

Analisis Kelayakan Lahan untuk TPA Sampah Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Analitycal Hierarchy Process di Kabupaten Sleman

Septiana Tri Handayani and Nurul Khotimah

¹Department of Geography Education, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

(*)corresponding author: : septianatri.2020@student.uny.ac.id

Submitted : 14 July 2025
Accepted : 1 December 2025
Published online : 31 December 2025

Abstrak

Penutupan TPA Sampah Piyungan, belum adanya keberadaan TPA Sampah di Kabupaten Sleman dan tingginya kepadatan penduduk di beberapa kapanewon Kabupaten Sleman mendukung permasalahan sampah semakin meningkat di Kabupaten Sleman. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kelayakan lahan TPA Sampah sesuai dengan parameter fisik berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kabupaten Sleman dan strategi alternatif pengelolaan sampah sebagai tindak lanjut tidak adanya lahan layak untuk TPA Sampah. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dan merupakan penelitian populasi berupa satuan lahan layak di seluruh Kabupaten Sleman. Pengumpulan data melalui observasi, dokumentasi, dan interpretasi peta. Teknik analisis data dilakukan dengan pengharkatan (scoring) dari parameter-parameter fisik dan analisis spasial overlay untuk menggabungkan seluruh parameter, kemudian menentukan keputusan pengelolaan sampah menggunakan metode AHP. Berdasarkan hasil penelitian di Kabupaten Sleman tidak terdapat lahan layak untuk TPA Sampah, dengan klasifikasi kelas tidak layak sebesar 28,71% dan kelas sangat tidak layak sebesar 71,29%. Metode incinerator dan kerjasama dipilih sebagai strategi alternatif pengelolaan sampah terbaik berdasarkan hasil AHP. Temuan penelitian ini berkontribusi terhadap pentingnya perencanaan dan inovasi teknologi pengelolaan sampah berkelanjutan di wilayah tanpa lahan layak untuk TPA Sampah.

Kata Kunci: Kelayakan, TPA Sampah, Pengelolaan Sampah, SIG, AHP

Pendahuluan

Tempat Pembuangan Sampah (TPA) Piyungan disebut melebihi kapasitas dan ditutup permanen, serta pengelolaan sampah didesentralisasikan ke wilayah masing-masing mulai tahun 2024, berdasarkan surat edaran Pemda DIY Nomor 658/11898 pada 19 Oktober 2023. TPA Piyungan menampung sampah dari tiga wilayah yaitu Kabupaten Bantul, Kabupaten Sleman, dan Kota Yogyakarta berdasarkan perjanjian kerjasama antara Pemerintah DIY Nomor 119/03441/2019, Nomor 59/PK/Bt/2019, Nomor 68/PK.KDH/A/2019, dan Nomor 64/PKS.YK/X/2019 tentang Penyelenggaraan Persampahan Regional, bertempat di TPA Piyungan

Bantul sebagai TPA terpilih (Putri., 2019). Berdasarkan data volume sampah di TPA Regional Piyungan tahun 2023 yang menampung sampah dari 3 wilayah dengan rata-rata volume sampah sebesar 499,605 ton/hari atau 179.857,800 ton ditahun 2023, volume sampah terbesar dengan rata-rata 196,769 ton/hari atau 70.836,840 ton/tahun diduduki oleh Kabupaten Sleman setara dengan 39,4%.

Penyumbang sampah terbanyak di DIY pada tahun 2019 juga Kabupaten Sleman, dengan volume sampah sebanyak 255.180 ton timbunan pertahun atau 32% dari total 783.652 ton timbunan sampah DIY. Ditinjau dari jumlah penduduk di DIY, tingginya jumlah penduduk di Kabupaten Sleman sebanyak 1.157.290 jiwa atau 46,48% dari total penduduk DIY sebanyak 2.489.867 jiwa, menjadikan adanya peluang sampah yang dihasilkan penduduk Kabupaten Sleman lebih banyak dari wilayah lain di DIY. Terlebih wilayah ini juga merupakan pusat dari berbagai bidang, seperti pendidikan, kesehatan, serta perekonomian. Tingginya kepadatan penduduk dapat menghasilkan sampah yang semakin tinggi pula (Audina, et al., 2018).

Keberadaan sampah perlu dikelola untuk meminimalisir dampak yang mungkin terjadi. TPA Sampah dengan sistem pengelolaan yang kurang optimal, dapat berdampak pada lingkungan dan respon yang berbeda-beda dari masyarakat sekitar yang dapat menerima risiko berupa dampak negatif yang berisiko pada kehidupan sehari-hari (Amrillah., 2022). Penentuan pemilihan lokasi diperlukan teknik yang lebih mudah dan efektif karena penentuan kesesuaian lahan diperlukan beberapa parameter. Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai basis komputer untuk menganalisis objek geografi, dan dengan mengumpulkan informasi tentang kondisi dan pemanfaatan lahan, salah satunya untuk menganalisis kesesuaian lahan untuk dijadikan TPS Sampah (Utari., 2019).

Suatu pembangunan TPA Sampah dapat dipengaruhi lahan yang terus mengalami perubahan dan pembangunan untuk lahan yang layak, oleh karenanya penelitian ini juga memerlukan alternatif lain dari para ahli untuk menjadi pertimbangan tentang persepsi risiko masyarakat. Melalui metode AHP (Analytical Hierarchy Process) dilakukan untuk menentukan besaran bobot parameter yang digunakan dalam mengambil keputusan. Jenis AHP yang digunakan adalah AHP klasik dengan membandingkan secara berpasangan antar elemen dalam hierarki untuk menentukan bobot relatifnya, menggunakan skala numerik tetap. Pendekatan ini memungkinkan pengambilan keputusan yang logis dan berbasis data untuk mendukung tujuan penelitian.

Menyikapi hal tersebut, dilakukan penelitian tentang zona layak TPA Sampah khususnya di Kabupaten Sleman menggunakan pengolahan melalui SIG untuk mengidentifikasi kesesuaian lahan di Kabupaten Sleman sebagai lokasi penelitian dan untuk mengetahui bagaimana langkah selanjutnya dari para ahli dilakukan analisis melalui AHP. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kelayakan Lahan untuk TPA Sampah Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Analytical Hierarchy Process di Kabupaten Sleman”

Metode

Pengumpulan dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap yakni; Observasi, observasi pada penelitian ini dilakukan pengamatan pada wilayah yang sesuai dengan parameter untuk melengkapi hasil penelitian, Dokumentasi; metode ini dilakukan dengan mengumpulkan data dengan mencatat data yang sudah ada berupa biodata dan informasi lainnya. Teknik dokumentasi pada penelitian ini mengumpulkan data dokumen wilayah Kabupaten Sleman dari dinas DPTR Sleman, PUPESDM DIY, dan BBWS-SO untuk melengkapi hasil penelitian dan interpretasi peta, teknik interpretasi peta pada penelitian ini dilakukan dengan menafsirkan informasi yang ditampilkan peta melalui simbol-simbol peta.

Analisis data dalam penelitian ini teknik pengolahan dan analisis data menggunakan analisis deskriptif dan menggunakan SIG. Adapun analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan penentuan lokasi TPA menggunakan analisis data spasial dan pengharkatan (*scoring*) dari parameter-parameter yang digunakan dalam SNI 19-3241-1994, hasil dari penelitian apabila skor hasil semakin tinggi yang diperoleh maka semakin besar potensi wilayah layak dibangun TPA Sampah. Hasil penelitian juga di-overlay dan buffering. Pengolahan dan analisis data pada penelitian ini meliputi tahap-tahap sebagai berikut yakni; analisis spasial dan pengharkatan. Adapun kriteria pengharkatan ditunjukkan oleh tabel 1, tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 1. Pengharkatan Parameter Lokasi Layak TPA Sampah

| Parameter | | Bobot | Nilai |
|-------------------------------------|---|-------|--------------|
| Faktor Fisik | | | |
| 1. Kemiringan Lereng | Kemiringan lereng < 20% Kemiringan lereng > 20 % | 1 | 3 1 |
| 2. Kondisi Geologi | Tidak berada di zona sesar aktif Berada di zona sesar aktif | 1 | 3 1 |
| 3. Jarak terhadap Badan Air | Jarak badan air > 100 m Jarak badan air < 100 m | 1 | 3 1 |
| Faktor Aksesibilitas | | | |
| 1. Jarak terhadap Lapangan Terbang | Jarak lapangan terbang > 3000 m Jarak lapangan terbang < 3000 m | 1 | 3 1 |
| 2. Jarak terhadap Permukiman | Jarak permukiman > 1500 m Jarak permukiman < 1500 m | 1 | 3 1 |
| 3. Jarak terhadap Perbatasan Daerah | Jarak perbatasan daerah > 1000 m Jarak perbatasan daerah < 1000 m | 1 | 3 1 |
| Faktor Kesesuaian Tata Ruang | | | |
| 1. Kawasan Lindung | Di luar kawasan lindung Di dalam kawasan lindung | 2 | 3 1 |
| Constraint | | | |
| 1. Intensitas Hujan | Intensitas hujan < 500 mm/tahun Intensitas hujan 500 - 1000 mm/tahun Intensitas hujan > 1000 mm/tahun | 3 | 10 5 1 |

Sumber : SNI 19-3241:1994 (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum., 2013)

Penentuan Kelas Kesesuaian Lahan untuk lokasi layak TPA Sampah, menggunakan parameter yang diberi bobot berdasarkan Tingkat pengaruh yang mungkin terjadi yang kemudian dilakukan pertimbangan dalam Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Kelas Kesesuaian Lahan untuk Lokasi TPA Sampah

| No. | Parameter Penentu Lokasi TPA Sampah | Bobot | Nilai | | | |
|------------------------|-------------------------------------|-------|-------|---|---|----|
| | | | 1 | 3 | 5 | 10 |
| I. Faktor Fisik | | | | | | |
| 1. | Kemiringan Lereng | 1 | 1 | 3 | | |

| | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2. Kondisi Geologi | 1 | 1 | 3 | |
| 3. Jarak Badan Air | 1 | 1 | 3 | |
| II. Faktor Kerawanan Bencana | | | | |
| 1. Jarak Lapangan Terbang | 1 | 1 | 3 | |
| 2. Jarak Per Mukiman | 1 | 1 | 3 | |
| 3. Jarak Perbatasan Daerah | 1 | 1 | 3 | |
| III. Faktor Kesesuaian Tata Ruang | | | | |
| 1. Kawasan Lindung | 2 | 2 | 6 | |
| IV. Constraint | | | | |
| 1. Intensitas Hujan | 3 | 3 | 15 | 30 |
| Jumlah | 11 | 11 | 24 | 15 |
| TOTAL NILAI | | | | 80 |

Sumber Tabel : SNI 19-3241:1994 (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum., 2013)

