyerapan tenaga kerja pada penggunaan teknologi pengolahan sampah plastik untuk skala bank sampah lebih penting dibandingkan dengan manfaat langsung dan tidak langsung terhadap masyarakat. Hasil tersebut dapat disebabkan oleh jumlah tenaga kerja yang perlu dipertimbangkan karena menyangkut biaya yang harus dikeluarkan oleh bank sampah. Sementara pada kriteria teknis, sub-kriteria listrik memiliki nilai bobot tertinggi (0,36) dibandingkan lima sub-kriteria lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh pertimbangan biaya listrik yang diperlukan saat penggunaan teknologi (Alao, Popoola, & Ayodele, 2021).

3.2. Ranking alternatif Teknologi Pengolahan Sampah Plastik untuk Skala Bank Sampah

Setelah diperoleh nilai bobot kriteria dan sub-kriteria dari penilaian AHP, selanjutnya ditetapkan skor untuk masing-masing alternatif teknologi pengolahan sampah plastik sesuai informasi yang diperoleh pada perbandingan alternatif dengan skala yang telah ditetapkan pada **Tabel 3**. Berikut ini adalah representasi skor hasil perbandingan alternatif teknologi pengolahan sampah plastik terhadap masing-masing sub-kriteria yang disajikan dalam matriks keputusan.

Tabel 10. Representasi Matriks Keputusan

Sub-Kriteria	Bobot AHP	Alternatif Teknologi Pengolahan Sampah Plastik			
		P	MPP	EP	MPH
Lingkungan					
KL-1	0,38	1	3	2	3
KL-3	0,32	1	1	1	3
KL-2	0,3	3	1	1	3
Ekonomi					
KE-3	0,60	2	3	2	1
KE-2	0,27	2	1	1	2
KE-1	0,13	1	2	1	1
Sosial					
KS-3	0,49	3	3	3	3
KS-2	0,36	2	3	1	1
KS-2	0,15	2	3	3	2
Teknis					
KT-5	0,36	3	1	1	2
KT-3	0,21	2	1	1	2
KT-6	0,16	1	2	1	2
KT-4	0,14	1	3	1	3
KT-2	0,08	2	2	3	2
KT-1	0,06	1	3	2	2

Kemudian dilakukan perhitungan normalisasi matriks keputusan dan perkalian bobot AHP dengan hasil normalisasi yang dapat dilihat pada **Tabel 11** dan **Tabel 12**.

Setelah diperoleh nilai normalisasi matriks keputusan terbobot untuk seluruh sub-kriteria, selanjutnya ditetapkan solusi ideal positif (V^+) dan negatif (V^-) yang dibentuk oleh nilai kinerja terbaik dan terburuk dari matriks pada **Tabel 12**. Selanjutnya dihitung jarak antar solusi ideal positif (S^+) dan negatif (S^-). Nilai tersebut dijumlahkan untuk kemudian dapat

diperoleh nilai kedekatan relatif (C^*) seperti pada persamaan (9). Seluruh hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 13** dan **Tabel 14**.

Tabel 11. Normalisasi Matriks Keputusan

Sub-Kriteria	Bobot AHP	Alternatif Teknologi Pengolahan Sampah Plastik			
		P	MPP	EP	MPH
Lingkungan					
KL-1	0,38	0,209	0,626	0,417	0,626
KL-3	0,32	0,289	0,289	0,289	2,598
KL-2	0,3	0,671	0,224	0,224	0,671
Ekonomi					
KE-3	0,60	0,471	0,707	0,471	0,236
KE-2	0,27	0,632	0,316	0,316	0,632
KE-1	0,13	0,378	0,756	0,378	0,378
Sosial					
KS-3	0,49	0,500	0,500	0,500	0,500
KS-2	0,36	1,033	2,324	0,258	0,258
KS-2	0,15	0,392	0,588	0,588	0,392
Teknis					
KT-5	0,36	0,774597	0,258199	0,258199	0,516398
KT-3	0,21	0,632	0,316	0,316	0,632
KT-6	0,16	0,316	0,632	0,316	0,632
KT-4	0,14	0,224	0,671	0,224	0,671
KT-2	0,08	0,436	0,436	0,655	0,436
KT-1	0,06	0,236	0,707	0,471	0,471

