

PENENTUAN ZONA KELAYAKAN TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) DI KABUPATEN SUMBAWA MENGGUNAKAN ANALISIS SPATIAL MULTI CRITERIA EVALUATION

Nurul Amri Komarudin

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

*Email: nurul.amri@ft.unsika.ac.id

Diterima: 6 /11/2025; Revisi: 1/12/2025; Disetujui: 17/12/25

ABSTRACT

Sumbawa Regency is the district with the largest population on Sumbawa Island. This demographic bonus is in line with the increase in the amount of waste produced. In 2021, the mass of waste produced by Sumbawa Regency will reach 187.04 tons per day. Sumbawa Regency already has a Raberas Final Disposal Site (TPA) with an area of 6 hectares. However, it is necessary to carry out an up-to-date analysis regarding the feasibility of a landfill to handle waste problems in Sumbawa Regency. Therefore, it is necessary to conduct a feasibility study on the landfill based on spatial analysis so that it does not have a negative impact on the surrounding environment. By conducting comprehensive spatial-based research, it is hoped that the Raberas TPA will be feasible or unsuitable based on feasibility criteria analysis. The research results show that the overall feasibility score for Raberas TPA is 740, meaning that based on the feasibility interval class, Raberas TPA is included in the category of TPA whose existence is worthy of consideration. The results of this research can provide benefits for the government in improving the quality of the environment in Sumbawa Regency, especially the people who feel the direct impact related to the TPA feasibility study, so that if the Raberas TPA is deemed to be no longer feasible, then they can minimize the negative environmental impact by building a new landfill that meets the eligibility requirements.

Keywords: Environment, feasibility, spatial, waste

ABSTRAK

Kabupaten Sumbawa merupakan kabupaten dengan jumlah penduduk terbanyak di Pulau Sumbawa. Bonus demografi ini sejalan dengan peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan. Pada tahun 2021, massa sampah yang dihasilkan Kabupaten Sumbawa mencapai 187,04 ton per hari. Kabupaten Sumbawa telah memiliki Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Raberas dengan luas 6 hektar. Namun, perlu dilakukan analisis terkini terkait kelayakan TPA untuk menangani permasalahan sampah di Kabupaten Sumbawa. Maka, perlu dilakukan studi kelayakan TPA berbasis analisis spasial agar tidak menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan sekitar. Dengan melakukan penelitian yang komprehensif berbasis analisis spasial, diharapkan dapat ditentukan hasil layak atau tidak layak TPA Raberas berdasarkan kriteria kelayakan. Hasil penelitian menunjukkan secara keseluruhan skoring kelayakan TPA Raberas sebesar 740, artinya berdasarkan kelas interval kelayakan, TPA Raberas masuk ke dalam kategori TPA yang keberadaannya layak dipertimbangkan. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pemerintah dalam meningkatkan kualitas lingkungan di Kabupaten Sumbawa, khususnya masyarakat yang merasakan dampak secara langsung terkait studi kelayakan TPA, sehingga jika TPA Raberas dinilai sudah tidak layak, maka dapat meminimalisir dampak negatif lingkungan dengan upaya membangun TPA baru yang memenuhi syarat layak.

Kata Kunci: Kelayakan, lingkungan, sampah, spasial

PENDAHULUAN

Isu terkait sampah telah menjadi primadona yang sering diperbincangkan, baik di tingkat lokal, nasional, maupun global (Zewdie et al., 2023). Menurut Pokja PPAS (2019) sampah merupakan semua buangan yang dihasilkan oleh aktivitas

manusia, hewan, dan alam dimana bersifat padat terdiri atas zat organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Sampah pada umumnya berwujud dalam bentuk sisa makanan (sampah dapur, daun-daunan, ranting pohon,

