

Evaluasi Keberlanjutan Tempat Pemrosesan Akhir Cikundul Kota Sukabumi dengan Metode *Multi-Dimensional Scaling* RAPWASTE

Edo Erlangga^{1*}, Nadiyah Fithriyah¹, Zahra Yulliandra¹, Faqih Mustafiq¹,
I Made Wahyu Widyarsana²

¹Program Studi Pengelolaan Infrastruktur Air Bersih dan Sanitasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung
*Koresponden email: imww.research@gmail.com

Diterima: 15 Januari 2026

Disetujui: 25 Januari 2026

Abstract

The elimination of open dumping practices is a major priority in Indonesia's urban solid waste management policy. This study evaluates the sustainability of the Cikundul Landfill in Sukabumi City, which is still operated under an open dumping system. Sustainability assessment was conducted using the Multi-Dimensional Scaling (MDS) method through the RAPWASTE tool, involving 20 key respondents (n = 20) directly engaged in landfill management. The analysis covered six sustainability dimensions: operational-technical, financial, institutional, regulatory, social/community participation, and environmental. The results indicate that all dimensions fall within the moderately sustainable category, with sustainability index values ranging from 51.77 to 63.45. The environmental dimension shows relatively better performance, while financial and operational-technical aspects remain the main weaknesses. Sensitivity analysis reveals that landfill technology and operational systems, costs of cell capacity expansion, SOP implementation, institutional structure, community participation in waste reduction, and vector control are key leverage factors influencing sustainability. The findings emphasize that improving landfill sustainability requires not only technical improvements but also financial reform, strengthened SOPs, and improved institutional governance to support the transition toward sanitary landfill systems and to achieve the national target for eliminating open dumping during the 2025–2029 period.

Keywords: *sustainability analysis; landfill; waste management infrastructure; mds-rapwaste*

Abstrak

Penghapusan praktik *open dumping* merupakan prioritas utama kebijakan pengelolaan sampah perkotaan di Indonesia. Penelitian ini mengevaluasi keberlanjutan pengelolaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Cikundul, Kota Sukabumi, yang masih beroperasi dengan sistem *open dumping*. Penilaian dilakukan menggunakan metode *Multi-Dimensional Scaling* (MDS) melalui perangkat RAPWASTE, dengan melibatkan 20 responden kunci (n = 20) yang terlibat langsung dalam pengelolaan TPA. Analisis mencakup enam dimensi keberlanjutan, yaitu teknis operasional, pembiayaan, kelembagaan, regulasi, sosial/partisipasi masyarakat, dan lingkungan. Hasil analisis menunjukkan seluruh dimensi berada pada kategori cukup berkelanjutan, dengan nilai indeks antara 51,77–63,45. Dimensi lingkungan memiliki kinerja relatif terbaik, sementara dimensi pembiayaan dan teknis operasional masih menjadi aspek paling lemah. Analisis sensitivitas mengidentifikasi teknologi dan sistem operasional TPA, biaya penambahan kapasitas sel, implementasi SOP, struktur kelembagaan, partisipasi masyarakat dalam pengurangan sampah, serta pengendalian vektor penyakit sebagai faktor kunci penentu keberlanjutan. Temuan penelitian menegaskan bahwa peningkatan keberlanjutan TPA memerlukan perbaikan teknis, reformasi pembiayaan, penguatan SOP, dan tata kelola kelembagaan guna mendukung transisi menuju *sanitary landfill* dan mencapai target nasional penghapusan *open dumping* pada periode 2025–2029.

Kata Kunci: *analisis keberlanjutan; tempat pemrosesan akhir; infrastruktur persampahan; mds-rapwaste*

1. Pendahuluan

Produksi sampah di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan perubahan pola konsumsi masyarakat. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2025 menunjukkan bahwa Indonesia menghasilkan lebih dari 56,63 juta ton sampah per tahun, namun

hanya sekitar 39,01% yang dikelola dengan baik [1]. Sebagian besar sampah masih berakhir di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dengan sistem *open dumping*. Kondisi ini memicu dampak lingkungan seperti pencemaran air tanah dari lindi, emisi gas metana yang memperburuk perubahan iklim, dan gangguan kesehatan bagi masyarakat sekitar. Menteri Lingkungan Hidup kemudian mendorong transformasi pengelolaan TPA melalui kebijakan penutupan 343 TPA *open dumping* di seluruh Indonesia dan mendorong penggunaan sistem *sanitary landfill* sebagai upaya menuju pengelolaan akhir sampah yang lebih selaras dengan lingkungan, alam, dan budaya.

Pengelolaan sampah perkotaan di Indonesia pada umumnya masih berorientasi pada pola kumpul, angkut, buang yang tidak sejalan dengan prinsip pengelolaan berkelanjutan dan berpotensi menimbulkan masalah lingkungan di masa yang akan datang. Menurut buku Pengelolaan Sampah Terpadu oleh Enri dan Padmi (2018) menjelaskan bahwa pengelolaan sampah merupakan sebuah sistem yang terdiri dari lima subsistem, yaitu teknik operasional, regulasi dan kebijakan publik, kelembagaan, pembiayaan, serta peran masyarakat. Dalam praktik pengelolaan sampah di Indonesia, pendekatan terpadu tersebut perlu dilihat melalui tiga dimensi keberlanjutan yang lebih luas [2]. Enri dan Padmi (2018) menekankan bahwa keberlanjutan pengelolaan sampah melibatkan pemangku kepentingan, elemen sistem sebagaimana diatur dalam Undang-Undang No.18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, serta berbagai faktor yang memengaruhi seperti dinamika kebijakan publik, kelembagaan, pembiayaan, sosial budaya, keterlibatan masyarakat, dan kesehatan masyarakat [2].

Argumentasi penelitian ini diperkuat dengan merujuk pada teori keberlanjutan sistem pengelolaan sampah terpadu (*Integrated Sustainable Waste Management/ISWM*) yang menekankan bahwa pengelolaan sampah merupakan suatu sistem yang terdiri dari aspek teknis, kelembagaan, pembiayaan, regulasi, sosial, dan lingkungan yang saling terkait. Dalam kerangka ini, keberlanjutan tidak hanya ditentukan oleh kinerja teknis TPA, tetapi juga oleh dukungan kelembagaan, kepastian pembiayaan, efektivitas regulasi, serta partisipasi masyarakat. Hasil MDS-RAPWASTE yang menunjukkan seluruh dimensi berada pada kategori cukup berkelanjutan mengindikasikan bahwa sistem pengelolaan TPA Cikundul belum sepenuhnya terintegrasi secara optimal, sehingga penguatan harus dilakukan secara sistemik dan lintas dimensi.