Proses penggabungan hasil data parameter-parameter yang kemudian di overlay akan menghasilkan kesesuaian lahan untuk lokasi TPA, klasifikasi penilaian menggunakan rumus (1) dan dalam Tabel 3 sebagai berikut:

$$Ki = \frac{(jumlah harkat tertinggi - jumlah harkat terendah)}{jumlah kelas yang diinginkan} \quad (1)$$

$$Ki = \frac{(80-11)}{3} = 23$$

Tabel 3. Kelas Kesesuaian Lahan untuk Lokasi TPA Sampah

| Kelas | Nilai | Tingkat Ketersediaan |
|-------|-------------|----------------------|
| I | > 66.3 | Sangat Layak |
| II | 52.5 – 66.2 | Layak |
| III | 38.7 – 52.4 | Kurang Layak |
| IV | 24.9 – 38.6 | Tidak Layak |
| V | < 24.8 | Sangat Tidak Layak |

Sumber : Data Pengolahan 2024

Area Penelitian

Kabupaten Sleman dengan luas wilayah 574,82 km² terletak di tengah Pulau Jawa, dengan letak secara geografis berada pada 7o34'51" LS-110o13'00" BT hingga 7o47'03" LS-110o33'00" BT. Wilayah Kabupaten Sleman terbagi atas 17 Kapanewon dengan wilayah paling kecil berada di Kapanewon Berbah sebesar 4,00% dan wilayah terluas berada di Kapanewon Cangkringan sebesar 8,35%. Kabupaten Sleman memiliki topografi yang beragam, didominasi pada ketinggian 0-250 m dengan luas area 62,14%, adapun ketinggian dengan persentase area terkecil adalah ketinggian 2.500-2.900 m dengan luas area sebesar 0,05%. Keberagaman ketinggian wilayah ini dipengaruhi oleh struktur wilayah Kabupaten Sleman yang berada pada lereng hingga kaki Gunung Merapi.

Kabupaten Sleman memiliki kondisi geologi dan hidrologi yang beragam, kondisi geologi yang dimaksud adalah keberadaan gunung dan ancaman bahaaya geologi lainnya, sedangkan kondisi hidrologi terkait keberadaan sungai-sungai di Kabupaten Sleman memiliki luas dan lokasi yang berbeda-beda sehingga keberadaannya dapat berdampak positif dan juga berdampak negatif. Kabupaten Sleman memiliki rata-rata suhu sebesar 27,93°C pada tahun 2023, dengan rata-rata suhu terendah sebesar 26,80°C pada Bulan Juli dan suhu tertinggi sebesar 29,20°C pada Bulan Oktober. Kelembaban udara terendah sepanjang tahun 2023 sebesar 66,90% terjadi pada Bulan September dan kelembaban udara tertinggi sebesar 80,30% yang terjadi pada Bulan Februari, serta rata-rata kelembaban sebesar 73,58% sepanjang tahun 2023. Tekanan udara sepanjang tahun

2023 dengan tekanan terendah sebesar 988,1 mbar pada Bulan Februari dan tekanan tertinggi sebesar 992,3 mbar pada Bulan Agustus, serta rata-rata tekanan udara sebesar 990,34 mbar sepanjang tahun 2023. Curah hujan pada tahun 2023 dengan rata-rata terendah sebesar 0,9 mm/bulan pada Bulan September dan rata-rata curah hujan tertinggi sebesar 356,1 mm/bulan yang terjadi pada bulan Februari, serta rata-rata curah hujan tahunan sebesar 154,63 mm/bulan sepanjang tahun 2023. Penyinaran matahari dengan rata-rata penyinaran terendah yang terjadi pada Bulan Februari sebesar 3,6/jam dan penyinaran tertinggi sebesar 8,5/jam terjadi pada Bulan Oktober, serta rata-rata penyinaran matahari tahunan sebesar 6,04/jam sepanjang tahun 2023.

Komposisi penduduk Kabupaten Sleman tahun 2023 memiliki rata-rata rasio penduduk sebesar 98,10 ribu penduduk Kabupaten Sleman pada tahun 2023. Penduduk Kabupaten Sleman sepanjang tahun 2023 dengan persentase terendah berada pada Kapanewon Cangkringan dengan persentase sebesar 2,75% dan persentase tertinggi di Kapanewon Depok dengan persentase sebesar 11,66%. Kepadatan penduduk di Kabupaten Sleman terendah berada di Kapanewon Cangkringan dengan kepadatan penduduk sebesar 662,70 ribu penduduk per-km² dan kepadatan tertinggi berada di Kapanewon Depok dengan kepadatan penduduk sebesar 3.795,11 ribu penduduk per-km², serta jumlah kepadatan penduduk di Kabupaten Sleman pada tahun 2023 sebesar 2.013,31 ribu penduduk per-km².

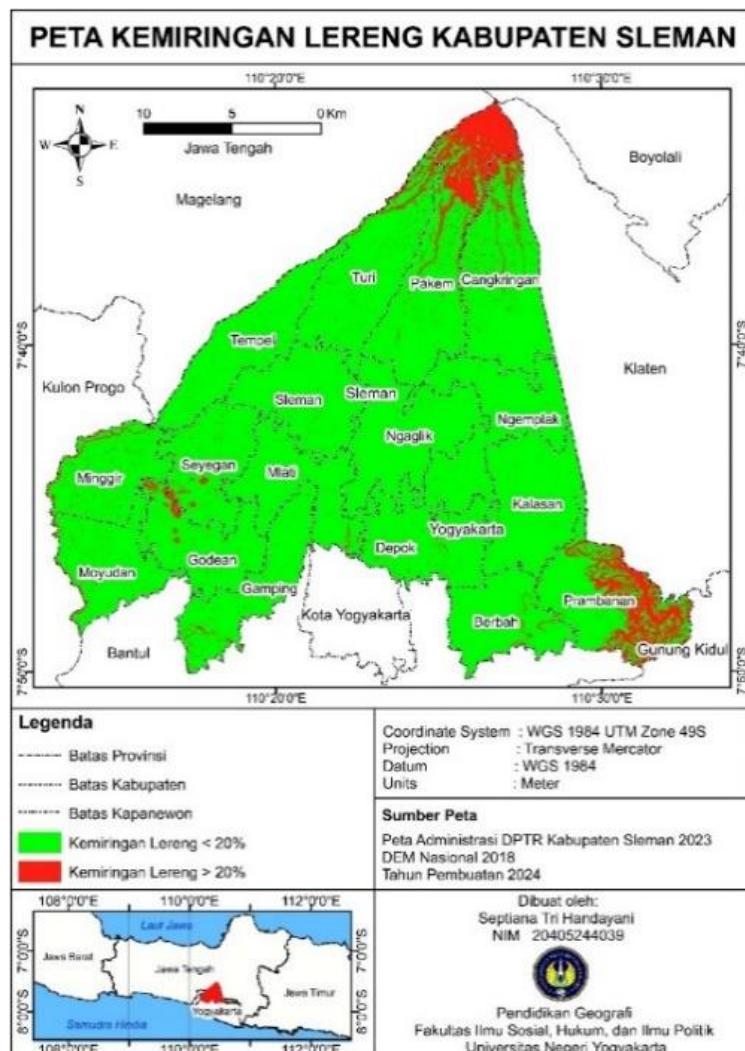
Gambar 1. Peta Kemiringan Lereng di Kapanewon Imogiri



Hasil

Lokasi layak TPA Sampah menggunakan SIG di Kabupaten Sleman

Kemiringan lereng terbagi 2 sesuai syarat lokasi TPA seperti yang ditunjukkan pada tabel 4. Syarat lokasi TPA Sampah adalah lokasi dengan kerimingan kurang dari 20% sebagai lokasi layak yang ditunjukkan area berwarna hijau dan kemiringan lebih dari 20% sebagai lokasi yang tidak layak yang ditunjukkan area berwarna merah. Tabel 4, menunjukkan bahwa lokasi dengan kemiringan lereng kurang dari 20% mendominasi wilayah Kabupaten Sleman dimulai dari lereng hingga kaki Gunung Merapi dengan luas area sebesar 91,95% dan wilayah dengan kemiringan lereng lebih dari 20% lebih sedikit sebesar 8,05% yang berada di puncak Gunung Merapi dan di beberapa bukit di wilayah sebelah timur yaitu Kapanewon Prambanan, serta wilayah sebelah barat di Kapanewon Minggir, Seyegan, dan Godean. Tabel 4 menunjukkan bahwa wilayah dengan kemiringan lereng <20% memiliki nilai 3 dan wilayah dengan kemiringan lereng >20% memiliki nilai 1.



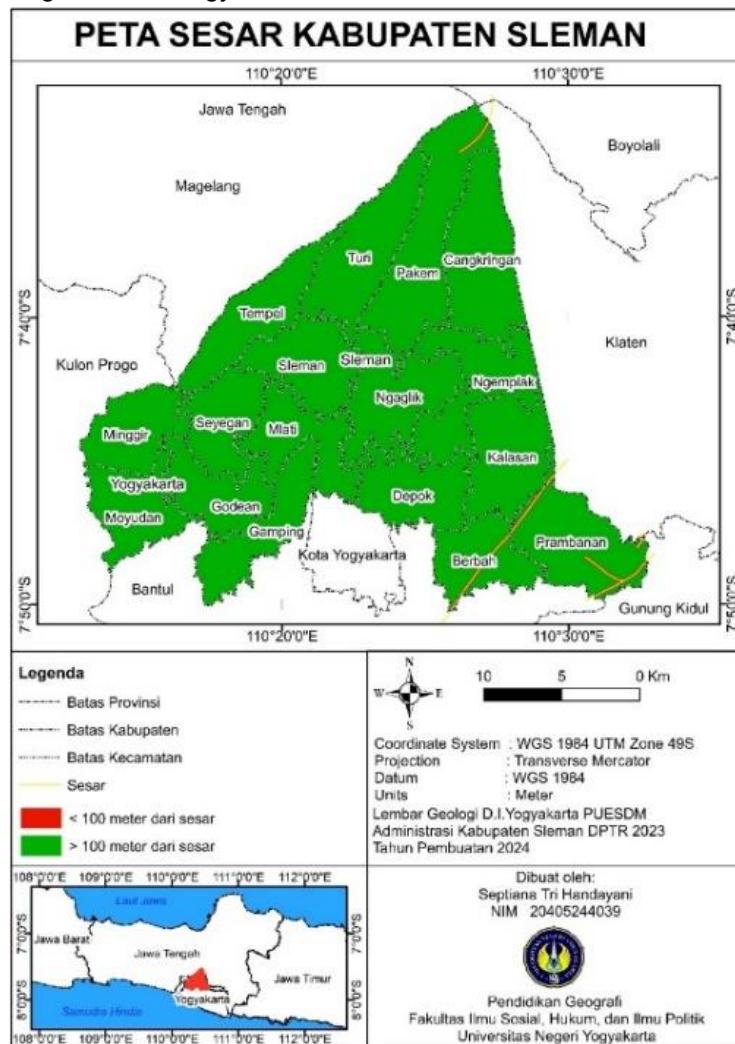
Gambar 1. Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Sleman