kertas, plastik, kain bekas, kaleng, debu sisa penyapuan) (Michael, 2013). Sumbawa merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Barat yang mana pada tahun 2021, massa sampah yang dihasilkan mencapai 187,04 ton per hari (DLH NTB, 2019). Hal ini menjadikan Kabupaten Sumbawa sebagai penghasil sampah terbesar keenam di Provinsi Nusa Tenggara Barat dan kedua di Pulau Sumbawa setelah Kabupaten Bima, dan telah menjadi isu yang sedang hangat diperbincangkan. Isu tersebut salah satunya disebabkan oleh pertumbuhan penduduk dan aktivitas pembangunan di Kabupaten Sumbawa yang dapat memicu jumlah sampah dari tahun ke tahun menjadi semakin meningkat (BPS Sumbawa, 2019).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2019, laju angka pertumbuhan penduduk di Kabupaten Sumbawa mengalami peningkatan dari tahun ke tahun pada tahun 2019 jumlah penduduk di Kabupaten Sumbawa mencapai 457.671 jiwa. Menurut Hartabela et al. (2016) rata-rata orang menghasilkan sampah 2,75 – 3,25 liter/orang/hari dan akan terus meningkat sejalan dengan bertambahnya penduduk, meningkatnya kesejahteraan, dan gaya hidup masyarakat. Berdasarkan data kependudukan di Kabupaten Sumbawa, maka volume sampah yang dihasilkan dari tahun 2019 sampai tahun 2039 diperkirakan mencapai 17.823.103,48 m³ (DLH NTB, 2019), sehingga isu tersebut dapat memberikan implikasi meningkatnya tekanan pada pemanfaatan ruang seperti pembangunan prasarana dan sarana persampahan, yang mana sampah dan Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) memerlukan penanganan khusus agar tidak mencemari lingkungan.

Kabupaten Sumbawa telah memiliki TPA yang digunakan sebagai tempat pembuangan akhir salah satunya yaitu TPA Raberas dengan luas 6 hektar yang sudah dibangun sejak 27 tahun silam, akan tetapi sekarang ini TPA tersebut sudah tidak

mampu untuk menangani permasalahan sampah di Kabupaten Sumbawa, hal tersebut dikarenakan keberadaan TPA sampah saat ini lokasinya sudah di dekat pusat kota dan daya tampung lahan TPA sudah tidak memadai lagi sehingga keberadaannya sudah tidak cocok lagi bagi upaya pengelolaan sampah. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan evaluasi kelayakan terhadap TPA Raberas dengan memperhatikan faktor abiotik atau fisik (geologi, geomorfologi, hidrologi, pedologi) dan faktor kultural (sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat) (Anggara, 2012).

Implementasi SMCE dalam Penentuan Kelayakan TPA dapat dilakukan dengan memanfaatkan data spasial seperti peta topografi, peta penggunaan lahan, dan peta risiko bencana yang akan dikombinasikan dengan data non-spasial seperti proyeksi pertumbuhan penduduk dan biaya transportasi sampah. Setelah semua data terkumpul, kriteria-kriteria tersebut dianalisis dan diberi bobot sesuai dengan prioritas (Gorsevski et al., 2012; Elkhachy et al., 2023).

Tujuan dari penelitian ini yaitu, untuk mengevaluasi kelayakan TPA raberas berdasarkan dengan kriteria regional dan penyisih dengan menggunakan analisis spasial. Kelayakan suatu TPA dapat menentukan efektivitas dan efisiensi dalam pengelolaan sampah disutau daerah. keterbatasan lahan merupakan suatu masalah yang sering dijumpai dalam membangun sarana dan prasarana serta utilitas pendukung dalam pelayanan publik seperti TPA. Sehingga evaluasi kelayakan TPA di Kabupaten Sumbawa sangat penting dilakukan.