Studi keberlanjutan pengelolaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) juga telah banyak dilakukan di berbagai negara dengan pendekatan multidimensional. Penelitian di Tiongkok menunjukkan bahwa keberlanjutan landfill sangat dipengaruhi oleh aspek teknis operasional, kebijakan pemerintah, serta mekanisme pembiayaan jangka panjang [3]. Di Eropa, analisis keberlanjutan landfill menekankan pentingnya integrasi antara perlindungan lingkungan, efisiensi ekonomi, dan penerimaan sosial masyarakat sekitar [4]. Sementara itu, studi di Iran mengungkapkan bahwa penerapan *Multi-Criteria Analysis* (MCA) dan *Multidimensional Scaling* (MDS) efektif dalam mengidentifikasi atribut kunci keberlanjutan TPA, khususnya pada dimensi lingkungan dan kelembagaan [5]. Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa pendekatan MDS-RAPWASTE yang digunakan dalam penelitian ini sejalan dengan praktik internasional dalam menilai keberlanjutan pengelolaan landfill, khususnya di negara berkembang yang masih menghadapi tantangan *open dumping*.

Penelitian ini berbeda dibanding penelitian terdahulu dengan menitikberatkan pada evaluasi keberlanjutan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Cikundul di Kota Sukabumi sebagai studi kasus, di mana TPA memiliki kompleksitas yang lebih tinggi dibanding TPS 3R karena banyak aspek yang terlibat didalamnya seperti aspek teknis, sosial, ekonomi, dan kelembagaan dalam satu sistem pengelolaan. Kebaruan yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode MDS- khusus pada TPA skala perkotaan, di mana berbeda dari studi sebelumnya yang lebih banyak menilai keberlanjutan di tingkat sumber, TPS 3R atau komunitas. Fokus pada fasilitas akhir ini penting karena TPA memegang peran strategis dalam mendukung kebijakan penutupan TPA *open dumping* dan transisi menuju *sanitary landfill* sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013 serta sejalan dengan arah kebijakan pengelolaan persampahan nasional dalam RPJMN 2025–2029 [6]. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi tingkat keberlanjutan TPA Cikundul berdasarkan enam dimensi, mengidentifikasi atribut yang paling sensitif, menguji kestabilan hasil melalui analisis Monte Carlo, dan merumuskan rekomendasi untuk memperkuat aspek teknis operasional, pembiayaan, kelembagaan, peraturan, social/partisipasi masyarakat, dan lingkungan/kesehatan masyarakat agar pengelolaan TPA dapat bergerak menuju kategori berkelanjutan sesuai target nasional.

2. Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Kota Sukabumi berfokus pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Cikundul yang berada di Kecamatan Lembursitu, Kota Sukabumi, Jawa Barat, dengan melibatkan

petugas pengelola persampahan di TPA Cikundul sebagai responden utama. Lokasi site TPA Cikundul dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi TPA Cikundul, Kota Sukabumi
 Sumber: Google Earth, 2026

Metode Penelitian

Penyebaran kuesioner dilakukan secara langsung kepada responden yang memiliki pengalaman dan pemahaman operasional TPA. Data yang terkumpul kemudian diverifikasi, dikodekan, dan disiapkan sebagai input untuk analisis multiatribut. Seluruh rangkaian proses ini diarahkan untuk menghasilkan data yang konsisten dan siap digunakan dalam analisis MDS RAPWASTE untuk menilai status keberlanjutan. Diagram alur penelitian lebih rinci dapat dilihat pada **Gambar 2** di bawah.



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui kuesioner, observasi, dan wawancara dengan pengelola Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) TPA Cikundul Kota Sukabumi. Data sekunder berasal dari dokumen Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi, publikasi BPS, regulasi pengelolaan sampah, dan penelitian terdahulu. Pengambilan sampel menggunakan purposive sampling. Jumlah responden sebanyak 20 orang disesuaikan dengan kondisi bahwa seluruh pengelola UPTD TPA Cikundul yang terlibat langsung dalam operasional dan memahami kondisi lapangan hanya berjumlah 20 orang. Jumlah tersebut tetap dianggap memadai karena metode MDS seperti RAPWASTE / RAPFISH dan turunannya dirancang untuk menggunakan panel kecil selama responden memiliki kompetensi terhadap atribut yang dinilai [7]. Selain itu, penelitian kualitatif menunjukkan bahwa sampel kecil tetap valid apabila memiliki *information power* atau relevansi informasi yang tinggi terhadap tujuan penelitian [8][9]. Dengan demikian, penggunaan 20 responden dianggap cukup untuk menghasilkan penilaian atribut yang konsisten. Seluruh data dianalisis menggunakan MDS RAPWASTE untuk menilai status keberlanjutan TPA Cikundul, termasuk uji leverage dan Monte Carlo untuk memastikan konsistensi hasil.

Tabel 1. Sumber Responden

Responden	Jumlah Responden
Petugas UPTD	5 Orang
Petugas Pengelola TPA	15 Orang

Metode Analisis Data

Analisis keberlanjutan TPA dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *Multidimensional Scaling* (MDS) melalui teknik RAPWASTE yang dikembangkan dari RAPFISH. MDS sendiri adalah alat analisis multivariat untuk mengevaluasi hubungan multidimensional antara objek berdasarkan penilaian atau persepsi tentang kedekatan atau kesamaan antar objek [10]. RAPFISH merupakan sebuah metode MCA (*Multi Criteria Analysis*) yang dioperasikan dengan ordinasi (menempatkan pada urutan atribut yang terukur) menggunakan MDS. MDS-RAPFISH merupakan metode analisis keberlanjutan berbasis *multidimensional scaling* yang digunakan sebagai alat diagnosis cepat (*rapid appraisal*) untuk menilai status keberlanjutan suatu sistem melalui ordinasi berbagai atribut multidimensi secara simultan [11]. Karena dalam analisis ini MDS-RAPFISH digunakan dalam analisis pengelolaan sampah, selanjutnya disebut sebagai metode MDS-RAPWASTE. Dalam praktiknya, RAPWASTE menggunakan bentuk *Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS)*, yaitu varian MDS yang memprioritaskan hubungan peringkat (*rank order*) antar objek daripada mempertahankan jarak absolut [12].