Tabel 4. Hasil Kemiringan Lereng Kabupaten Sleman

| No. | Kemiringan (%) | Luas (Ha) | % |
|---------------|------------------|------------|---|
| < 20 | 52.804,94 | 91,95 | |
| > 20 | 4.621,10 | 8,05 | |
| Jumlah | 57.426,04 | 100 | |

Sumber: Data Penelitian, 2024

Kabupaten Sleman terletak pada beberapa sesar yang terletak di puncak Gunung Merapi dan Kapanewon Kalasan, berbah, dan Prambanan. Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, yaitu dengan membagi jarak aman dari lokasi sesar dengan buffer berjarak 100 meter dari lokasi sesar sebagai lokasi tidak layak dengan ditunjukkan dengan area berwarna merah dan lebih dari 100 meter sebagai lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau. Berdasarkan Tabel 5, terdapat lokasi tidak layak sebesar 0,76% dan lokasi layak seluas 99,24% sebagai area yang mendominasi wilayah Kabupaten Sleman. Tabel 5 menunjukkan bahwa jarak 100 meter dari lokasi sesar memiliki nilai 1 dan jarak aman >100 meter dari lokasi sesar memiliki nilai 3. Berdasarkan Gambar 2, yang didapat dari Peta Bahaya Tanah Longsor Kabupaten Sleman 2021 bersumber dari RDTR dan Peta Geologi Lembar Yogyakarta tahun 1995 bersumber dari PUPESDM DIY.



Gambar 2. Peta Geologi Kabupaten Sleman

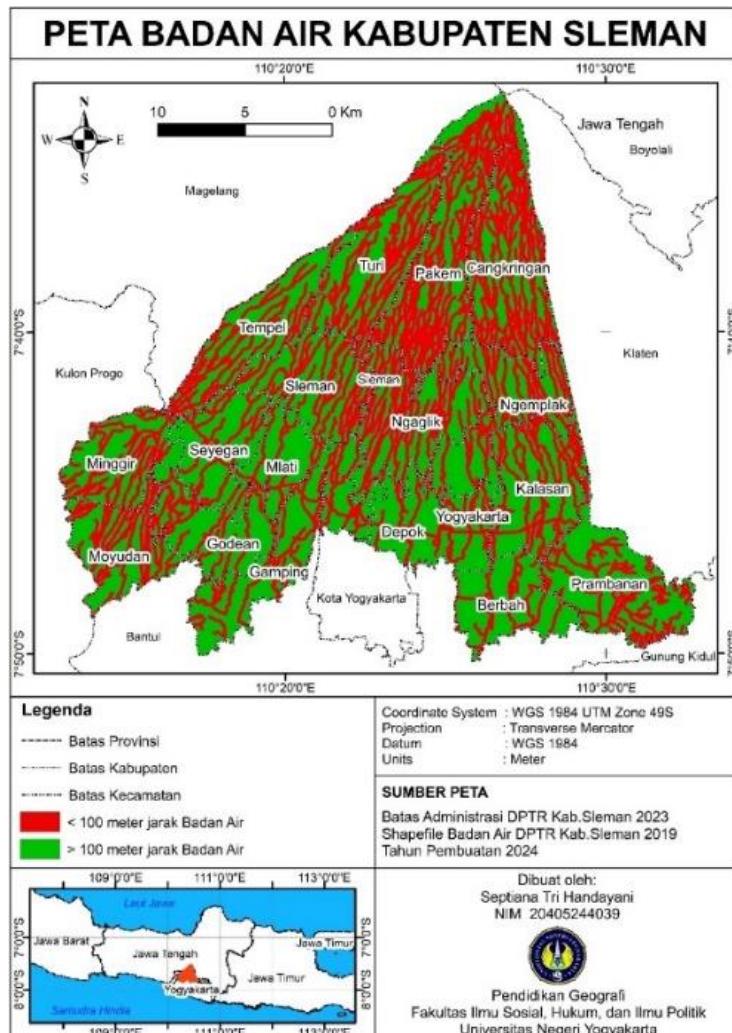
Tabel 5. Hasil Jarak Aman Lokasi Sesar

| No. | Jarak Sesar (m) | Luas (Ha) | % |
|---------------|-----------------|------------------|------------|
| 1. | < 100 | 434,26 | 0,76 |
| 2. | > 100 | 56990,78 | 99,24 |
| Jumlah | | 57.425,04 | 100 |

Sumber: Data Penelitian, 2024

Data penggunaan lahan yang diperoleh dari RDTR Kabupaten Sleman menunjukkan bahwa wilayah penelitian dilewati oleh beberapa sungai dan embung. Sesuai dengan syarat lokasi TPA

Sampah, yaitu dengan membagi jarak aman dari lokasi badan air dengan buffer berjarak 100 meter dari lokasi sesar sebagai lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dan lebih dari 100 meter sebagai lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau. Berdasarkan Tabel 6, terdapat lokasi tidak layak atau <100 meter dari badan air sebesar 47,65% memiliki nilai 1 dan lokasi layak >100 meter dari badan air sebesar 52,35% memiliki nilai 3 yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman.



Gambar 3. Peta Badan Air Kabupaten Sleman

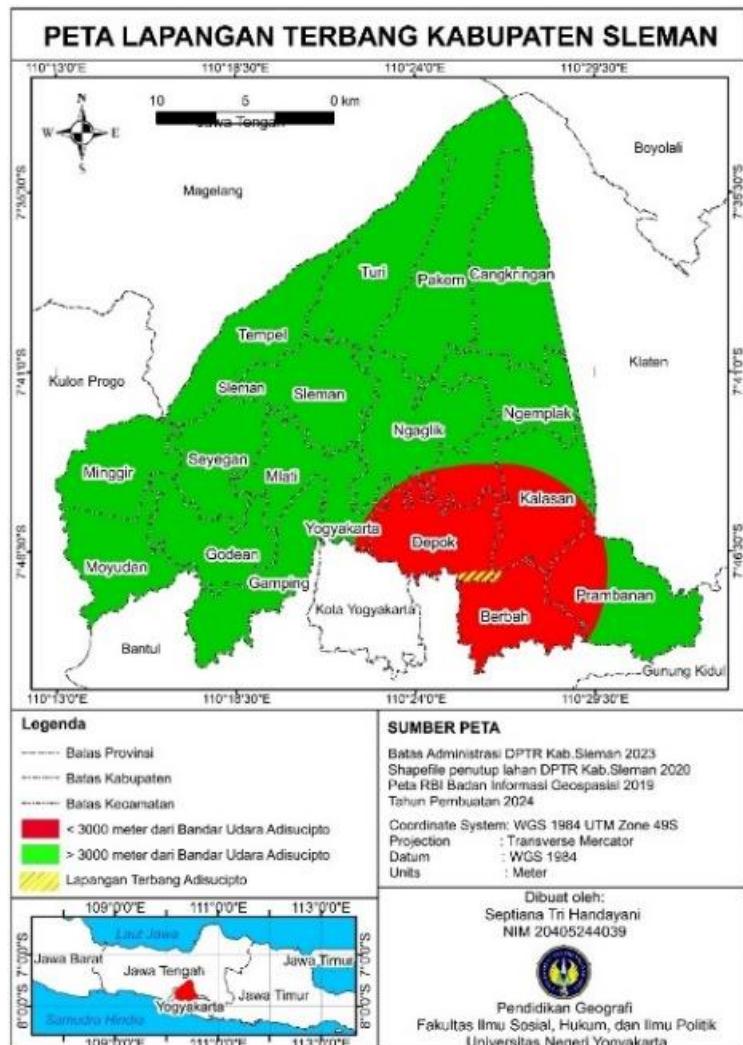
Tabel 6. Hasil Jarak Badan Air

| No. | Jarak Badan Air (m) | Luas (Ha) | % |
|---------------|---------------------|------------------|------------------|
| 1. | < 100 | 27.361,25 | 47,65 |
| 2. | > 100 | 30.063,79 | 52,35 |
| Jumlah | | 57.425,04 | 5.742,504 |

Sumber: Data Penelitian, 2024

Wilayah penelitian terdapat area lapangan terbang yang ditunjukkan pada Gambar 4 yaitu Bandara Adisucipto yang ditunjukkan dengan simbol bergaris kuning. Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, yaitu dengan membagi jarak aman dari lokasi Lapangan Terbang dengan buffer berjarak 3000 meter dari lokasi Lapangan Terbang sebagai lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dan lebih dari 3000 meter sebagai lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau. Berdasarkan Tabel 7, terdapat lokasi tidak layak <3000 meter dengan

luas 18,15% memiliki nilai 1 dan lokasi layak >3000 meter dengan luas 81,85% memiliki nilai 3 yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman.

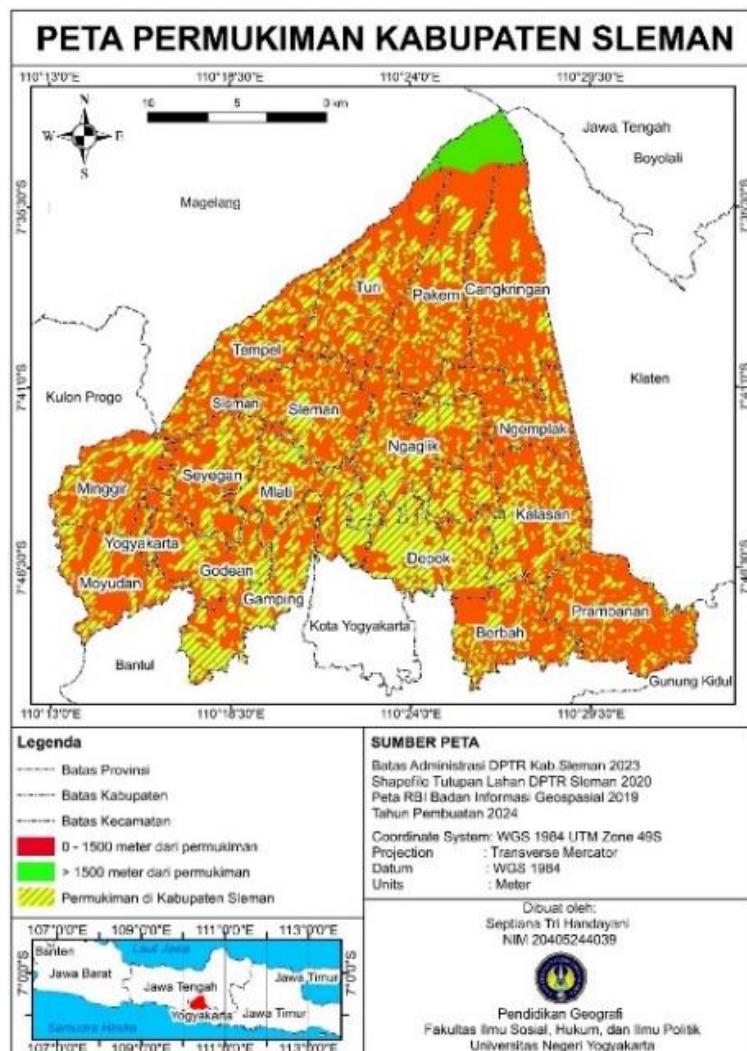


Tabel 7. Hasil Jarak Lapangan Terbang

| No. | Jarak Lapangan Terbang (m) | Luas (Ha) | % |
|---------------|----------------------------|------------------|------------|
| 1. | < 3000 | 10.422,54 | 18,15 |
| 2. | > 3000 | 47.002,50 | 81,85 |
| Jumlah | | 5.742,504 | 100 |

Sumber: Data Penelitian, 2024

Kabupaten Sleman memiliki kawasan permukiman yang cukup padat dan ditunjukkan dengan simbol bergaris kuning (Gambar 5). Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, yaitu dengan membagi jarak aman dari lokasi permukiman dengan buffer berjarak 1500 meter dari lokasi permukiman sebagai lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dan lebih dari 1500 meter sebagai lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau. Berdasarkan Tabel 8, terdapat lokasi tidak layak berjarak <1500 meter dengan luas 98,12% memiliki nilai 1 dan lokasi layak berjarak >1500 meter dengan luas 1,88% memiliki nilai 3 yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman.