METODE

Studi ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif yang menitikberatkan pada studi kasus, analisis berbasis spasial digunakan untuk menentukan kelayakan pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Raberas di Kabupaten Sumbawa. Analisis spasial

sebagai penentuan kelayakan dilakukan dengan pendekatan *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE), yaitu metode detil yang digunakan untuk menentukan, mengelola, menganalisis, dan menyajikan data geografis secara komprehensif. Pendekatan ini menunjukkan upaya modernisasi dalam perencanaan dan pengelolaan sampah (Sulistyowati et al., 2024). Faktor-faktor spasial yang digunakan dalam penentuan kelayakan mencakup jarak dari pusat kota, kepadatan penduduk, aksesibilitas, dan dampak

lingkungan. Penggunaan analisis spasial sebagai penentuan kelayakan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pengelolaan sampah di Kabupaten Sumbawa secara efektif. Identifikasi kelayakan berbasis analisis spasial dilakukan dengan pembobotan secara kuantitatif terkait zona layak. Maka ditetapkan kriteria kelayakan regional dan kriteria kelayakan penyisih sebagaimana tampak pada tabel 1 dan 2, kemudian kelas interval kelayakan TPA di tampilkan pada tabel 3.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Regional

No	Parameter	Bobot	Nilai
1	Kemiringan Lereng		
a.	0-20%	5	3
b.	>20%		1
2	Kondisi Geologi		
a.	Tidak berada di zona sesar aktif	4	3
b.	Berada di zona sesar aktif		1
3	Jarak Terhadap Badan Air		
a.	>100 m	3	3
b.	<100 m		1
4	Jarak terhadap Pemukiman		
a.	>1500 m	5	3
b.	<1500 m		1
5	Kawasan Budidaya Pertanian		
a.	>150 m dari kawasan budidaya	3	3
b.	<150 m dari kawasan budidaya		1
6	Kawasan Lindung		
a.	Di luar kawasan lindung	2	3
b.	Di dalam kawasan lindung		1
7	Jarak terhadap Perbatasan Daerah		
a.	>1000 m	5	3
b.	<1000 M		1

Sumber: Pokja PPAS (SNI 03-3241-1994)

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Penyisih

No	Parameter	Bobot	Nilai
1	Intensitas Curah Hujan		
a.	<500 mm/tahun	5	3
b.	500-1000 mm/tahun		2
c.	>1000 mm/tahun		1
2	Kondisi Geologi		
a.	Tidak ada bahaya banjir	4	3
b.	Kemungkinan banjir > 25 tahunan		2
c.	Kemungkinan banjir < 25 tahunan		1

Sumber: Pokja PPAS (SNI 03-3241-1994)

Tabel 3. Kelas interval kelayakan TP

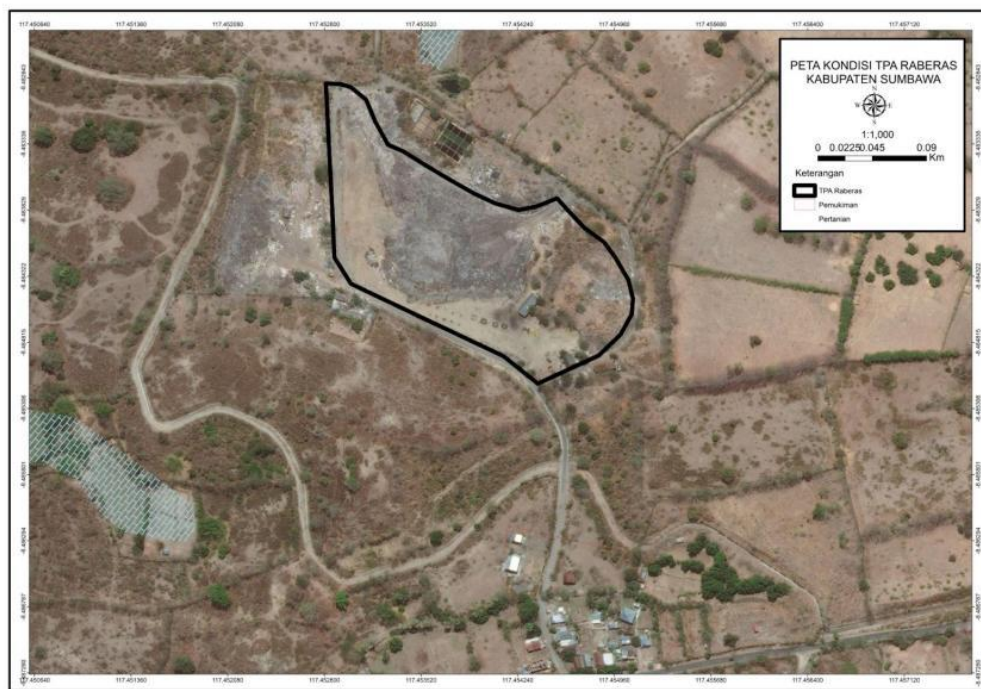
Kelas	Nilai	Evaluasi Kelayakan
1	360-600	Tidak Layak
2	601-840	Layak dipertimbangkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Studi