Analisis data dilakukan dengan memastikan konsistensi seluruh tahapan penilaian dan pemodelan dalam MDS RAPWASTE. Proses ini bertujuan menghasilkan indeks keberlanjutan pada enam dimensi penilaian serta mengidentifikasi atribut yang paling berpengaruh [13]. Rincian dimensi dan atribut yang digunakan dalam menentukan tingkat keberlanjutan TPA yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Dimensi dan Atribut Keberlanjutan TPA

Dimensi	Atribut
Teknis Operasional	1. Kecukupan dan kelayakan alat berat
	2. Kompetensi operator/staf
	3. Teknologi dan sistem operasional Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)
	4. Kecukupan lahan
	5. Ketersediaan dan kelayakan zona penyangga
Pembiayaan	1. Biaya penambahan kapasitas sel
	2. Biaya operasional
	3. Biaya pemeliharaan
	4. Biaya retribusi
Kelembagaan	1. Kapasitas SDM pengelola
	2. Bentuk dan struktur lembaga
	3. Legalitas pembentukan
Peraturan	1. Implementasi dan ketersediaan SOP Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)
	2. Implementasi dan ketersediaan dokumen lingkungan
	3. Implementasi dan efektivitas Perda pengelolaan sampah
	4. Tingkat kepatuhan terhadap peraturan
Sosial/Partisipasi	1. Penyerapan tenaga kerja lokal

Dimensi	Atribut
Masyarakat	2. Intensitas sosialisasi dan edukasi pengelolaan sampah 3. Partisipasi masyarakat dalam pengurangan sampah di sumber
Lingkungan/Kesehatan Masyarakat	1. Kondisi dan kinerja (baku mutu efluent) IPL 2. Pengendalian vektor penyakit Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) 3. Kondisi penyaluran lindi dan drainase

Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

Tahapan analisis meliputi:

1. Verifikasi kesiapan data kuesioner, termasuk pengodean skor atribut ke dalam skala *Likert* lima kategori dan penyusunan matriks penilaian tanpa sel kosong;
2. Penerapan MDS melalui Add-in Rappfish untuk memperoleh indeks keberlanjutan, dengan kelayakan model dinilai berdasarkan nilai *S-Stress* yang rendah dan *R-squared* yang tinggi;
3. Pengujian kestabilan model menggunakan analisis Monte Carlo melalui perbandingan antara *Original Score* dan *Monte Carlo Score*, di mana selisih kecil menunjukkan hasil yang stabil;
4. Analisis *leverage* untuk menentukan atribut paling sensitif berdasarkan nilai *Root Mean Square (RMS)*; dan
5. Penyusunan grafik layang-layang disusun dari indeks enam dimensi untuk memetakan posisi kinerja relatif dan mengidentifikasi dimensi yang kuat maupun yang perlu ditingkatkan. Nilai indeks keberlanjutan kemudian diklasifikasikan ke dalam empat kategori, Melalui **Tabel 3** dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai indeksnya maka tingkat keberlanjutannya akan semakin besar pula.

Tabel 3. Kategori Indeks dan Status Keberlanjutan

Nilai Indeks	Kategori	Deskripsi
0 - 25	Buruk	Tidak Berkelanjutan
25,01 - 50	Kurang	Kurang Berkelanjutan
50,01 - 75	Cukup	Cukup Berkelanjutan
75,01 - 100	Baik	Berkelanjutan

Sumber: Yusuf dkk (2021)

3. Hasil dan Pembahasan

Kondisi Eksisting TPA Cikundul

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Cikundul terletak di Kelurahan Situmekar, Kecamatan Lembursitu, Kota Sukabumi. TPA Cikundul memiliki luas lahan sebesar 10,7 ha yang telah beroperasi sejak tahun 1994. Hingga saat ini, terdapat dua lokasi pembuangan yang telah digunakan. Lokasi lahan pertama dengan luas 5,6 Ha, digunakan sejak tahun 1994 hingga tahun 2008 yang ketinggiannya sudah mencapai 15 meter. Sementara lokasi lahan kedua dengan luas sekitar 1 Ha, beroperasi sejak tahun 2009 sampai sekarang. Usia layan TPA Cikundul dirancang selama 20 tahun dengan sistem *Controlled Landfill*, dan telah mengalami optimalisasi pada tahun 2009. Hingga saat ini, luas lahan efektif tersedia adalah 10,71 Ha dan luas lahan efektif yang digunakan sekitar 9 Ha. Berdasarkan hasil observasi lapangan timbulan sampah yang masuk ke TPA hingga saat ini sekitar 130 ton/hari.

Hasil Analisis MDS RAPWASTE

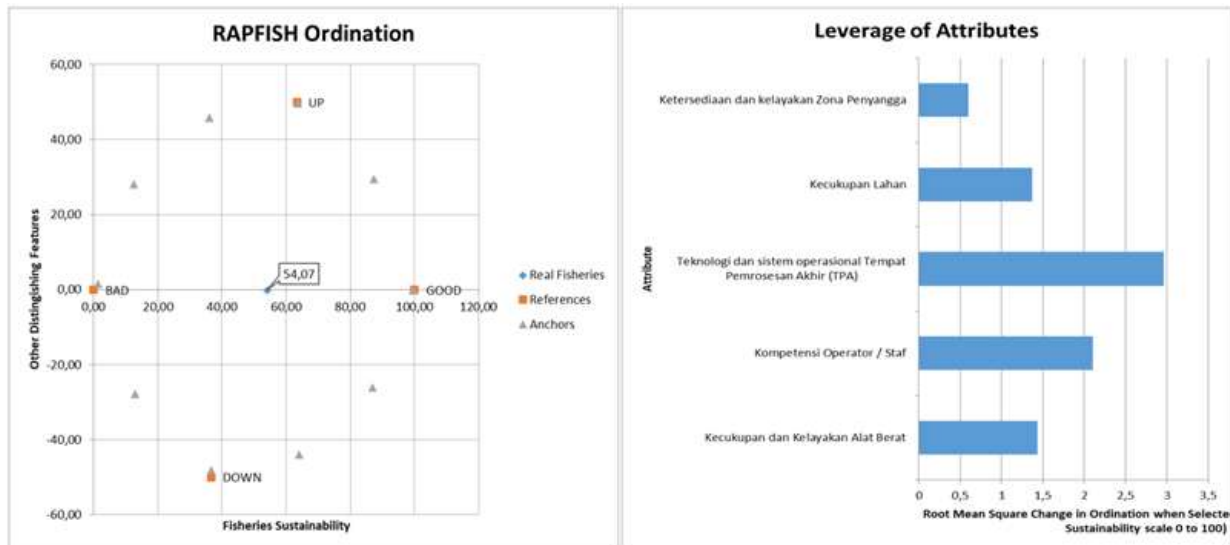
- Proses Pembobotan dan Scoring Atribut

Proses penilaian atribut dalam analisis MDS-RAPWASTE dilakukan menggunakan skala Likert lima tingkat (skor 1–5) yang merepresentasikan kondisi keberlanjutan dari sangat rendah hingga sangat tinggi berdasarkan kondisi aktual TPA Cikundul. Penilaian diberikan oleh 20 responden kunci yang memiliki kompetensi dan keterlibatan langsung dalam pengelolaan TPA. Metode MDS tidak menerapkan pembobotan eksplisit antar atribut, karena seluruh atribut diasumsikan memiliki bobot yang setara. Kontribusi relatif masing-masing atribut terhadap indeks keberlanjutan ditentukan secara implisit melalui proses ordinasi, sedangkan tingkat pengaruh atribut dianalisis menggunakan analisis *leverage (Root Mean Square/RMS)* untuk mengidentifikasi atribut yang paling sensitif dalam menentukan status keberlanjutan.