Tabel 12. Normalisasi Matriks Keputusan Terbobot

Sub-Kriteria	Alternatif Teknologi Pengolahan Sampah Plastik			
	P	MPP	EP	MPH
Lingkungan				
KL-1	0,079	0,238	0,158	0,238
KL-3	0,092	0,092	0,092	0,831
KL-2	0,201	0,067	0,067	0,201
Ekonomi				
KE-3	0,278	0,417	0,278	0,139
KE-2	0,171	0,085	0,085	0,171
KE-1	0,049	0,098	0,049	0,049
Sosial				
KS-3	0,245	0,245	0,245	0,245
KS-2	0,372	0,837	0,093	0,093
KS-2	0,059	0,088	0,088	0,059
Teknis				
KT-5	0,279	0,093	0,093	0,186
KT-3	0,133	0,066	0,066	0,133
KT-6	0,051	0,101	0,051	0,101
KT-4	0,031	0,094	0,031	0,094
KT-2	0,035	0,035	0,052	0,035
KT-1	0,014	0,042	0,028	0,028

Tabel 13. Nilai V^+ dan V^-

Sub-Kriteria	V^+	V^-
KL-1	0,238	0,079
KL-3	0,831	0,092
KL-2	0,201	0,067
KE-3	0,417	0,139
KE-2	0,171	0,085
KE-1	0,098	0,049
KS-3	0,245	0,245
KS-2	0,837	0,093
KS-2	0,088	0,059
KT-5	0,279	0,093
KT-3	0,133	0,066
KT-6	0,101	0,051
KT-4	0,094	0,031
KT-2	0,052	0,035
KT-1	0,042	0,014

Tabel 14. Nilai S^+ , S^- , dan C^* dari Alternatif Teknologi Pengolahan Sampah Plastik

Alternatif Teknologi Pengolahan Sampah Plastik	S^+	S^-	$(S^+) + (S^-)$	C^*
Sub-Kriteria Lingkungan				
P	0,756	0,018	0,774	0,023
MPP	0,751	0,158	0,910	0,174
EP	0,755	0,079	0,834	0,095
MPH	0,000	0,774	0,774	1,000
Sub-Kriteria Ekonomi				
P	0,147	0,163	0,311	0,525
MPP	0,085	0,281	0,366	0,767
EP	0,170	0,139	0,309	0,449
MPH	0,282	0,085	0,368	0,232
Sub-Kriteria Sosial				
P	0,466	0,279	0,745	0,375
MPP	0,000	0,744	0,744	1,000
EP	0,744	0,001	0,744	0,001
MPH	0,744	0,000	0,744	0,000
Sub-Kriteria Teknis				
P	0,087	0,197	0,285	0,694
MPP	0,198	0,007	0,205	0,035
EP	0,214	0,001	0,214	0,002
MPH	0,096	0,121	0,217	0,558

Tabel 15. Nilai S^+ , S^- , dan C^* dari Alternatif Teknologi Pengolahan Sampah Plastik

Kriteria Utama	KL	KE	KS	KT	Total C^*	Peringkat
Bobot	0,56	0,21	0,16	0,07		
Alternatif Teknologi Pengolahan Sampah Plastik						
	C^*					
P	0,049	0,013	0,060	0,110	0,232	3
MPP	0,002	0,098	0,160	0,161	0,421	2
EP	0,0001	0,0532	0,0002	0,094	0,148	4
MPH	0,0391	0,560	0,000	0,049	0,648	1

Untuk menentukan teknologi pengolahan sampah plastik yang paling ideal pada skala bank sampah, dilakukan penjumlahan nilai C^* dari seluruh sub-kriteria di atas. Nilai-nilai tersebut telah dikalikan dengan bobot dari kriteria utama yang dihasilkan dari metode AHP pada Tabel 7. Hasil akhir dari perhitungan C^* berdasarkan bobot kriteria utama dan peringkat alternatif teknologi pengolahan sampah plastik untuk skala bank sampah dapat dilihat pada Tabel 15.

Berdasarkan hasil pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa alternatif teknologi pengolahan sampah plastik berupa mesin *press* hidrolik memiliki peringkat tertinggi (nilai $C^*=0,648$), diikuti secara berurutan oleh teknologi mesin pencacah plastik (nilai $C^*=0,421$), pirolisis (nilai $C^*=0,232$), dan ekstruder plastik (nilai $C^*=0,148$). Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi mesin hidrolik merupakan alternatif teknologi pengolahan sampah plastik yang paling ideal untuk diterapkan pada skala bank sampah berdasarkan bobot kriteria dan subkriteria lingkungan, ekonomi, teknis, dan sosial.