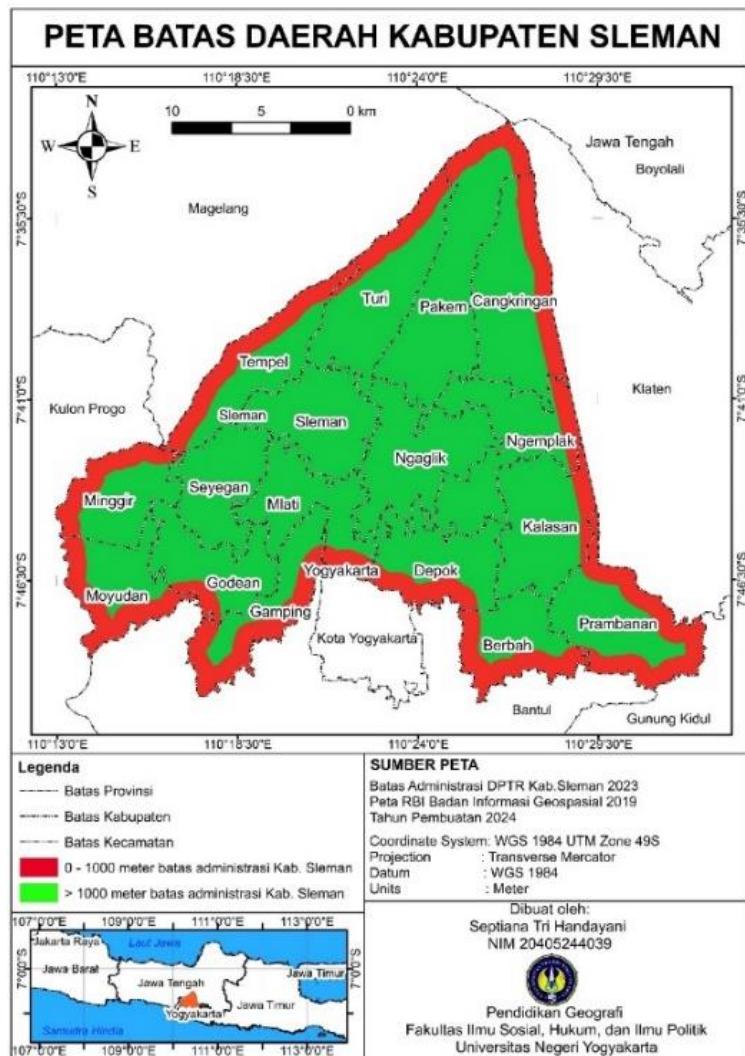
Gambar 5. Peta Permukiman Kabupaten Sleman

Tabel 8. Hasil Jarak Permukiman

| No. | Jarak Permukiman (m) | Luas (Ha) | % |
|---------------|----------------------|------------------|------------|
| 1. | < 1500 | 56.344,40 | 98,12 |
| 2. | > 1500 | 1.080,64 | 1,88 |
| Jumlah | | 5.742,504 | 100 |

Sumber: Data Penelitian, 2024

Kabupaten Sleman memiliki batas daerah yang dimana wilayah tersebut merupakan territorial dan sangat berkaitan dengan luar wilayahnya, sehingga penggunaan lahan yang kurang tepat dapat mengganggu wilayah lain (Gambar 6). Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, yaitu dengan membagi jarak aman dari lokasi batas daerah dengan buffer berjarak 1000 meter dari lokasi permukiman sebagai lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dan lebih dari 1000 meter sebagai lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau. Berdasarkan Tabel 9, terdapat lokasi tidak layak berjarak <1000 meter dengan luas 23,35% memiliki nilai 1 dan lokasi layak berjarak >1000 meter dengan luas 76,65% memiliki nilai 3 yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman.



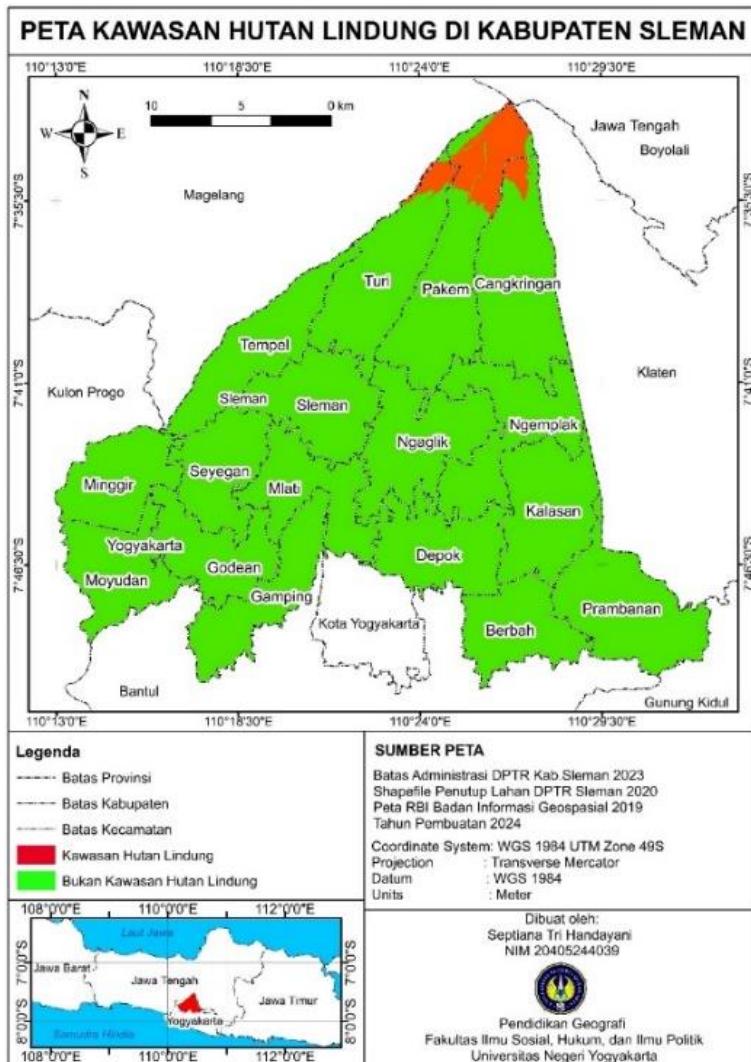
Gambar 6. Peta Batas Daerah Kabupaten Sleman

Tabel 9. Hasil Jarak Batas Daerah

| No. | Jarak Batas Daerah (m) | Luas (Ha) | % |
|---------------|------------------------|------------------|------------|
| 1. | < 1000 | 13.410,84 | 23,35 |
| 2. | > 1000 | 44.014,21 | 76,65 |
| Jumlah | | 5.742,504 | 100 |

Sumber: Data Penelitian, 2024

Kabupaten Sleman memiliki kawasan lindung berupa cagar alam dan cagar budaya yang merupakan area yang wajib dilindungi untuk menjaga habitat alami mahluk hidup (Gambar 7). Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, yaitu di dalam kawasan lindung merupakan lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dan area diluar kawasan lindung merupakan lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau. Berdasarkan Tabel 20, terdapat lokasi tidak layak berjarak 1 meter atau dalam area hutan lindung dengan luas 3,27% memiliki nilai 2 dan lokasi layak diluar hutan lindung berjarak >1 meter dengan luas 96,33% memiliki nilai 6 yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman.



Gambar 7. Peta Kawasan Lindung Kabupaten Sleman

Tabel 10. Hasil Jarak Hutan Lindung

| No. | Kawasan Lindung (m) | Luas (Ha) | % |
|---------------|---------------------|------------------|------------|
| 1. | Dalam Kawasan | 1.875,93 | 3,27 |
| 2. | Luar Kawasan | 55.549,11 | 96,33 |
| Jumlah | | 5.742,504 | 100 |

Sumber: Data Penelitian, 2024

Besaran intensitas curah hujan ditunjukkan pada tabel 11 dimana menunjukkan lokasi dengan curah hujan >1.000 mm/tahun memiliki nilai 3 dan tersebar di seluruh Kabupaten Sleman. Intensitas hujan yang digunakan adalah data curah hujan Kabupaten Sleman selama enam tahun terakhir yaitu dari tahun 2018-2023 yang dikumpulkan dari 12 stasiun hujan dan bersumber dari Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWS-SO) disajikan dalam Tabel 12. Berdasarkan Tabel 12, dapat diketahui bahwa rata-rata intensitas hujan tahunan Kabupaten Sleman selama tahun 2018-2023 dengan rata-rata intensitas hujan terendah sebesar 1.732,08 mm/tahun yang terjadi pada stasiun hujan wilayah Godean dan rata-rata intensitas hujan tertinggi sebesar 3.662,02 mm/tahun di stasiun hujan wilayah Plunyon-Kaliurang. Berdasarkan syarat pemilihan lokasi layak TPA Sampah bahwa intensitas hujan terbagi menjadi 3 kelas, yaitu kelas sangat sesuai dengan intensitas hujan 0-500 mm/tahun, kelas sesuai dengan intensitas hujan 500-1.000 mm/tahun, dan kelas tidak sesuai dengan intensitas hujan > 1.000 mm/tahun. Berdasarkan Tabel 12, menunjukkan

bahwa intensitas hujan di Kabupaten Sleman tahun 2018-2023 dengan intensitas hujan paling rendah adalah 1.732,08 mm/tahun yang berarti keseluruhan wilayah Kabupaten Sleman berada pada kelas tidak atau > 1.000 mm/tahun.