- Aspek Teknis Operasional

Hasil analisis MDS untuk dimensi teknis operasional menunjukkan persentase nilai indeks keberlanjutan sebesar 54,07 berdasarkan kategori maka dimensi teknis operasional berada pada status Cukup Berkelanjutan. Berdasarkan analisis sensitivitas (*Leverage Analysis*) yang ditunjukkan pada **Gambar 3**, teknologi dan sistem operasional TPA menjadi atribut yang paling berpengaruh, di mana nilai

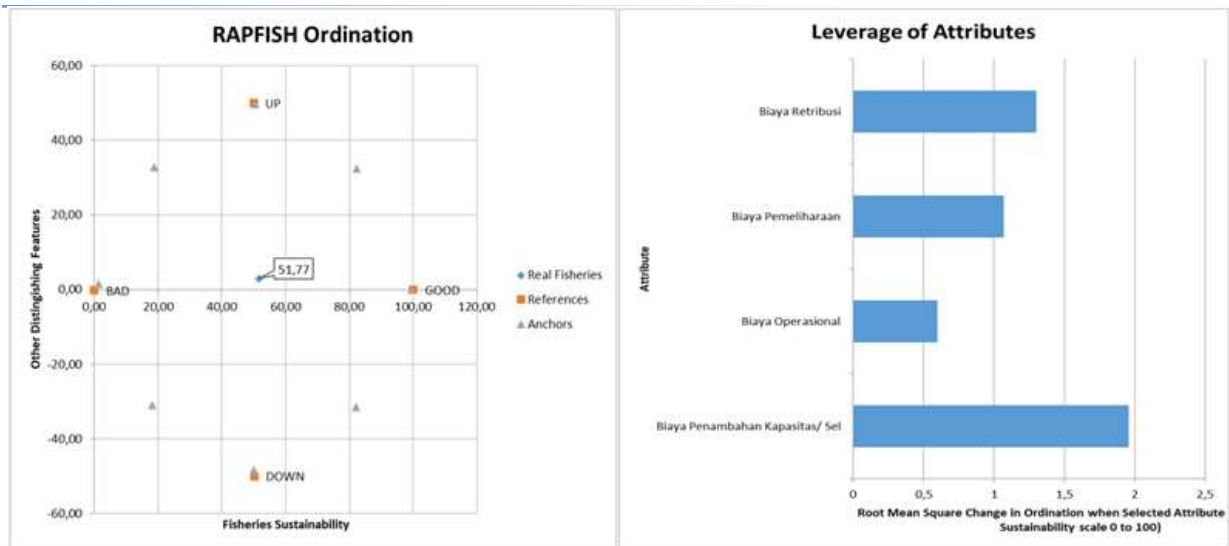
leverage yang tinggi menunjukkan bahwa efektivitas pengolahan sampah masih sangat dipengaruhi oleh kesiapan teknologi serta konsistensi prosedur operasional. Atribut lain dalam dimensi ini yang cukup berpengaruh juga adalah kompetensi operator atau staf juga memberikan kontribusi signifikan. Kemampuan teknis, pelatihan, dan disiplin kerja menjadi faktor penting yang menentukan kualitas pengelolaan harian. Atribut kecukupan lahan serta atribut kecukupan dan kelayakan alat berat turut mempengaruhi, meskipun pada tingkat sedang. Atribut lahan yang terbatas dan alat berat yang tidak optimal dapat menurunkan efisiensi penataan dan pemadatan sampah. Serta atribut ketersediaan dan kelayakan zona penyangga memiliki pengaruh paling kecil, namun tetap perlu mendapat perhatian sebagai bagian dari pemenuhan standar TPA. Hasil ini memperlihatkan bahwa peningkatan kapasitas operator, pemeliharaan alat berat, serta penguatan sistem operasional merupakan langkah kunci untuk memperbaiki keberlanjutan teknis di TPA Cikundul.



Gambar 3. Diagram Ordinasasi *RapAnalysis* dan Analisis Sensitivitas Aspek Teknis Operasional
Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

- *Aspek Pembiayaan*

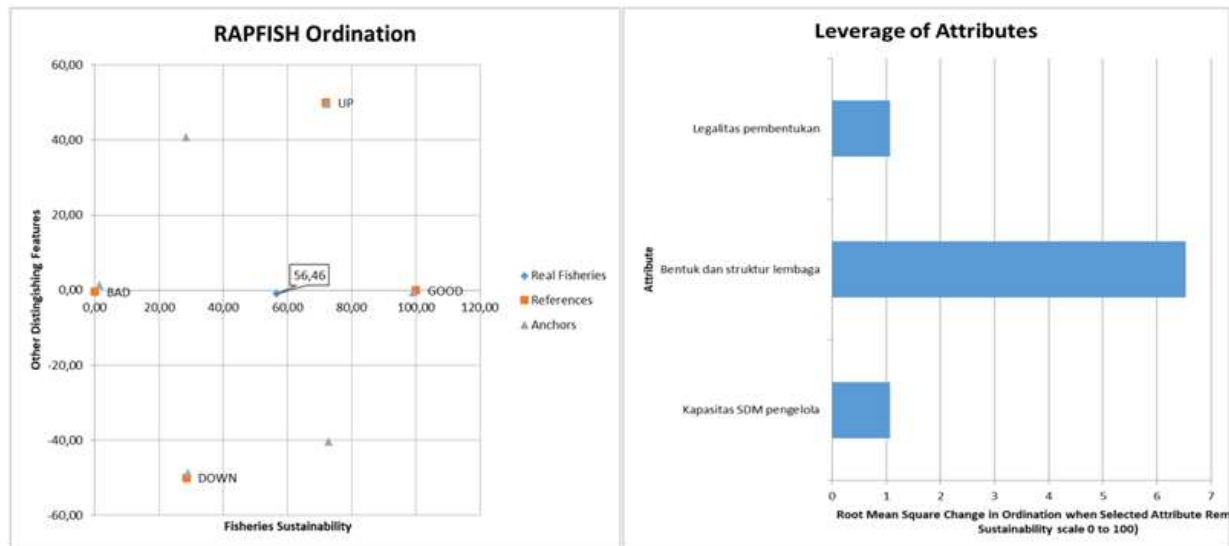
Nilai keberlanjutan dimensi pembiayaan sebesar 51,77, yang menunjukkan kondisi masih berada pada tingkat Cukup Berkelanjutan dan membutuhkan penguatan. Atribut dengan pengaruh paling besar adalah biaya penambahan kapasitas per sel, yang berarti keberlanjutan finansial TPA sangat dipengaruhi kemampuan daerah dalam membiayai perluasan atau pembangunan sel baru. Biaya retribusi dan biaya pemeliharaan juga memberikan pengaruh cukup kuat, sehingga efektivitas pemulihan biaya serta konsistensi perawatan fasilitas menjadi faktor penting. Biaya operasional memberi pengaruh paling rendah, namun tetap relevan karena terkait kebutuhan rutin pengelolaan harian. Hasil ini menunjukkan bahwa keberlanjutan pembiayaan TPA akan meningkat apabila ada pengelolaan retribusi yang lebih efisien, skema pembiayaan yang stabil untuk pemeliharaan, serta perencanaan jangka panjang yang jelas terkait investasi kapasitas TPA.