Pemilihan teknologi ini didasarkan pada berbagai kriteria yang telah disebutkan sebelumnya, namun pemilihan teknologi pengolahan sampah plastik pada bank sampah juga harus mempertimbangkan kemampuan finansial bank sampah untuk membeli dan memelihara teknologi mesin *press* hidrolik. Pengadaan teknologi yang terlalu mahal atau tidak sesuai dengan kemampuan anggaran bank sampah berpotensi dapat meningkatkan beban keuangan bank sampah, hingga mengancam kelangsungan

operasional bank sampah. Oleh karena itu, pertimbangan anggaran dan kemampuan keuangan bank sampah dapat menjadi faktor penting untuk menerapkan teknologi pengolahan sampah plastik di bank sampah.

Pada penelitian sebelumnya tidak terdapat hasil yang menunjukkan peringkat atau prioritas teknologi pengolahan sampah plastik yang dapat diterapkan pada skala bank sampah. Namun, teknologi *press* hidrolik telah diterapkan pada beberapa bank sampah. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Ariyanto, Guntoro, Hamzah, dan David Setiawan (2022) pada bank sampah Universitas Lancang Kuning di Riau, Indonesia, disebutkan bahwa bank sampah tersebut telah menerapkan beberapa teknologi, seperti mesin pencacah kompos, mesin pencacah plastik, dan mesin *press* plastik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Zulkia (2023) disebutkan bahwa mesin *press* hidrolik digunakan untuk menekan sampah anorganik, seperti botol, kardus, kaleng, dan lain sebagainya. Penggunaan teknologi tersebut dinilai dapat mengurangi volume sampah anorganik, sehingga lebih mudah dikemas dan lebih banyak sampah yang dapat dikumpulkan dalam satu tempat pengemasan. Hal ini juga memungkinkan untuk membuat ruang penyimpanan sampah di bank sampah menjadi lebih besar.

Dari hasil perhitungan kombinasi metode AHP dan TOPSIS pada pemilihan teknologi pengolahan sampah plastik untuk skala bank sampah, dapat disimpulkan bahwa pendekatan ini menghasilkan pemilihan yang lebih komprehensif. Metode AHP memberikan

kontribusi dengan menyediakan kerangka kerja evaluatif berbasis persepsi para pemangku kepentingan, sementara TOPSIS memberikan dimensi kuantitatif berdasarkan perhitungan skor dari perbandingan teknologi.

Hasil yang diperoleh ini diharapkan tidak hanya dapat memudahkan pemilihan teknologi pengolahan sampah plastik yang ideal untuk skala bank sampah, tetapi juga untuk penerapan teknologi pengelolaan sampah lainnya untuk skala bank sampah dengan menggabungkan persepsi pemangku kepentingan dari AHP dengan pengukuran kuantitatif dari TOPSIS memberikan proses pengambilan keputusan dengan pemahaman yang lebih bernuansa tentang dampak teknis, lingkungan, sosial, dan ekonomi dari setiap teknologi.

Pendekatan holistik ini memungkinkan untuk mengidentifikasi teknologi pengolahan sampah plastik yang tidak hanya bertujuan untuk mencapai tujuan keberlanjutan, namun juga memenuhi kebutuhan praktis dan ekonomi. Menggabungkan persepsi pemangku kepentingan dari AHP dengan pengukuran kuantitatif dari TOPSIS memberikan proses pengambilan keputusan dengan pemahaman yang lebih bernuansa tentang dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari setiap teknologi.

Pendekatan holistik ini memungkinkan untuk mengidentifikasi teknologi pengolahan sampah plastik yang tidak hanya bertujuan untuk mencapai tujuan keberlanjutan, namun juga memenuhi kebutuhan praktis dan ekonomis dengan mempertimbangkan berbagai kriteria yang mungkin memiliki manfaat praktis dan ekonomis.