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Raberas merupakan salah satu TPA yang masih beroperasi di Kabupaten Sumbawa, letaknya berada di Jalan Lintas Raberas-Moyo Utara, Kelurahan Seketeng, yang memiliki luas sekitar 6 Hektar, dan dapat menampung 17.096,64 Ton sampah setiap

harinya (DLH NTB, 2019). Berdasarkan hasil survei awal TPA Raberas ini telah dibangun sejak 27 tahun silam dan keberadaannya sekarang dinilai oleh masyarakat sekitar terlalu dekat dengan pemukiman penduduk, sehingga mengganggu lingkungan dan kesehatan warga setempat. Analisis kondisi sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Raberas menggunakan citra untuk mengetahui jarak dari setiap kriteria sebagaimana tampak pada Gambar 1.

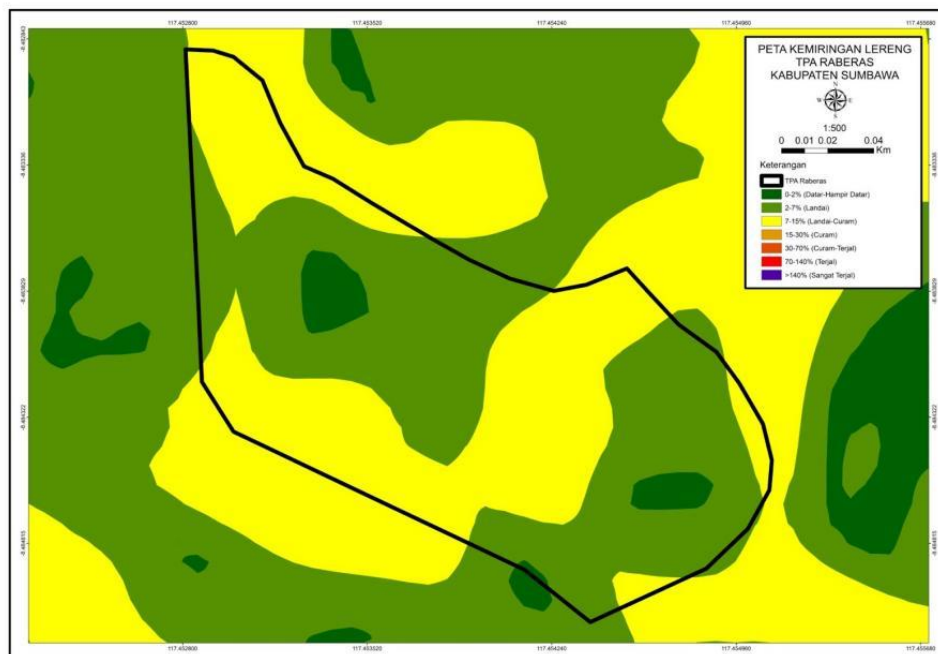


Gambar 1. Peta lokasi TPA Raberas

Evaluasi kelayakan TPA Raberas berdasarkan Kriteria Regional dan Penyisih

Analisis kelayakan TPA Raberas dilakukan dengan memberikan penilaian atau skoring berdasarkan kriteria regional meliputi (parameter kemiringan lereng, kondisi geologi, jarak terhadap sumber atau badan air, kondisi geologi, jarak terhadap pemukiman, kawasan budidaya, kawasan lindung, jarak terhadap perbatasan daerah),