Gambar 4. Diagram Ordinası RapAnalysis dan Analisis Sensitivitas Aspek Pembiayaan
Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

- Aspek Kelembagaan

Nilai keberlanjutan dimensi kelembagaan berada pada angka 56,46 yang menunjukkan bahwa tata kelola lembaga pengelola TPA Cikundul sudah berjalan cukup baik dan berada pada tingkat cukup berkelanjutan, meskipun masih memiliki ruang yang perlu diperbaiki. Hasil analisis leverage memperlihatkan bahwa atribut yang paling menentukan adalah bentuk dan struktur Lembaga yang berarti kejelasan organisasi, alur kerja, serta pembagian peran masih menjadi kunci utama agar pengelolaan dapat berlangsung lebih efektif. Legalitas pembentukan lembaga juga memiliki pengaruh yang cukup besar. Dasar hukum yang jelas membantu memastikan kewenangan, tanggung jawab, dan dukungan kelembagaan lebih kuat. Sementara itu, kapasitas SDM pengelola memberikan pengaruh yang lebih kecil, namun tetap penting untuk mendukung operasional sehari-hari. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa penguatan struktur organisasi, penataan aspek legalitas, dan peningkatan kapasitas SDM merupakan langkah strategis untuk meningkatkan keberlanjutan kelembagaan TPA Cikundul.

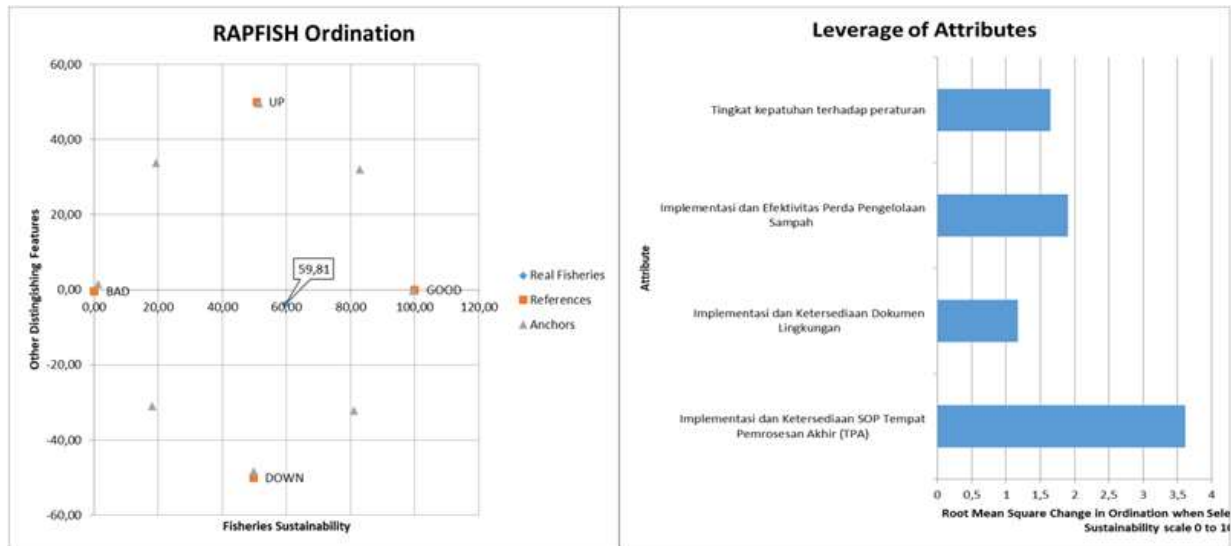


Gambar 5. Diagram Ordinası RapAnalysis dan Analisis Sensitivitas Aspek Kelembagaan
Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

- Aspek Regulasi

Hasil analisis menunjukkan bahwa dimensi regulasi pada TPA Cikundul berada pada kategori cukup berkelanjutan dengan nilai indeks 59,81. Nilai ini menggambarkan bahwa kerangka regulasi sudah tersedia namun pelaksanaannya belum berjalan optimal. *Leverage analysis* menunjukkan bahwa atribut yang paling berpengaruh adalah implementasi dan ketersediaan SOP pemrosesan akhir. Atribut ini memiliki sensitivitas tertinggi karena SOP menjadi pedoman utama yang mengatur proses teknis