Tabel 11. Hasil Lokasi Intensitas Hujan

| No. | Intensitas Hujan (mm/tahun) | Luas (Ha) | % |
|-----|-----------------------------|------------------|------------|
| 1. | > 1000 | 57.425,04 | 100 |
| | Jumlah | 57.425,04 | 100 |

Sumber: Data Penelitian, 2024

Tabel 12. Curah Hujan Kabupaten Sleman Tahun 2018-2023

| No. | Nama Stasiun | Intensitas Hujan Tahun | | | | | | Total Hujan 6 Tahun | Rata-rata Hujan Per Tahun |
|-----|-------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|---------------------------|
| | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | | |
| 1 | Santan | 2.081,2 | 1.004,9 | 2.245,6 | 2.573,4 | 3.118,1 | 1.431,4 | 12.454,6 | 2.075,77 |
| 2 | Tanjung Tирто | 2.134 | 1.538,8 | 2.049,5 | 2.582,8 | 2.406 | 1.082,3 | 11.793,4 | 1.965,57 |
| 3 | Angin-Angin | 2.003 | 1.801,8 | 3.251,9 | 3.552,3 | 4.262,4 | 1.955,7 | 16.827,1 | 2.804,52 |
| 4 | Beran | 2.649,1 | 2.336,6 | 3.051,1 | 2.975,3 | 3.367 | 1.877,7 | 16.256,8 | 2.396,52 |
| 5 | Prumpung | 2.476 | 2.464 | 3.061 | 3.118 | 3.592,6 | 1.784,9 | 16.496,5 | 2.749,42 |
| 6 | Kemput | 2.441,5 | 1.978,4 | 3.021 | 2.861,2 | 4.832,3 | 1.670 | 16.804,4 | 2.800,73 |
| 7 | Plataran | 1.898,7 | 1.945,1 | 2.326,7 | 2.276,6 | 2.534,3 | 1.551,3 | 12.532,7 | 2.088,78 |
| 8 | Gemawang | 2.041,2 | 1.833,6 | 2.807,4 | 2.675,1 | 2.983,3 | 1.324,2 | 13.664,8 | 2.277,47 |
| 9 | Bronggang | 2.209,4 | 2.600,8 | 2.813,7 | 2.609,2 | 3.087,4 | 1.600,6 | 14.921,1 | 2.486,85 |
| 10 | Seyegan | 2.422 | 1.835,6 | 2.553,8 | 2.491,1 | 2.997,2 | 1.385,8 | 13.685,5 | 2.280,92 |
| 11 | Godean | 1.548,6 | 1.039,3 | 1.692,5 | 1.870,3 | 2.970,6 | 1.271,2 | 10.392,5 | 1.732,08 |
| 12 | Plunyon-Kaliurang | 3.301,2 | 2.720 | 3.976,7 | 4.365,8 | 5.141,4 | 2.467 | 21.972,1 | 3.662,02 |

Sumber: (Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWS-SO), 2024)

Lokasi kelayakan TPA Sampah di Kabupaten Sleman yang dimaksud adalah lokasi yang lolos uji parameter yang telah dianalisis menggunakan SIG melalui proses overlay yaitu menggabungkan seluruh parameter dan menjumlahkan hasil nilai tiap parameter untuk dihitung kelas kesesuaian lokasi penelitian. Berdasarkan Tabel 13, hasil analisis SIG menggunakan proses overlay menunjukkan bahwa wilayah Kabupaten Sleman memiliki dua kelas dalam kelayakan lokasi TPA Sampah, yaitu kelas tidak sesuai dan kelas sesuai.



Gambar 8. Lokasi Layak TPA Sampah di Kabupaten Sleman

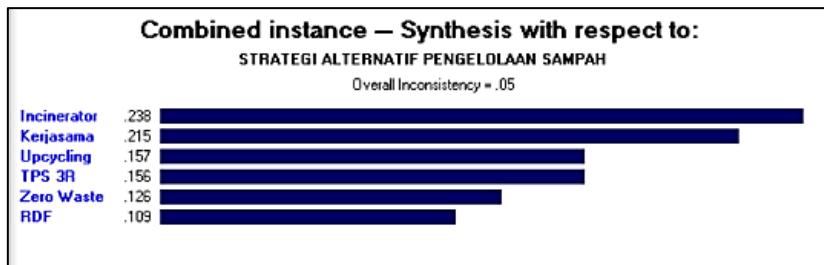
Tabel 13. Hasil Lokasi Layak TPA Sampah

| No. | Nilai | Kelas | Luas (Ha) | % |
|---------------|-------------|---------------------|------------------|------------|
| 1. | 24.9 – 38.6 | Tidak Sesuai | 16.487,71 | 28,71 |
| 2. | < 24.8 | Sangat Tidak Sesuai | 40.937,87 | 71,29 |
| Jumlah | | | 57.425,04 | 100 |

Sumber: Pengolahan Data, 2024

Strategi alternatif pengelolaan sampah

Hasil kombinasi kuisioner dari tiga ahli, yaitu ahli lingkungan, ahli sosial, dan ahli geografi dianalisis menggunakan metode AHP (Gambar 9). Hasil tersebut menunjukkan bahwa prioritas parameter tertinggi pada pengolahan sampah pada incinerator dengan nilai 238 dan terendah pada RDF dengan nilai 109. Incinerator paling banyak dipilih sebagai alternatif pengelolaan sampah terbaik, pengelolaan sampah melalui metode incinerator atau waste to energy merupakan cara pengelolaan sampah dengan memanfaatkannya menjadi sumber energi terbarukan dengan mengubah nilai kalori untuk dimanfaatkan menjadi energi listrik atau panas, sehingga dapat mengurangi volume sampah dengan efektif dan efisien. Metode incinerator pada penelitian ini diperlukan karena merupakan sistem pengelolaan sampah yang efisien dengan mengubah bentuk sampah tak terpakai menjadi energi listrik atau panas.



Gambar 9. Hasil Kombinasi metode AHP

Pembahasan

Lokasi layak TPA Sampah menggunakan SIG di Kabupaten Sleman

Kemiringan lereng di wilayah Kabupaten Sleman terbagi atas 2 kelas sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah yang ditunjukkan pada Gambar 1, kelas yang dimaksud adalah lokasi dengan kemiringan kurang dari 20% sebagai lokasi layak untuk dijadikan lokasi TPA Sampah yang ditunjukkan area berwarna hijau dan kemiringan lebih dari 20% sebagai lokasi yang tidak layak untuk dijadikan lokasi TPA Sampah yang ditunjukkan area berwarna merah. Tabel 4, menunjukkan bahwa lokasi dengan kemiringan lereng lebih dari 20% memiliki area sebesar 8,05% atau luas area 4.620,1 Ha yang berada di puncak Gunung Merapi dan di beberapa bukit di wilayah sebelah timur yaitu Kapanewon Prambanan yang memiliki area perbukitan, serta wilayah sebelah barat di Kapanewon Minggir, Seyegan, dan Godean yang memiliki karakteristik fisik berupa beberapa gundukan seperti gunung-gunung kecil.

Wilayah yang cukup terjal atau memiliki kemiringan lereng > 20% memiliki karakteristik sosial dengan penggunaan lahan yang lebih sedikit karena penduduk cenderung memilih lahan yang landai untuk dijadikan tempat tinggal dan pembangunan, hal ini karena risiko bencana alam yang lebih rendah daripada lahan yang curam dan terjal sehingga tidak dianjurkan digunakan untuk pembangunan dalam skala besar karena memiliki ancaman bahaya bencana tanah longsor dan sulitnya aksesibilitas. Lokasi dengan kemiringan lereng >20% berdasarkan pada syarat penentuan lokasi TPA Sampah, memiliki bobot 1 dan nilai 1 seluas 8,05% dari seluruh Kabupaten Sleman yang berarti tidak layak untuk lokasi TPA Sampah.

Wilayah dengan kemiringan lereng < 20% mendominasi wilayah Kabupaten Sleman dimulai dari lereng hingga kaki Gunung Merapi sebesar 91,95% atau luas area 52.804,94 Ha, wilayah ini direkomendasikan untuk dijadikan lokasi pembangunan karena area dengan kemiringan <20% merupakan lokasi dengan karakteristik fisik yang cukup landai dan minim adanya ancaman bencana seperti tanah longsor namun, lokasi yang cukup landai memiliki karakteristik sosial berupa kepadatan penduduk yang lebih merata dan tentunya penggunaan lahan yang lebih beragam. Lokasi dengan kemiringan lereng <20% ini berdasarkan pada syarat penentuan lokasi TPA Sampah, memiliki bobot 1 dan nilai 3, sehingga wilayah di Kabupaten Sleman didominasi oleh nilai 3 atau direkomendasikan sebagai lokasi yang layak.

Pembobotan parameter kemiringan lereng ini telah sesuai dengan SNI 03-3241-1994 yaitu memiliki bobot 1, dan sejalan dengan nilai harkat dari penelitian (Azis N., 2016), bahwa kemiringan lereng merupakan parameter yang perlu dipertimbangkan dan selalu ada disetiap penelitian yang berhubungan dengan penggunaan lahan, hal ini dikarenakan kemiringan lereng berkaitan dengan proses dari suatu kegiatan, terutama pengolahan sampah dan dampak dari kemiringan lereng yaitu tingginya risiko bahaya longsor. Hasil penelitian juga didukung oleh penelitian dari (Amrillah., 2022) bahwa kemiringan yang aman digunakan sebagai lokasi TPA Sampah berada pada kemiringan <20%, bahwa lokasi TPA Sampah tidak boleh terletak pada suatu bukit dengan lereng yang tidak stabil, namun akan dinilai lebih jika terletak pada daerah landai dengan topografi tinggi. Lereng dengan kemiringan <20% diperuntukan menjaga kestabilan timbunan sampah dan mencegah

pencemaran air pada aliran permukaan (Atasy et al., 2023) dan kemiringan lereng >20% tidak direkomendasikan karena memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi dalam pengelolaan dan pendirian fasilitas. Berdasarkan peta kemiringan lereng Gambar 1 luas area dengan kemiringan lereng >20% atau memenuhi kriteria kelayakan TPA Sampah mencapai area sekian ha atau berapa % dari keseluruhan Kabupaten Sleman.

Kondisi geologi pada penelitian ini difokuskan pada lokasi sesar atau patahan geologi yang didapat dari Peta Bahaya Tanah Longsor Kabupaten Sleman 2021 bersumber dari RDTR dan Peta Geologi Lembar Yogyakarta tahun 1995 dari PUPESDM DIY pada Gambar 2. Lokasi patahan geologi ini terletak pada puncak Gunung Merapi yang merupakan gunung api aktif dan memiliki ancaman bahaya karena aktifitas vulkanik, patahan geologi lainnya berada di Kapanewon Kalasan, Berbah, dan Prambanan, dimana pada lokasi ini bukanlah gunung api aktif namun tetap dihindari untuk meminimalisir adanya dampak ancaman bencana yang mungkin terjadi.

Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, yaitu dengan membagi jarak aman dari lokasi sesar dengan buffer berjarak 100 meter dari lokasi sesar sebagai lokasi tidak layak dengan area sebesar 0,76% atau seluas 434,26 Ha dengan ditunjukkan dengan area berwarna merah. Lokasi tidak layak tersebar di sebelah utara tepatnya di puncak Gunung Merapi dengan karakteristik fisik berupa puncak gunung yang memiliki kemiringan lereng curam sehingga sulit di akses. Area curam belum banyak lahan yang digunakan untuk pembangunan karena memiliki risiko ancaman bencana alam, meskipun begitu kepadatan penduduk wilayah ini cenderung lebih rendah karena jauh dari pusat kota. Letak sesar lain berada di daerah Kalasan, Berbah, dan Prambanan yang memiliki karakteristik fisik berupa bukit-bukit namun masih mudah jangkauan aksesibilitas dan karakteristik sosial lebih padat dan bangunan yang beragam karena dekat dengan pusat kota.

Lokasi layak dengan jarak lebih dari 100 meter ditunjukkan dengan area berwarna hijau sebesar 99,24% atau seluas 56.990,78 Ha sebagai area yang mendominasi wilayah Kabupaten Sleman yang merupakan area aman untuk lokasi TPA Sampah dengan nilai 3. Karakteristik fisik area ini didominasi oleh lokasi dengan kemiringan yang relatif landai serta minim risiko bencana alam sehingga cenderung aman untuk dilakukan pembangunan. Lokasi ini memiliki karakteristik sosial berupa kepadatan penduduk yang cukup padat dan dekat dengan pusat kota, area ini juga mengalami pembangunan yang beragam untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Penelitian ini sejalan dengan nilai harkat penelitian dari (Pamungkas., 2019), bahwa lokasi penelitian berdasarkan jarak aman dari letak sesar dibagi menjadi 2 kelas, yaitu kelas tidak sesuai yang berada pada lokasi sekitar sesar dengan nilai 3 dan lokasi yang berada pada sekitar sesar memiliki nilai 1. Penelitian ini juga sejalan dengan (Amrillah., 2022), bahwa keberadaan sesar perlu dihindari karena memiliki ancaman dan potensi bencana yang sewaktu-waktu dapat terjadi.

Jarak badan air di Kabupaten Sleman dalam penelitian ini difokuskan pada sungai dan embung yang tercatat pada data penggunaan lahan yang bersumber dari RDTR Kabupaten Sleman. Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, yaitu dengan membagi jarak aman dari lokasi badan air dengan buffer berjarak 100 meter dari lokasi sesar sebagai lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dengan nilai 1, dan lokasi berjarak lebih dari 100 meter sebagai lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau dengan nilai 3. Berdasarkan Gambar 3, terdapat lokasi tidak layak sebesar 47,65% dan luas area 27.361,25 Ha dengan nilai 1 dan lokasi layak sebesar 52,35% dengan luas area 30.063,79 Ha yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman dengan nilai 3. Lokasi layak dan tidak layak ini tersebar di seluruh wilayah Kabupaten Sleman mengikuti lokasi dan seberapa luas dari badan air yang ada, dan dengan karakteristik fisik dan sosial yang relatif sama karena aliran badan air dari hulu dilereng Gunung Merapi ke hilir tersebar di seluruh Kabupaten Sleman.

Pembobotan dan nilai harkat pada penelitian ini telah sejalan dengan penelitian dari (Pamungkas., 2019), bahwa jarak aman badan air dengan lokasi TPA Sampah dibagi menjadi 2

kelas, yaitu kelas tidak sesuai berjarak <100 meter dari badan air dengan nilai 3 dan lokasi tidak sesuai berjarak >100 meter dari badan air dengan nilai 1, hal ini dilakukan karena kedekatan jarak TPA Sampah dengan badan air dapat mengancam kualitas air dan kehidupan didalamnya. Semakin jauh jarak badan air dengan TPA Sampah maka akan semakin baik, begitu juga sebaliknya semakin dekat jarak badan air dengan TPA Sampah maka akan berdampak buruk pada kualitas air badan air, dan didukung oleh penelitian (Atasy et al., 2023), bahwa lahan yang berada dekat dengan badan air lebih berpotensi menjadi sumber pencemaran air, dari air permukaan maupun air tanah. Sungai yang berada dekat dengan lahan TPA Sampah memiliki ancaman pencemaran air lindi dari hasil timbunan sampah.

Jarak lapangan terbang perlu dibatasi karena keberadaan TPA Sampah dapat mengganggu proses penerbangan karena sampah yang terkumpul dalam jumlah yang besar dapat menjadi daya tarik binatang liar seperti burung dan polusi udara yang mengganggu kenyamanan, oleh karenanya berdasarkan syarat lokasi TPA Sampah jarak lapangan terbang memiliki bobot sebesar 1.

Berdasarkan Gambar 4, yang didapat dari data penggunaan lahan bersumber dari RDTR Kabupaten Sleman memiliki 1 Lapangan Terbang yaitu Adisucipto yang masih aktif difungsikan sehingga perlu memberikan batas aman untuk penggunaan lahan disekitarnya dan Bandara Adisucipto ini ditunjukkan dengan simbol bergaris kuning. Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, yaitu dengan membagi jarak aman dari lokasi Lapangan Terbang dengan buffer berjarak 3000 meter dari lokasi Lapangan Terbang sebagai lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dengan nilai 1 dan lebih dari 3000 meter sebagai lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau dengan nilai 3. Lokasi layak ini memiliki tersebar dari sebelah utara di lereng Gunung Merapi menuju arah selatan dari dataran tinggi ke dataran rendah dan sebagian di wilayah Prambanan, dan kepadatan penduduk yang beragam di lereng Gunung Merapi yang lebih sedikit kemudian diwilayah dataran rendah dengan pembangunan yang beragam dan kepadatan penduduk yang tinggi.

Berdasarkan Gambar 4, terdapat lokasi tidak layak sebesar 18,15% dengan luas area 10.422,54 Ha dan lokasi layak sebesar 81,85% dengan luas area 47.002,5 Ha yang tersebar mendominasi di wilayah Kabupaten Sleman. Lokasi tidak layak ini berada di wilayah Kapanewon Depok, Berbah, Kalasan, Ngemplak, dan Prambanan dimana lokasi ini terdapat beberapa bukit-bukit dan dekat dengan pusat kota sehingga memiliki kepadatan penduduk yang tinggi disertai dengan pembangunan yang lebih beragam karena kebutuhan penduduk.

Penelitian ini sejalan dengan (Amrillah., 2022), penelitian telah sesuai dengan SNI 03-3241-1994 bahwa jarak TPA dari Lapangan Terbang harus lebih dari 3000 meter untuk penerbangan turbo jet dan harus lebih dari 1500 meter untuk jenis lainnya. Pada penelitian ini diputuskan jarak aman lebih dari 3000 meter untuk mendapatkan jarak aman, Kabupaten Sleman memiliki landasan pacu Lapangan Terbang Adi Sucipto yang telah ditentukan jarak aman 3000 meter dari lokasi dalam Gambar 4. Penelitian ini juga sejalan dengan nilai harkat serta jarak aman dari penelitian (Pamungkas., 2019), bahwa jarak TPA Sampah dengan Lapangan Terbang dipertimbangkan karena berisiko membahayakan penerbangan dan keselamatan penumpang.

Jarak permukiman dengan lokasi TPA Sampah harus dibatasi, hal ini dikarenakan tumpukan sampah dapat menjadi sumber penyakit, tidak hanya itu, air lindi yang mengalir dapat mencemari muka air tanah di sekitarnya, serta polusi udara yang mengganggu. Permukiman di Kabupaten Sleman semakin padat dan menyebar seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk serta masyarakat pendatang.

Berdasarkan Gambar 5, yang didapat dari data penggunaan lahan bersumber dari RDTR Kabupaten Sleman memiliki kawasan permukiman yang cukup padat dan ditunjukkan dengan simbol bergaris kuning dan dengan bobot 1. Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, yaitu

dengan membagi jarak aman dari lokasi permukiman dengan buffer berjarak 1500 meter dari lokasi permukiman sebagai lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dengan nilai 1 dan lebih dari 1500 meter sebagai lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau dengan nilai 3. Lokasi layak ini hanya terdapat di lereng Gunung Merapi dimana aksesibilitas masih sulit sehingga penduduk tidak padat, serta penggunaan lahan yang masih sedikit, lokasi ini masih termasuk daerah kawasan lindung sehingga tidak dianjurkan melakukan pembangunan di wilayah ini.

Berdasarkan Tabel 8, terdapat lokasi tidak layak sebesar 98,12% dengan luas area 56.344,4 Ha dan lokasi layak sebesar 1,89% dengan luas area 1.080,64 Ha yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman. Lokasi yang digunakan untuk permukiman adalah wilayah yang landai dengan pembangunan yang beragam, hal ini dikarenakan adanya peningkatan jumlah penduduk dan semakin banyaknya lahan yang dibutuhkan untuk dijadikan pembangunan dan permukiman, sehingga lokasi ini tidak layak untuk dibangun TPA Sampah karena terlalu dekat dengan permukiman yang memiliki risiko tingkat pencemaran yang tinggi.

Sejalan dengan nilai harkat dari penelitian (Azis N., 2016), nilai harkat jarak permukiman 1 untuk wilaah berjarak <1500 meter dan nilai 3 untuk wilayah berjarak >1500 meter, bahwa lokasi yang sesuai dengan TPA Sampah seharusnya memiliki jarak yang cukup jauh dari permukiman karena mengganggu nilai estetika, serta risiko beragam pencemaran. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian (Amrillah., 2022), bahwa selain jarak permukiman, wilayah dengan kepadatan penduduk yang rendah juga dinilai lebih baik, dan wilayah yang kosong tanpa ada kegiatan dan tidak termasuk dalam wilayah cagar alam maupun budaya lebih diutamakan. Pemilihan lokasi untuk TPA Sampah seharusnya tidak berbenturan dengan peruntukan lahan lainnya. Penelitian ini sebagian besar wilayahnya telah dipenuhi oleh permukiman, menjadikan sebagian besar wilayah Kabupaten Sleman tidak disesuaikan peruntukan TPA Sampah.