dan kriteria penyisih meliputi (parameter intensitas hujan dan bahaya banjir). Kemudian hasil skoring di jumlahkan dan di overlay dengan bantuan aplikasi Arcmap terkait dengan kelayakan TPA tersebut. Analisis ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan lokasi dari seluruh parameter yang berlaku di pedoman SNI03-3241-1994 baik dari Aspek fisik, sosial dan lingkungan. Kemudian hasil skoring pada kedua tahap tersebut di overlay untuk mendapatkan hasil Evaluasi Kelayakan TPA Raberas.



Gambar 2. Peta kondisi kemiringan lereng TPA Raberas

Gambar 2 merupakan visualisasi spasial kondisi kemiringan lereng TPA Raberas. Kemiringan lereng diperoleh dari pengolahan citra satelit menggunakan Digital Elevation Model (DEM). Hasil analisis menunjukkan bahwa lereng di area TPA Raberas berkisar antara 0–20%, yang dikategorikan sebagai lahan datar hingga agak curam menurut klasifikasi Van Zuidam (1985) dalam Sherman et al. (1988). Kondisi ini tergolong sesuai untuk kegiatan pengelolaan sampah karena masih memungkinkan pembangunan infrastruktur penunjang dengan risiko erosi yang relatif rendah.

Dari aspek geologi, TPA Raberas tidak berada pada zona sesar aktif sehingga relatif aman dari potensi bahaya geotektonik (Putra et al., 2021). Sementara itu, jarak lokasi terhadap badan air utama tercatat lebih dari 100 meter, menunjukkan potensi pencemaran air yang rendah (Astono et al., 2020). Analisis jarak terhadap permukiman menunjukkan bahwa lokasi TPA Raberas berada kurang dari 1.500 meter dari area hunian warga. Kedekatan ini berpotensi menimbulkan gangguan lingkungan, seperti bau dan vektor penyakit, yang dapat berdampak

terhadap kesehatan masyarakat sekitar (Axmalia et al., 2020). Selain itu, jarak terhadap kawasan budidaya pertanian kurang dari 150 meter, yang menandakan potensi risiko pencemaran tanah dan air di lahan pertanian sekitar cukup tinggi (Axmalia et al., 2020).

Dari sisi konservasi, lokasi TPA Raberas berada di luar kawasan lindung sehingga tidak mengancam keanekaragaman hayati maupun fungsi ekosistem di area konservasi. Adapun jarak terhadap batas administrasi daerah lebih dari 1.000 meter, yang berarti risiko konflik kewilayahan relatif kecil dan kegiatan operasional pengelolaan sampah dapat dilaksanakan secara optimal (Manurung et al., 2020).

Berdasarkan data Kecamatan Sumbawa Dalam Angka (2023), rata-rata curah hujan tahunan di wilayah tersebut mencapai 1.290 mm/tahun. Artinya, intensitas curah hujan di sekitar TPA Raberas tergolong tinggi (>1.000 mm/tahun). Kondisi ini perlu mendapat perhatian karena dapat mempercepat pembentukan lindi dan meningkatkan risiko pencemaran apabila sistem drainase tidak dirancang dengan baik. Selain itu,

berdasarkan catatan kejadian banjir tahunan di Kelurahan Seketeng, lokasi sekitar TPA Raberas termasuk daerah dengan frekuensi banjir cukup tinggi akibat pendangkalan saluran induk. Dengan demikian, potensi bahaya banjir di area ini dikategorikan pada periode ulang <25 tahunan, menunjukkan perlunya mitigasi risiko melalui peningkatan kapasitas drainase dan sistem penyaluran air hujan.