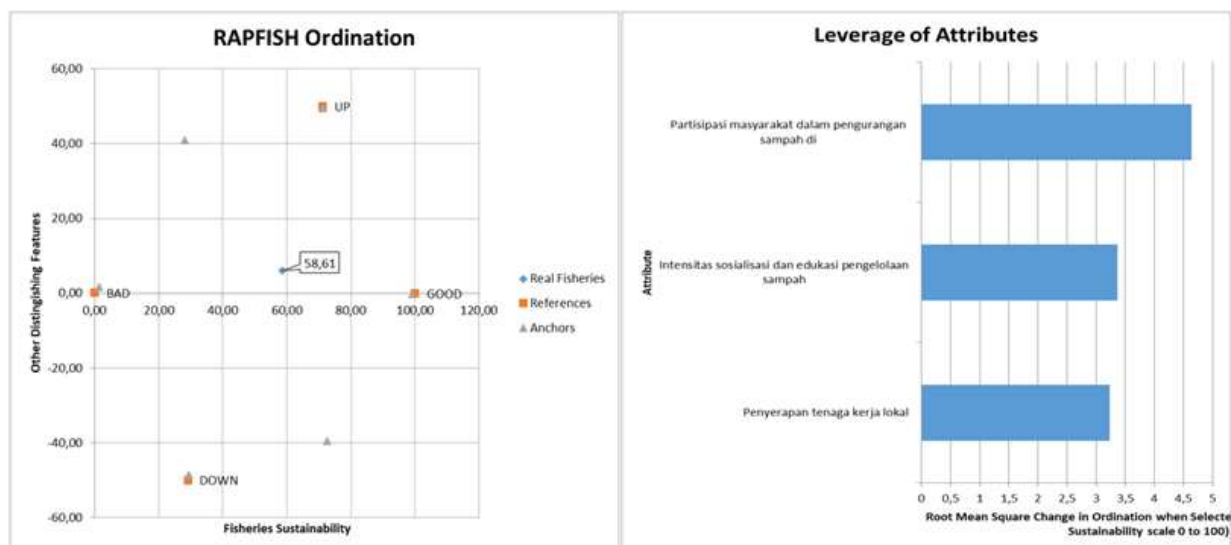
pengolahan sampah di TPA. Tanpa SOP yang jelas dan diterapkan secara konsisten, kualitas operasional sulit dijaga. Atribut kedua yang sensitif adalah implementasi dan efektivitas Perda Pengelolaan Sampah. Perda yang tidak dijalankan dengan baik berpengaruh langsung terhadap kinerja regulasi. Diikuti oleh tingkat kepatuhan terhadap peraturan yang juga mempengaruhi efektivitas kebijakan di lapangan. Sementara itu, atribut dokumen lingkungan memiliki pengaruh paling rendah dibandingkan atribut lain, meskipun tetap diperlukan sebagai dasar administratif. Secara keseluruhan, peningkatan keberlanjutan regulasi dapat dicapai dengan memperkuat implementasi SOP, memastikan efektivitas Perda, dan meningkatkan kepatuhan terhadap aturan pengelolaan TPA yang belum diterapkan di TPA Cikundul Kota Sukabumi.



Gambar 6. Diagram Ordinası RapAnalysis dan Analisis Sensitivitas Aspek Regulasi
Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

- Aspek Sosial/ Partisipasi Masyarakat

Dimensi sosial TPA Cikundul memiliki indeks keberlanjutan 58,61, yang berarti cukup berkelanjutan. Atribut yang paling menentukan adalah partisipasi masyarakat dalam pengurangan sampah. Rendahnya keterlibatan masyarakat membuat beban penanganan sampah tetap bertumpu pada TPA. Faktor penting lainnya adalah sosialisasi dan edukasi pengelolaan sampah yang masih terbatas, sehingga perubahan perilaku di tingkat rumah tangga belum optimal. Penyerapan tenaga kerja lokal juga berpengaruh, meskipun dampaknya tidak sebesar dua faktor sebelumnya. Peningkatan partisipasi masyarakat dan perluasan edukasi publik menjadi kunci untuk memperbaiki keberlanjutan dimensi sosial.



Gambar 7. Diagram Ordinası Rap Analysis dan Analisis Sensitivitas Aspek Sosial/ Partisipasi Masyarakat
Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

- Aspek Lingkungan

Indeks keberlanjutan dimensi lingkungan memperoleh nilai 63,45 yang menunjukkan kondisi cukup berkelanjutan dan menjadi aspek yang memiliki nilai paling tinggi dibanding dimensi lainnya. Nilai ini menunjukkan bahwa pengelolaan lingkungan di TPA Cikundul Kota Sukabumi sudah berjalan, berkelanjutan, namun belum optimal. Atribut yang paling berpengaruh adalah atribut pengendalian vektor penyakit di TPA, di mana atribut ini memiliki tingkat leverage tinggi yang menunjukkan bahwa pengendalian vektor penyakit melalui hewan seperti lalat, tikus, dan vektor lainnya masih perlu ditingkatkan agar risiko kesehatan dapat ditingkatkan. Atribut selanjutnya adalah kondisi penyaluran lindi dan drainase juga memiliki peran besar, di mana jika sistem yang kurang optimal berpotensi menimbulkan pencemaran air tanah dan air permukaan. Atribut terakhir di dimensi ini adalah kondisi dan kinerja IPL memberikan pengaruh kecil, namun tetap penting untuk memastikan kualitas efluen memenuhi baku mutu. Hasil ini memperlihatkan bahwa perbaikan utama perlu difokuskan pada pengendalian vektor dan peningkatan efektivitas sistem pengelolaan lindi agar keberlanjutan lingkungan semakin meningkat.



Gambar 8. Diagram Ordinasasi RapAnalysis dan Analisis Sensitivitas Aspek Lingkungan
Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

- Validitas Hasil Analisis

Hasil analisis keberlanjutan TPA Cikundul menunjukkan nilai stress sekitar 0,17-0,20 dan nilai R² antara 0,91-0,93 seperti yang tercantum dalam Tabel 4. Berdasarkan standar evaluasi model statistik, model dinilai baik apabila nilai stress <0,25 dan R² mendekati 1[14]. Dengan demikian, model dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria pada semua dimensi, sehingga seluruh atribut yang digunakan telah merepresentasikan kondisi aktual TPA Cikundul tanpa memerlukan penyesuaian jumlah atribut.

Tabel 4. Nilai Stress dan R² pada Seluruh Dimensi

Parameter	Dimensi					
	Teknis	Pembiayaan	Kelembagaan	Regulasi	Sosial/ Partisipasi Masyarakat	Lingkungan
Stress	0,17	0,19	0,20	0,18	0,20	0,19
R ²	0,93	0,92	0,91	0,92	0,91	0,91

Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

Analisis tingkat kesalahan (Monte Carlo) dilakukan pada enam aspek keberlanjutan untuk menguji ketidakpastian hasil MDS-RAPWASTE. Proses ini menggunakan 25 kali iterasi dengan tingkat kepercayaan 95%, sehingga toleransi kesalahan ditetapkan sebesar 5%. Apabila selisih antara nilai Monte Carlo dan MDS- RAPWASTE kecil, maka tingkat error juga semakin rendah. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada enam aspek di TPA Cikundul, selisih nilai antara kedua metode berada di bawah 5%. Kondisi tersebut menandakan bahwa model layak digunakan untuk menduga indeks atau status keberlanjutan [15]. Dengan demikian, penilaian keberlanjutan pada seluruh aspek dapat dianggap hampir bebas dari kesalahan. Rincian selisih nilai indeks keberlanjutan ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan antara Indeks Keberlanjutan dan Monte Carlo