4. KESIMPULAN

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa karakteristik sampah plastik yang dikumpulkan pada bank sampah lokasi penelitian memiliki rata-rata jumlah sampah plastik yang dikumpulkan di bank sampah sekitar 60-250 kg/hari dengan jenis yang dominan adalah botol plastik, sampah plastik jenis emberan, dan plastik kemasan bening tebal. Alternatif teknologi pengolahan sampah plastik yang diperoleh sesuai dengan karakteristik sampah plastik tersebut adalah teknologi pirolisis, mesin pencacah plastik, ekstruder plastik, dan mesin *press* hidrolik.

Berdasarkan bobot kriteria dan sub-kriteria ekonomi, lingkungan, sosial, dan teknis yang dihitung, diperoleh alternatif teknologi pengolahan sampah plastik yang ideal untuk skala bank sampah adalah mesin *press* hidrolik ($C^*=0,648$) diikuti oleh mesin pencacah plastik ($C^*=0,421$), pirolisis ($C^*=0,232$), dan ekstruder plastik ($C^*=0,148$). Melalui hasil ini, diharapkan pemilihan teknologi pengolahan sampah plastik yang ideal untuk skala bank sampah dapat mempertimbangkan berbagai kriteria yang dapat memberikan manfaat, baik secara praktis maupun ekonomis di bank sampah.

Pada penelitian ini belum dicapai analisis mendalam terkait kelayakan ekonomi dalam hal penerapan teknologi pengolahan sampah plastik di

bank sampah. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian lanjutan dilakukan untuk menyelidiki aspek ekonomi secara rinci, termasuk analisis biaya, manfaat, dan potensi keuntungan dari penerapan teknologi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alao, M. A., Popoola, O. M., & Ayodele, T. R. (2021). Selection of waste-to-energy technology for distributed generation using IDOCRIW-Weighted TOPSIS method: A case study of the City of Johannesburg, South Africa. *Renewable Energy*, 178, 162-183. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06.031>
- Amini, A., & Alinezhad, A. (2011). Sensitivity Analysis of TOPSIS Technique: The Results of Change in the Weight of One Attribute on the Final Ranking of Alternatives. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 7(2011), 23-28.
- Ariyanto, A., Guntoro, Hamzah, & David Setiawan. (2022). Pelatihan Perawatan Mesin Bagi Pengelola Bank Sampah Universitas Lancang Kuning. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 559-563. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v6i2.9191>
- Asteria, D., & Heruman, H. (2016). Bank Sampah Sebagai Alternatif Strategi Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat di Tasikmalaya. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(1), 136.
- Boyle, K., & Örmeci, B. (2020). Microplastics and Nanoplastics in the Freshwater and Terrestrial Environment: A Review. *Water*, 12(9), 2633. <https://doi.org/10.3390/w12092633>
- BPS. (2021). Kepadatan Penduduk menurut Provinsi (jiwa/km²), 2019-2021. Retrieved from <https://www.bps.go.id/indicator/12/141/1/kepadatan-penduduk-menurut-provinsi.html>
- BPS. (2022). Volume Sampah yang Terangkut per Hari Menurut Jenis Sampah di Provinsi DKI Jakarta (Ton), 2020-2022. Retrieved from <https://jakarta.bps.go.id/indicator/152/916/1/volume-sampah-yang-terangkut-per-hari-menurut-jenis-sampah-di-provinsi-dki-jakarta.html>
- Çelikbilek, Y., & Tüysüz, F. (2020). An in-depth review of theory of the TOPSIS method: An experimental analysis. *Journal of Management Analytics*, 7(2), 281-300. <https://doi.org/10.1080/23270012.2020.1748528>
- Chaerul, M., Agustina, E., & Widyarsana, I. M. W. (2020). Analisis Multikriteria dalam Pemilihan Sistem Pemrosesan Sampah di Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(2), 131-137. <https://doi.org/10.29122/jtl.v21i2.4142>
- Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta. (2021a). *DATA SAMPAH 2019-2021*.
- Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta. (2021b). *LAPORAN BANK SAMPAH JAKARTA PUSAT MARET 2021*.
- Fatimah, T., Aryani, P. F., & Novita Ita. (2013). Pemodelan Sistem Untuk Aplikasi Pengelolaan Bank Sampah Matahari RW 08 Kelurahan Pedurenan. *Telematika MKOM*, 5.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 3-8. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Hidayat, Y. A., Kiranamahsa, S., & Zamal, M. A. (2019). A study of plastic waste management effectiveness in