Tabel 4 menunjukkan evaluasi kelayakan TPA Raberas berdasarkan skoring kriteria regional dan penyisih yang mengacu pada pedoman SNI03-3241-1994. Berdasarkan tabel 4, dari sembilan

parameter lima diantaranya bisa dikatakan layak karena sesuai dengan kriteria kelayakan sehingga memiliki nilai 3, kelima parameter tersebut adalah kondisi kemiringan lereng, kondisi geologi, jarak TPA terhadap badan air, kawasan lindung dan perbatasan daerah. Sedangkan empat parameter lainnya yang belum layak sesuai kriteria kelayakan dan bernilai 1 diantaranya masih dekatnya jarak TPA dari kawasan budidaya, kemudia terlalu dekatnya TPA dengan pemukiman warga, tingginya intensitas curah hujan dan daerah sekitar TPA rawan terhadap banjir.

Tabel 4. Evaluasi Kelayakan TPA Raberas Berdasarkan Kriteria Regional & Penyisih

No	Parameter	Kriteria Kelayakan	Nilai	Bobot	Skor Akhir
Kriteria Regional					
1	Kemiringan Lereng	0-20%	3	5	15
2	Kondisi Geologi	Tidak berada pada zona sesar aktif	3	4	12
3	Jarak terhadap Badan Air	>100 meter	3	3	9
4	Jarak dari Kawasan Budidaya	<150 meter	1	5	5
5	Jarak terhadap pemukiman	< 1500 meter	1	3	3
6	Kawasan Lindung	Berada di luar Kawasan Lindung	3	2	6
7	Jarak Terhadap Perbatasan Daerah	> 1000 meter	3	5	15
Total Skor x 10					650
Kriteria Penyisih					
1	Intensitas Curah Hujan	>1000 mm.tahun	1	5	5
2	Bahaya Banjir	<25 tahunan	1	4	4
Total Skor x 10					90
Total Skor kriteria regional dan Penyisih					740

Sumber: Data diolah (2024); Digital Evaluatin Model (2024)

Tabel 5 menunjukkan total skor TPA Raberas berdasarkan skoring kriteria regional dan penyisih yang mengacu pada pedoman SNI03-3241-1994. Berdasarkan

tabel 5 secara keseluruhan skoring yang di dapat adalah sebesar 740, artinya sesuai dengan kelas interval kelayakan TPA, TPA Raberas masuk kedalam keategori TPA

yang keberadaannya layak dipertimbangkan, dari sembilan parameter penilaian, lima parameter sudah layak dan empat parameter masih harus dievaluasi atau diperbaiki agar lokasi TPA dapat dikatakan layak.

Tabel 5. Total Skor TPA Raberas berdasarkan Kelas interval kelayakan TPA

Kelas	Nilai	Evaluasi Kelayakan	Total Skor TPA Raberas
1	360-600	Tidak Layak	740 (Layak dipertimbangkan)
2	601-840	Layak dipertimbangkan	
3	841-1080	Layak	

Sumber: Data diolah (2024) (SNI 03-3241-1994)

KESIMPULAN

Setelah dilakukan evaluasi kelayakan dalam bentuk skoring pada TPA Raberas di Kabupaten Sumbawa dengan menggunakan analisis spasial dan analisis kelayakan berdasarkan kriteria regional dan kriteria penyisih yang mengacu pada pedoman SNI03-3241-1994, dapat disimpulkan bahwa TPA Raberas masuk kedalam kategori TPA yang keberadaannya layak dipertimbangkan, dari sembilan parameter penilaian, lima parameter sudah layak dan empat parameter masih harus dievaluasi atau diperbaiki agar keberadaannya menjadi layak berdasarkan SNI 03-3241-1994. Oleh karena beberapa hal yang harus diperbaiki agar lokasi TPA dapat dikatakan layak adalah mempertimbangan jarak TPA dengan kegiatan budidaya pertanian dan pemukiman agar tidak terlalu dekat masing-masing jaraknya harus diatas 150 meter dan 1500 meter dari TPA, kemudian karena curah hujan >1000 mm/tahun penting untuk dibuat saluran *drainase* yang baik untuk meminimalisir terjadinya genangan atau banjir.