Aspek	Nilai Keberlanjutan	Monte Carlo	Deviasi
Teknis Operasional	54,07	52,35	1,72
Pembiayaan	51,77	51,95	0,18
Kelembagaan	56,46	53,46	3,00
Regulasi	59,81	57,12	2,69
Sosial/ Partisipasi Masyarakat	58,61	54,18	4,43
Lingkungan	63,45	64,96	1,51

Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

Status Keberlanjutan TPA Cikundul

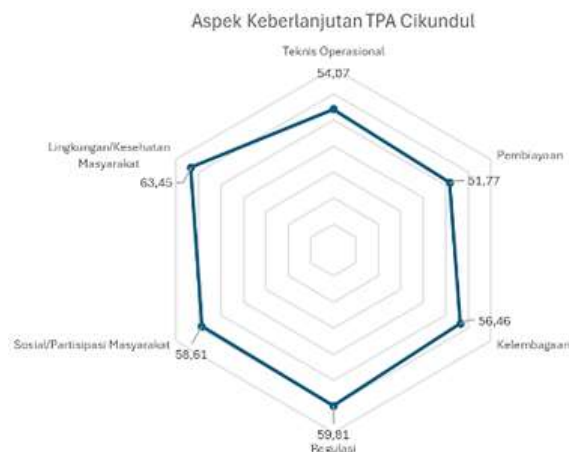
Berdasarkan hasil Rap Analysis dan Analisis Sensitivitas, didapatkan status keberlanjutan untuk keenam aspek seperti yang tercantum pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Kategori Indeks dan Status Keberlanjutan

Aspek	Nilai Keberlanjutan	Status Keberlanjutan
Teknis Operasional	54,07	Cukup Berkelanjutan
Pembiayaan	51,77	Cukup Berkelanjutan
Kelembagaan	56,46	Cukup Berkelanjutan
Regulasi	59,81	Cukup Berkelanjutan
Sosial/ Partisipasi Masyarakat	58,61	Cukup Berkelanjutan
Lingkungan	63,45	Cukup Berkelanjutan

Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

Hasil analisis *Multi Dimensional Scaling* (MDS) melalui pendekatan *Rapwaste* menunjukkan bahwa seluruh dimensi penilaian keberlanjutan TPA Cikundul berada pada kategori **Cukup Berkelanjutan**. Nilai indeks keberlanjutan yang diperoleh berada pada rentang 51,77 sampai 63,45. Grafik layang-layang yang dihasilkan memperlihatkan pola sebaran nilai yang relatif proporsional antar dimensi tanpa adanya dimensi yang berada pada kategori rendah atau sangat rendah.



Gambar 9. Diagram Layang-Layang RAPWASTE TPA Cikundul

Sumber: Hasil kajian dan analisis penulis (2025)

Strategi Kebijakan dalam Peningkatan Keberlanjutan

Untuk mengetahui kebijakan yang sesuai untuk peningkatan keberlanjutan TPA Cikundul, maka dapat dilakukan analisis *Strength, Weakness, Opportunity, Threat* (SWOT) melalui analisis *Leverage*. Analisis SWOT ini digunakan karena kebermanfaatannya dalam proses perencanaan strategi [16]. Untuk mendapatkan bobot tiap faktor yang berpengaruh maka dilakukan analisis *Leverage* untuk seluruh faktor dan *rating* masing-masing faktor didapatkan dari hasil kuesioner yang dalam penelitian ini didapatkan dari pengelola UPTD TPA Cikundul [17]. Strategi keberlanjutan yang dapat diimplementasikan di TPA Cikundul kota Sukabumi secara rinci dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Strategi Keberlanjutan TPA Cikundul Kota Sukabumi

No	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Opportunity</i> (Peluang)	Strategi SO
1	Teknologi dan sistem operasional TPA	Partisipasi masyarakat dalam pengurangan sampah di sumber	Optimalisasi teknologi dan sistem operasional TPA untuk mengurangi beban sampah masuk melalui program pengurangan sampah berbasis masyarakat
2	Implementasi dan Ketersediaan SOP Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)	Intensitas sosialisasi dan edukasi pengelolaan sampah	Integrasi SOP TPA dengan kegiatan edukasi masyarakat untuk meningkatkan pemilahan dan pembuangan sampah yang sesuai standar
3	Bentuk dan struktur lembaga yang kuat	Implementasi Regulasi Pengelolaan Sampah yang mendukung	Memperkuat peran lembaga pengelola TPA melalui pemanfaatan dukungan regulatif Perda untuk memperluas kewenangan dan koordinasi lintas sektor
4	Kompetensi operator/staf yang memadai	Penyerapan tenaga kerja lokal	Penguatan kapasitas teknis melalui pelatihan operator sekaligus membuka ruang bagi masyarakat lokal untuk mendukung operasional TPA
5	Teknologi dan sistem pengendalian lingkungan: pengendalian vektor dan IPL	Sosialisasi dan Edukasi Pengelolaan Sampah	Meningkatkan kinerja pengendalian lingkungan TPA untuk memperkuat kepercayaan publik dan mendukung partisipasi masyarakat
6	Pembiayaan yang relatif stabil untuk operasional dan pemeliharaan	Kebijakan retribusi sampah sebagai potensi peningkatan pendanaan	Mengembangkan skema pembiayaan yang lebih berkelanjutan melalui pemanfaatan peningkatan retribusi dan dukungan fiskal daerah
7	Ketersediaan dan kelayakan zona penyangga serta kecukupan lahan	Program pemerintah terkait peningkatan kualitas lingkungan	Pemanfaatan zona penyangga dan lahan TPA untuk pengembangan fasilitas penunjang seperti RDF, komposting, atau pengolahan residu.