- Indonesia industries. *AIMS Energy*, 7(3), 350–370. <https://doi.org/10.3934/ENERGY.2019.3.350>
- Huang, J., Veksha, A., Chan, W. P., Giannis, A., & Lisak, G. (2021). Chemical recycling of plastic waste for sustainable material management: A prospective review on catalysts and processes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154(October 2021), 111866. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111866>
- Hwang, C.-L., & Yoon, K. (1981). *Methods for Multiple Attribute Decision Making*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3
- Joel, S., Mlua Ernest, L., & Ajapnwa, A. (2019). Application of analytic hierarchy process decision model for solid waste management strategy in Yaoundé, Cameroon. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 45(4), 502–517. <https://doi.org/10.5276/JSWTM/2019.502>
- KLHK. (2020). *Rencana Strategis Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah Limbah dan Bahan Beracun Berbahaya Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2020-2024*. Retrieved from <https://www.menlhk.go.id/uploads/site/post/1610950430.pdf>
- Letcher, T. M. (2020). Introduction to plastic waste and recycling. In *Plastic Waste and Recycling* (pp. 3–12). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817880-5.00001-3>
- Mahesh Kumar, G., Irshad, A., Raghunath, B. V., & Rajarajan, G. (2016). *Waste Management in Food Packaging Industry*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27228-3_24
- Menon, R. R., & Ravi, V. (2022). Using AHP-TOPSIS methodologies in the selection of sustainable suppliers in an electronics supply chain. *Cleaner Materials*, 5, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100130>
- Ncube, L. K., Ude, A. U., Ogunmuyiwa, E. N., Zulkifli, R., & Beas, I. N. (2021). An overview of plasticwaste generation and management in food packaging industries. *Recycling*, 6(1), 1–25. <https://doi.org/10.3390/recycling6010012>
- Neo, E. R. K., Soo, G. C. Y., Tan, D. Z. L., Cady, K., Tong, K. T., & Low, J. S. C. (2021). Life cycle assessment of plastic waste end-of-life for India and Indonesia. *Resources, Conservation and Recycling*, 174(July), 105774. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105774>
- Nurjayati, R., Widyarsana, I. M. W., & Kurniasari, O. (2023). Multi-criteria analysis for solid waste management system in Indramayu coastal area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1201(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1201/1/012022>
- Okunola A, A., Kehinde I, O., Oluwaseun, A., & Olufiropo E, A. (2019). Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review. *Journal of Toxicology and Risk Assessment*, 5(2). <https://doi.org/10.23937/2572-4061.1510021>
- Putri, A. R., Fujimori, T., & Takaoka, M. (2018). Plastic waste management in Jakarta, Indonesia: evaluation of material flow and recycling scheme. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20(4), 2140–2149. <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0753-2>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2018). Plastic Pollution. Retrieved November 22, 2021, from Our World in Data website: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3–5), 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal Services Science*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2014-0020>
- Sarkar, B. (2011). Fuzzy decision making and its applications in cotton fibre grading. In *Soft Computing in Textile Engineering* (pp. 353–383). <https://doi.org/10.1533/9780857090812.5.353>
- Shams, M., Alam, I., & Mahbub, M. S. (2021). Plastic pollution during COVID-19: Plastic waste directives and its long-term impact on the environment. *Environmental Advances*, 5, 100119. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100119>
- SIPSN. (2020). CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH. Retrieved November 22, 2021, from <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- SIPSN. (2023). Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah. Retrieved from <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>
- SIPSN KLHK. (2023). TIMBULAN SAMPAH. Retrieved September 18, 2023, from <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbullan>
- Tyllianakis, E., & Ferrini, S. (2021). Personal attitudes and beliefs and willingness to pay to reduce marine plastic pollution in Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 113120. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113120>
- UPST DLH DKI Jakarta. (n.d.). Data-Data TPST Bantargebang. Retrieved from <https://upstdlh.id/tpst/data>
- Zoma, F., & Sawadogo, M. (2023). A multicriteria approach for biomass availability assessment and selection for energy production in Burkina Faso: A hybrid AHP-TOPSIS approach. *Heliyon*, 9(10), e20999. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20999>
- Zulkia, D. R. (2023). Pemanfaatan Mesin Pencacah dan Mesin Press sebagai Alat Pengolah Sampah Menjadi Produk Bernilai Ekonomis. *Jurnal Teknik Mesin UBB*, 9(1), 23–29.