Batas daerah dalam penelitian ini difokuskan pada batas luas Kabupaten Sleman yang berbatasan dengan wilayah lain yaitu kabupaten, kota, dan Provinsi Jawa Tengah yang tentunya memiliki kebijakan tersendiri atas wilayahnya, sehingga penggunaan lahan yang kurang tepat dapat mengganggu wilayah lain. Berdasarkan Gambar 6, sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah bahwa jarak batas daerah memiliki bobot 1, dan dengan membagi jarak aman dari lokasi batas daerah dengan buffer berjarak 1000 meter dari lokasi permukiman sebagai lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dengan nilai 1 dan lebih dari 1000 meter sebagai lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau dengan nilai 3 pada Gambar 6.

Berdasarkan Tabel 9, menunjukkan bahwa lokasi tidak layak sebesar 23,35% dengan luas area 13.410,84 Ha yaitu area di sekitar batas-batas luar Kabupaten Sleman. Lokasi tidak layak ini merupakan wilayah berjarak dekat dengan daerah lain menurut administrasi wilayah Kabupaten Sleman termasuk dari lereng Gunung Merapi yang berupa dataran terjal yang termasuk kawasan lindung hingga dataran rendah dekat pusat kota yang memiliki kepadatan penduduk tinggi disertai pembangunan lahan yang beragam. Lokasi layak sebesar 76,65% dengan luas area 44.014,21 Ha yang tersebar di wilayah tengah dan menjauhi batas terluar di Kabupaten Sleman. Lokasi ini termasuk lereng Gunung Merapi yang masih rendah kepadatan penduduknya dan masih berada di kawasan lindung, termasuk lereng hingga kaki Gunung Merapi dan lokasi landai di dekat pusat kota.

Jarak jangkauan batas daerah ini juga sejalan dengan penelitian dari (Amrillah., 2022), bahwa jarak jangkauan batas administrasi sebesar 1000 meter dari garis luar perbatasan wilayah merupakan lokais yang aman dan keberadaan lokasi TPA Sampah harus berada dalam jangkauan batas administrasi untuk memudahkan pengelolaan fasilitas TPA Sampah. Penelitian ini juga sejalan dengan nilai harkat dari penelitian (Pamungkas., 2019), bahwa jarak batas daerah dipertimbangkan karena dapat memengaruhi kenyamanan dan jarak tempuh yang dapat

memengaruhi anggaran biaya pengangkutan sampah. Keberadaan TPA Sampah yang berdekatan batas wilayah dapat mempengaruhi wilayah lain sehingga perlu memperhatikan jarak aman agar tidak mengganggu wilayah administrasi daerah lain. (Atasy et al., 2023).

Kawasan lindung dalam penelitian ini berfokus pada hutan lindung dan cagar alam yang bersumber dari RDTR yang merupakan area yang wajib dilindungi untuk menjaga ekosistem alami dalam menjaga habitat mahluk hidup. Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah kawasan lindung yang disajikan pada Gambar 7, memiliki bobot sebesar 2 untuk area di dalam kawasan lindung merupakan lokasi tidak layak yang ditunjukkan dengan area berwarna merah dan nilai 6 untuk area diluar kawasan lindung merupakan lokasi layak yang ditunjukkan dengan area berwarna hijau.

Berdasarkan Tabel 10, terdapat lokasi tidak layak sebesar 3,27% dengan luas area 1.875,93 Ha yang tersebar di kaki Gunung Merapi, hal ini dikarenakan disekitar lereng Gunung Merapi masih terdapat hutan yang merupakan wilayah hutan lindung, olehkarenanya wilayah ini tidak diperbolehkan untuk dilakukan pembangunan lahan maupun permukiman. Lokasi layak sebesar 9,73% dengan luas area 55.549,11 Ha yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman yang berupa kaki Gunung Merapi dan dataran yang landai dekat pusat kota, namun memiliki Tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan pembangunan lahan yang beragam.

Pembobotan pada penelitian ini sejalan dengan penelitian (Amrillah., 2022), bahwa kawasan lindung memiliki bobot 2 dan sesuai dengan kriteria SNI 03-3241-1994 karena kawasan lindung merupakan kawasan yang harus dijaga dan dipertahankan habitatnya oleh karenanya. Pada kriteria kawasan lindung, penulis memasukkan kawasan berupa hutan lindung dan taman nasional yang dipertimbangkan penting untuk melestarikan sumber daya alam dan karena hutan lindung bukan merupakan wilayah kosong tanpa aktivitas, wilayah ini termasuk kawasan lindung dan tidak dianjurkan sebagai lokasi TPA Sampah. Kawasan lindung dan konservasi dijadikan sebagai kawasan alami dan dilindungi sehingga tidak dapat dialihkan sebagai kegiatan komersil maupun TPA Sampah, hal ini juga dikarenakan kawasan lindung difungsikan sebagai habitat alami beragam flora dan fauna, dan menjaga ekosistem alami air serta udara.

Intensitas hujan dalam penelitian ini berfokus dalam intensitas hujan tahunan selama tahun 2018-2023 yang bersumber dari data curah hujan BBWS-SO, intensitas hujan menjadi parameter yang sangat penting karena air hujan yang turun pada tumpukan sampah akan menjadi air lindi dan menyebar ke limpasan permukaan, meresap dalam tanah, hingga ikut dalam aliran air Sungai, oleh karenanya intensitas hujan memiliki bobot sebesar 3. Sesuai dengan syarat lokasi TPA Sampah, parameter ientensitas hujan terbagi menjadi 3 kelas, yaitu kelas sangat layak dengan intensitas hujan < 500 mm/tahun dengan nilai 30, kelas layak dengan intensitas hujan 500-1000 mm/tahun dengan nilai 15, dan kelas tidak layak dengan intensitas hujan > 1000 mm/tahun dengan nilai 3.

Berdasarkan Tabel 12, rata-rata intensitas hujan terendah di wilayah Kabupaten Sleman sebesar 1.732,08 mm/tahun yang terjadi pada stasiun hujan wilayah Godean dan rata-rata intensitas hujan tertinggi sebesar 3662,02 mm/tahun di stasiun hujan wilayah Plunyon-Kaliurang. Berdasarkan syarat pemilihan lokasi layak TPA Sampah bahwa intensitas hujan terbagi menjadi 3 kelas, yaitu kelas sangat sesuai dengan intensitas hujan 0-500 mm/tahun, kelas sesuai dengan intensitas hujan 500-1000 mm/tahun, dan kelas tidak sesuai dengan intensitas hujan > 1000 mm/tahun. Berdasarkan Tabel 12, menunjukkan bahwa intensitas hujan di Kabupaten Sleman tahun 2018-2023 dengan intensitas hujan paling rendah adalah 1.732,08 mm/tahun yang berarti keseluruhan wilayah Kabupaten Sleman berada pada kelas tidak layak atau > 1000 mm/tahun dengan nilai sebesar 3. Lokasi yang sebelumnya layak untuk tempat pembangunan maupun untuk TPA Sampah, jika memiliki intensitas hujan yang tinggi maka lokasi tersebut tidak dianjurkan untuk dijadikan tempat pembangunan TPA Sampah, hal ini dikarenakan intensitas hujan memiliki bobot paling besar dimana risiko yang ditimbulkan semakin besar.

Pembobotan dan nilai harkat penelitian ini telah sesuai dengan standar SNI 03-3241-1994 bahwa intensitas hujan memiliki skor paling besar yaitu 3 dengan nilai harkat terbagi menjadi 3 kelas, yaitu 1, 5, dan 10, hal ini dikarenakan intensitas hujan memiliki dampak yang besar pada proses pengelolaan sampah dan berdampak pada risiko pencemaran melalui air lindi yang tinggi. Intensitas hujan di semua lokasi memiliki intensitas hujan yang tinggi yaitu >1.000 mm/tahun, sementara intensitas hujan semakin baik apabila semakin kecil nilainya, berarti bahwa seluruh wilayah Kabupaten Sleman tidak sesuai diperuntukkan lokasi layak TPA Sampah karena memiliki intensitas hujan tinggi, dan hal ini dapat berdampak pada meningkatnya air lindi.

Lokasi layak TPA pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan SIG menggunakan analisis overlay dari 8 parameter untuk menghasilkan lokasi layak TPA Sampah, seluruh parameter dilakukan overlay dengan menjumlahkan seluruh nilai dari hasil pembobotan, hasil dari penjumlahan seluruh parameter menghasilkan nilai yang kemudian dibagi menjadi 5 kelas (nilai $> 66,3$ = sangat sesuai, nilai $52,5 - 66,2$ = layak, nilai $38,7 - 52,4$ = kurang sesuai, nilai $24,9 - 38,6$ = tidak sesuai, dan nilai $< 24,8$ = sangat tidak sesuai). Berdasarkan hasil dari perhitungan interval kelas ini menunjukkan bahwa pada Gambar 15, Kabupaten Sleman memiliki dua kelas kelayakan TPA Sampah yaitu kelas tidak sesuai dan kelas sangat tidak sesuai.

Kelas tidak sesuai merupakan kelas IV dengan nilai 25, lokasi ini memiliki luas area sebesar 16.487,71 Ha atau setara dengan 28,71% dari total wilayah Kabupaten Sleman. Berdasarkan Gambar 8, lokasi ini merupakan lokasi yang sangat aman dari letak sesar yaitu berjarak >100 meter dan aman dari risiko bencana berupa gempa bumi dan bencana alam lainnya karena pergeseran lempeng bumi, selain itu lokasi ini juga sangat aman karena berada diluar kawasan hutan lindung di lereng Gunung Merapi sehingga aman untuk dilakukan pembangunan TPA Sampah, meskipun wilayah ini tersebar oleh badan air berupa Sungai, danau, dan embung, namun lokasi tidak layak ini didominasi oleh lokasi yang aman yakni berjarak >100 meter dari badan air dan berisiko lebih kecil terhadap pencemaran.

Lokasi tidak sesuai ini tersebar mulai dari jarak >1000 meter dari batas luar administrasi menuju ke wilayah tengah Kabupaten Sleman dimana lokasi ini termasuk wilayah aman pembangunan yang berdampak terhadap wilayah lain diluar batas administrasi, dengan ketinggian $<20\%$ yang menunjukkan bahwa lokasi tidak layak ini merupakan wilayah yang cukup landai secara fisik yang juga cukup aman dari risiko bencana alam vulkanik maupun tanah longsor, selain itu wilayah ini memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan pembangunan lahan yang lebih beragam daripada wilayah dengan ketinggian $>20\%$. Meski dekat dengan pusat kota, lokasi ini berada di jarak aman yakni >3000 meter dari Bandar Udara Adisucipto sehingga tidak mengganggu kegiatan penerbangan,

Kelas sangat tidak sesuai memiliki nilai $<24,8$ yang merupakan kelas V dengan nilai 15-23 yang merupakan gabungan nilai dan lolos pada lokasi aman dari beberapa parameter. Lokasi yang termasuk dalam kelas sangat tidak sesuai ini sebelumnya merupakan bagian dari lokasi yang aman ditinjau dari parameter kawasan lindung, kemiringan lereng, lapangan terbang, dan letak sesar. Kawasan lindung hanya berada di lereng Gunung Merapi yang memiliki kemiringan lereng terjal, sedangkan kawasan ini berada di kemiringan lereng $<20\%$ yang lebih landai dan aman dari risiko bencana alam berupa tanah longsor, namun yang menjadi tantangan adalah lokasi ini berada di dekat pusat kota dimana memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, disertai pembangunan lahan yang beragam, dan juga dekat dengan lokasi Bandar Udara Adisucipto.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode overlay, parameter yang paling berpengaruh adalah intensitas hujan memiliki bobot 3. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas hujan merupakan parameter yang paling memengaruhi kelayakan lokasi TPA Sampah di Kabupaten Sleman. Parameter intensitas hujan memiliki pengaruh besar terhadap penentuan lokasi layak TPA Sampah dengan nilai bobot yang cukup tinggi. Hasil ini juga memperkuat

pandangan bahwa intensitas hujan merupakan faktor dominan yang harus diperhatikan dalam penentuan lokasi layak TPA Sampah.