Rekomendasi kebijakan dalam penelitian ini dirumuskan secara lebih spesifik dan operasional dengan mengacu pada atribut-atribut yang memiliki nilai leverage tertinggi. Rekomendasi tersebut meliputi peningkatan teknologi dan sistem operasional TPA secara bertahap menuju sanitary landfill, penyusunan skema pembiayaan jangka menengah untuk penambahan kapasitas sel, penguatan dan penegakan SOP operasional, penataan struktur kelembagaan UPTD TPA agar memiliki kewenangan yang jelas, pengembangan program pengurangan sampah berbasis masyarakat, serta peningkatan pengendalian vektor penyakit dan pengelolaan lindi. Rekomendasi ini diselaraskan dengan arah kebijakan nasional RPJMN 2025–2029 dan target penghapusan praktik open dumping.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, seluruh dimensi berada pada kategori cukup berkelanjutan dengan nilai indeks antara 51,77 hingga 63,45. Dimensi lingkungan menunjukkan kinerja relatif lebih baik, sementara pembiayaan dan teknis operasional masih menjadi aspek yang paling memerlukan perhatian. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa teknologi dan sistem operasional TPA, biaya penambahan kapasitas sel, penerapan SOP, struktur kelembagaan, partisipasi masyarakat, serta pengendalian vektor penyakit merupakan faktor utama yang memengaruhi tingkat keberlanjutan. Uji Monte Carlo memperlihatkan bahwa hasil analisis memiliki tingkat kestabilan yang baik. Secara umum, pengelolaan TPA Cikundul telah memiliki fondasi keberlanjutan yang memadai, namun belum cukup kuat untuk mendukung transisi menuju sistem sanitary landfill. Oleh karena itu, peningkatan keberlanjutan perlu diarahkan pada penguatan pembiayaan, konsistensi penerapan SOP, dan perbaikan tata kelola kelembagaan. Selain itu, strategi peningkatan keberlanjutan perlu mempertimbangkan reformasi pengelolaan sampah secara terintegrasi dari hulu hingga hilir sesuai dengan arah kebijakan RPJMN 2025–2029 dalam Peraturan Presiden Republik

Indonesia Nomor 12 Tahun 2025, yang menekankan penguatan tata kelola persampahan serta penataan lokasi TPA secara terpadu [18].

5. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan penyetaraan jumlah atribut untuk setiap dimensi, sehingga setiap dimensi dapat lebih ideal untuk dianalisis atribut yang paling berpengaruh. Sementara saran untuk pengelola TPA Cikundul dan seluruh pihak yang berkepentingan adalah mengambil langkah dalam melakukan pembenahan dan perbaikan terutama terhadap atribut-atribut yang paling berpengaruh, sehingga dapat meningkatkan keberlanjutan operasional TPA Cikundul.

6. Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup / Badan Pengendalian Lingkungan Hidup. (2025). “*Akhiri Open Dumping Sampah, Bangun Peradaban Harmonis dengan Lingkungan, Alam, dan Budaya*”. <https://www.kemenvh.go.id/news/detail/akhiri-open-dumping-sampah-bangun-peradaban-harmonis-dengan-lingkungan-alam-dan-budaya>. Diakses pada 22 September 2025.
- [2] Enri, D., & Padmi, T. (2018). *Pengelolaan Sampah Terpadu*. Bandung: Penerbit ITB
- [3] Zhou, C., Huang, N., Yang, G., & Ma, S. (2022). *Assessing the sustainability of municipal solid waste management in China 1980–2019*. *Sustainable Horizons*, 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.horiz.2022.100020>.
- [4] Lair, A., Mansuy, M., Romand, C., Oberti, O., Pradels, C., Barina, G., Denoun, T., Venturini, M., & Trommsdorff, C. (2024). *Enhancing landfill efficiency to drive greenhouse gas reduction: A comprehensive study on best practices and policy recommendations*. *Waste Management & Research*, 42(10), 889–900. <https://doi.org/10.1177/0734242X241270951>.
- [5] Sharifi, M., Hadidi, M., Vessali, E., Mosstafakhani, P., Taheri, K., Shahoei, S., & Khodamoradpour, M. (2009). *Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS-based hazardous waste landfill siting in Kurdistan Province, western Iran*. *Waste Management*, 29(10), 2741–2758. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.04.010>.
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- [7] Food and Agriculture Organization. (1999). *Rapid appraisal of fisheries status (RAPFISH)* (FAO Technical Paper). <https://www.fao.org/4/X4175E/X4175E00.pdf>
- [8] Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How many interviews are enough?: An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18(1), 59–82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- [9] Malterud, K., Siersma, V. D., & Guassora, A. D. (2016). Sample size in qualitative interview studies: Guided by information power. *Qualitative Health Research*, 26(13), 1753–1760. <https://doi.org/10.1177/1049732315617444>
- [10] Widyarsana, I. M. W., Aquila, P.P., Massora, R.R., Puspita, T.M.D., (2024). Penilaian Keberlanjutan Tempat Pengolahan Sampah 3R Cipacing Resik dengan Metode Multidimensional Scaling. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(3), 9239-9252. <https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/245>
- [11] Fauzi, A. (2019). *Teknik Analisis Keberlanjutan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [12] Idris, I. H., Narawida, T., Agustin, R. D., Oktaviani, D., Hidayat, M. B. (2023). Analisis RAPFISH pada Studi Keberlanjutan Pembangunan Kawasan Wisata Heritage Kejoetangan di Kota Malang. *Brawijaya Journal of Social Science*, 2(02). 115-129. <https://doi.org/10.21776/ub.bjss.2023.002.02.1>.
- [13] Meuraksa, I., Frinaldi, A., Rembrandt, R., Lanin, D., & Umar, G. (2025). Evaluasi Keberlanjutan Pengelolaan Sampah Kota Padang: Pendekatan Berbasis Kebijakan Publik Melalui Analisis MDS-Rapfish. *Al-Isyraq Jurnal Bimbingan, Penyuluhan, dan Konseling Islam*, Halaman 547 - 564. <https://jurnal.pabki.org/index.php/alisyraq/article/view/975>
- [14] Kavanagh, P. & Pitcher, T. J. (2004). *Implementing Microsoft Excel Software For Rapfish: A Technique For The Rapid Appraisal of Fisheries Status*. The Fisheries Centre, University of British of Columbia, Canada, Research Report 2.
- [15] Yusuf, M., Wijaya, M., Surya, R. A., dan Taufik, I. (2021). *MDS-RAPS Teknik Analisis Keberlanjutan, 1 ed*. Makassar: CV. Tohar Media.

-
- [16] Widyarsana, I Made Wahyu, Abd. Syawal A. Dali, Ayu Ramadhona Ladiajanuarygusdi, Chandra David, and Jessica Ruth Theola., (2024). Strategi Inovatif Dalam Pengelolaan Sampah Berkelanjutan: Analisis SWOT Dan AHP Pada Bank Sampah Induk Sadang Serang, Kota Bandung. *Jurnal Ekologi, Masyarakat Dan Sains* 5 (2): 168-78. <https://doi.org/10.55448/bh.86q117>
- [17] Khairunisa, K., & Widyarsana, I. M. W. W. (2025). Analisis Keberlanjutan Sistem Pengelolaan Sampah Berbasis 3R (Studi Kasus MRF, TPST Kota Hijau, dan Bank Sampah Kota Hijau Balikpapan): Indonesia. *AJIE (Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship)*, 9(03), 198–213. <https://doi.org/10.20885/ajie.vol9.iss3.art6>
- [18] Republik Indonesia. (2025). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025–2029*. Sekretariat Negara.