REFERENSI

- Anggara, O. 2021. Penentuan Alternatif Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kota Bandar Lampung Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 5(1), 112–122.
<https://doi.org/10.29408/geodika.v5i1.3364>.
- Astono, W., Purwaningrum, P., dan Wahyudyanti, R. 2016. Perencanaan tempat pembuangan akhir sampah dengan menggunakan metode sanitary landfill studi kasus: Zona 4 tpa jatiwaringin, kabupaten tangerang. *Indonesian Journal of Urban And Environmental Technology*, 7(1), 7–16.
<https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v7i1.711>.
- Axmalia, A., dan Mulasari, S. A. 2020. Dampak tempat pembuangan akhir sampah (TPA) terhadap gangguan kesehatan masyarakat. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 6(2), 171–176.
<https://doi.org/10.25311/keskom.vol6.iss2.536>.
- BPS. 2019. Badan Pusat statistik Kabupaten Sumbawa. Retrieved June 24, 2024, from <https://sumbawakab.bps.go.id/indikator/12/33/1/jumlah-penduduk-menurut-kecamatan-dan-jenis-kelamin-di-kabupaten-sumbawa.htm>.
- Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutan NTB. 2019. Search. Satu Data NTB. <https://data.ntbprov.go.id/dataset/data-perkiraan-timbulan-sampah-provinsi-ntb>.
- Elkhrachy, I., Alhamami, A., dan Alyami, S. H. 2023. Landfill site selection using multi-criteria decision analysis, remote sensing data, and geographic information system tools in Najran City, Saudi Arabia. *Remote Sensing*, 15(15), 3754.
<https://doi.org/10.3390/rs15153754>.

- Gorsevski, P. V., Donevska, K. R., Mitrovski, C. D., dan Frizado, J. P. 2012. Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average. *Waste Management*, 32(2), 287–296. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.09.023>.
- Hartabela, D., Bakri, N., Syahriyah, D. R., dan Anwar, S. 2016. Sistem Pengolahan Sampah pada Permukiman Industri Studi Kasus: RW 02 dan RW 12 Kelurahan Cigondewah Kaler, Kecamatan Cigondewah, Kota Bandung. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 5(4), 182–186. <https://doi.org/10.32315/jlbi.v5i4.223>.
- Manurung, D. W., & Santoso, E. B. (2020). Penentuan Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah yang Ramah Lingkungan di Kabupaten Bekasi. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2).
- Michael Ajide Oyinloye, M. A. O. 2013. Application of geographical information system (GIS) for siting and management of solid waste disposal in Akure, Nigeria. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 4(2), 6–17. <https://doi.org/10.9790/2402-0420617>.
- Putra, D. P. E., Atmaja, R. R. S., Wilopo, W., dan Hadi, P. 2021. Kajian daya dukung geologi rencana lokasi Tempat Pembuangan Akhir di Desa Botok, Magetan, Jawa Timur. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(1), 14. <https://doi.org/10.22146/mgi.60644>.
- Pokja PPAS. 2019. SNI 03-3241-1994 tata cara pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir sampah. NAWASIS – National Water and Sanitation Information Services. <https://www.nawasis.org/portal/digilib/read/sni-03-3241-1994-tata-cara-pemilihan-lokasi-tempat-pembuangan-akhir-sampah/51438>.
- Sherman, D. J., dan van Zuidam, R. A. 1988. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphological mapping. *Geographical Review*, 78(4), 448. <https://doi.org/10.2307/215100>.
- Sulistyowati, L., Dzulfikar, F.D., Hariyanto, A.D., Pusporini, N., Afrianto, F., Andareswari, N. 2024. Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study in Batu City Indonesia. *Journal of Sustainability Research*, 6(2). <https://doi.org/10.20900/jsr20240017>.
- Zewdie, M. M., dan Yeshanew, S. M. 2023. GIS based MCDM for waste disposal site selection in Dejen town, Ethiopia. *Environmental and Sustainability Indicators*, 18, 100228. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100228>.