Strategi alternatif pengelolaan sampah

Berdasarkan hasil penelitian indikator berpasangan pada strategi alternatif pengelolaan sampah, menunjukkan hasil kombinasi kuisioner menggunakan metode AHP, bahwa prioritas parameter tertinggi untuk strategi alternatif pengolahan sampah dengan Incinerator dan terendah pada RDF. Metode Incinerator memiliki nilai tertinggi sebesar 238, kemudian kerjasama dengan nilai 215, dan parameter RDF dengan nilai paling rendah yaitu 109. Sesuai dengan penelitian dari (Setyono & Sinaga., 2021), incinerator atau bisa disebut waste to energy memberikan solusi efektif untuk mengurangi masalah sampah dan menyediakan pasokan energi terbarukan yang berkelanjutan, serta mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Adanya peluang dan potensi besar karena sampah yang dihasilkan dan sulit untuk meminimalisir produksi sampah dari masyarakat, namun manusia juga membutuhkan energi untuk menunjang aktivitasnya. Hal ini juga diperkuat oleh rencana pemerintah membangun PLTs program percepatan di 12 kota, dimana kebijakan strategis pada Perpres no 35 tahun 2018 tentang percepatan program pembangunan PLTSa, dengan point penting yaitu pemerintah daerah dalam hal ini kabupaten/kota atau provinsi dapat menugaskan BUMD untuk kompetisi badan usaha dan pengembangan PLTSa. Namun teknologi pengelolaan sampah dengan metode ini belum diberlakukan karena peraturan yang belum konsistem, adanya kasus usaha yang tidak transparan, serta kualitas dan kuantitas sampah.

Hasil penelitian ini juga selaras dengan (Susastrio et al., 2020), bahwa incinerator selain menghasilkan panas pembakaran untuk pembangkit upa dan listrik, serta mengurangi bakteri, metode ini mampu mereduksi volum sampah dan sangat tepat untuk pengolahan sampah dalam waktu cepat. Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh (Muhammad., 2024), bahwa incinerator mampu melakukan pengolahan sampah melalui pembakaran dengan efisiensi mencapai 91,7%, hal ini menunjukkan bahwa incinerator sangat efektif sebagai solusi dari permasalahan sampah. Selain keuntungan yang banyak, perlu diingat bahwa sistem incinerator membutuhkan dana yang besar dalam pengadaan inovasi dan teknologi, serta proses pemilahan sampah berdasarkan kualitas dan kuantitas volume sampah yang menjadi masalah.

Metode dengan nilai tertinggi kedua adalah pengelolaan melalui kerjasama, dimana bentuk kerjasama merupakan sistem kegiatan yang berkesinambungan dan menyeluruh dalam mengurangi dan menanggulangi sampah melalui hubungan dengan instansi yang ahli pada bidang pengelolaan sampah dan lingkungan yaitu DLH dan UPTD Pengelolaan Sampah, serta masyarakat, melalui kerjasama ini diharapkan sistem pengelolaan dapat saling mendukung dan efektif karena terdapat lima aspek dalam yang teratur dan jelas, yaitu aspek teknis operasional, aspek kelembagaan dan organisasi, aspek hukum dan peraturan, aspek pembiayaan, dan aspek peran serta masyarakat, oleh karenanya metode ini sangat penting dalam berjalannya suatu sistem karena perlu banyak komponen agar terlaksana dan metode ini dapat dipertanggungjawabkan karena memiliki landasan dan aturan yang jelas.

Sesuai dengan penelitian dari (Alfianita et al., 2024), bahwa pengetahuan pemerintah dan masyarakat dalam mengatasi sampah perlu diperbaiki secara menyeluruh di semua komponen selaku produsen sampah. Bentuk kerjasama pemerintah dan masyarakat perlu ditransparansi antara tugas dan kebutuhan, serta dibentuk aturan yang baku agar lebih terarah dan efektif. Hal ini juga selaras dengan (Nahruddin., 2016), bahwa kerjasama pemerintah dan masyarakat dapat dilakukan berupa kemitraan dengan hak yang setara, kemudian selain dana operasional, diperlukan transparansi juga evaluasi dan pengawasan dalam setiap pelaksanaan tugas kedua belah pihak. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian dari (Qalby., 2018), bahwa kolaborasi dalam pengelolaan sampah dapat berjalan dengan efektif, dengan memperhatikan kepercayaan antara stakeholders,

penyampaian informasi, serta koordinasi dan inovasi yang mampu mendorong jalannya kerjasama lebih efektif.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dengan metode deskriptif kuantitatif menggunakan Sistem Informasi Geografis analisis overlay untuk menganalisis lokasi layak TPA Sampah di Kabupaten Sleman menggunakan sistem informasi geografis, maka dapat disimpulkan yaitu (1.) Terdapat dua kelas lahan kelayakan lahan untuk dijadikan TPA Sampah di wilayah Kabupaten Sleman, yaitu kelas tidak sesuai sebesar 28,71% dengan nilai skor 25 dan kelas sangat tidak sesuai sebesar 71,29% dengan nilai skor 15-23. Berdasarkan hasil overlay menggunakan Sistem Informasi Geografis parameter yang paling berpengaruh adalah intensitas hujan. Dan (2.) Strategi alternatif untuk mengelola sampah yang paling direkomendasikan ahli adalah metode incinerator dan kerjasama sebagai metode paling utama, dan metode RDF sebagai metode yang sedikit direkomendasikan.

Saran yang diperlukan untuk penelitian ini berupa dukungan yang diperlukan masyarakat untuk melakukan pengelolaan sampah secara mandiri melalui pelayanan proses dan daur ulang sampah, terutama sampah yang tidak dapat di daur ulang di masing-masing rumah tangga, seperti sampah berbahaya dari bekas obat-obatan dan sampah berbahaya lainnya. Penyediaan fasilitas dan dana operasional untuk inovasi teknologi incinerator di Kabupaten Sleman sebagai metode alternatif dan efektif dalam pengelolaan sampah.

Acknowledgement

Ucapan terima kasih kepada seluruh orang yang turut memberikan dukungan kepada penulis dalam bentuk apapun sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan artikel ini.

Referensi

- Alfianita, Setiawan, B., & Elfiansyah, H. (2024). Kerja sama pemerintah dan masyarakat mengatasi permasalahan sampah di Kabupaten Pangkep. *Jurnal lingkungan dan masyarakat*, 5(1), 181-193.
- Amrillah, Y. (2022). Studi Persepsi Risiko Masyarakat Terhadap Lokasi Alternaif Tempat Pembuangan Sampah Terpadu Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Sleman. *Tugas Akhir*, 3.
- Atasy, K., Arifin, & Akbar, A. A. (2023). Studi Penentuan Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Tahap Regional Berdasarkan SNI No.19-3241-1994 dengan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Silat Hilir Kabupaten Kapuas Hulu. (J. T. Lingkungan, Ed.) *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(3), 746-754.
- Audina, M., Anwar, S., & Antomi, Y. (2018). Prediksi dan Analisis Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah di Kota Padang. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-5*, 1-5.
- Azis N, M. (2016). Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Di Kabupaten Bandung Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis. *Tugas Akhir Skripsi*, 33.
- Kuncara, J., Jamilatun, S., Febriani, A. V., Idris, M., & Setyawan, M. (2024). Potensi dan Tantangan Pemanfaatan Refuse Derived Fuel dalam Co-Firing PLTU di Indonesia: A Review. *Seminar Nasional Inovasi dan Energi*, 208.
- Maulidayanti, E. M., Yuliani, M., Robbani, M. H., Wiharja, Hambali, E., & Setyaningsih, D. (2024). Evaluasi produksi refused-derived fuel (RDF) dari sampah perkotaan (studi kasus: RDF plant di Kab. Cilacap). *Jurnal teknologi lingkungan*, 25(2), 179-189.
- Muhammad, T. A. (2024). Pengembangan insinerator dalam pengolahan sampah rumah tangga. *Tugas akhir*, 18.

- Nahruddin, Z. (2016). Kemitraan publik-privat dalam pengelolaan sampah di TPA Tamangapa Kota Makassar. *Jurnal ilmu pemerintahan*, 9(1), 11-20.
- Pamungkas, G. S. (2019). Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Di Wilayah Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul (KARTAMANTUL). *Tugas Akhir Skripsi*, 45.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2013). Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. *Lamp*. 3, 4.
- Putri, C. D. (2019). Dampak Pembuangan Sampah Bagi Masyarakat Sekitar TPAS Piyungan (Studi Kasus: Piyungan Bantul, Yogyakarta). *Tugas Akhir*, 11.
- Qalby, A. N. (2018). Collaborative governance dalam pengelolaan sampah di Kelurahan Paropo Kec. Pnakkukang Kota Makassar (bank sampah pusat). *Tugas akhir*, 65.
- Rania, M. F., Lesmana, I. E., & Maulana, E. (2019). Analisis potensi refuse derived fuel (RDF) dari sampah pada tempat pembuangan akhir (TPA) di Kab. Tegal sebagai bahan bakar incinerator pirolisis. *Jurnal teknik mesin*, 13(1), 51.
- Setyono, A. E., & Sinaga, N. (2021). Zero Waste Indonesia: Peluang, Tantangan dan Optimalisasi Waste to Energy. *Jurnal Teknik Energi*, 17(2), 116-124.
- Susastrio, H., Ginting, D., Sinuraya, E. W., & Pasaribu, G. M. (2020). Kajian incinerator sebagai salah satu metode gasifikasi dalam upaya untuk mengurangi limbah sampah perkotaan. *Jurnal energi baru dan terbarukan*, 1(1), 28-34.
- Utari, N. D. (2019). Pemetaan Kesesuaian Lahan untuk Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPAS) Menggunakan Aplikasi SIG di Kecamatan Jeruklegi Kabupaten Cilacap. *Tugas Akhir Skripsi*, 1