

Perubahan Luas Area Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Antang Kota Makassar Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh

Agustia Nengsih^{*1} | Fathurrahman Burhanuddin² | Nini Apriani Rumata²

1 Mahasiswa Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email: tiaww17@gmail.com

2 Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email: fathurrahman@unismuh.ac.id; nini.rumata@unismuh.ac.id

Korespondensi:

*Agustia Nengsih, tiaww17@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan penduduk dan meningkatnya aktivitas perkotaan di Kota Makassar berkontribusi terhadap peningkatan timbulan sampah yang berdampak pada keterbatasan daya tampung Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Antang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan luas area TPA Antang pada tahun 2015, 2020, dan 2024 serta memproyeksikan timbulan sampah, kebutuhan lahan, dan masa pakai TPA untuk 20 tahun ke depan. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan spasial melalui pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Analisis spasial dilakukan menggunakan teknik overlay citra satelit untuk mengidentifikasi perubahan luas area TPA, sedangkan proyeksi timbulan sampah dihitung berdasarkan pertumbuhan penduduk, faktor kompaksi, dan penutupan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas TPA Antang meningkat dari 16,8 hektar pada tahun 2015 menjadi 19,1 hektar pada tahun 2024. Proyeksi menunjukkan peningkatan timbulan sampah yang signifikan, dengan kebutuhan lahan kumulatif hingga tahun 2044 mencapai 38,11 hektar. Kondisi ini menunjukkan bahwa TPA Antang berada pada tahap kritis sehingga diperlukan strategi pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Kata Kunci:

TPA Antang, timbulan sampah, penginderaan jauh, SIG, kebutuhan lahan.

ABSTRACT

Population growth and increasing urban activities in Makassar City have directly contributed to a rise in municipal solid waste generation, resulting in limited capacity at the Antang Final Disposal Site (TPA Antang). This study aims to identify changes in the area of TPA Antang in 2015, 2020, and 2024, as well as to predict waste generation, land requirements, and the remaining service life of the landfill over the next 20 years. The research employs a descriptive quantitative method with a spatial approach through the use of remote sensing technology and Geographic Information Systems (GIS). Spatial analysis was conducted using satellite image overlay techniques to assess changes in the landfill area, while waste generation projections were calculated based on population growth projections, compaction factors, and soil cover. The results indicate that the area of TPA Antang increased from 16.8 hectares in 2015 to 19.1 hectares in 2024. Waste generation projections show a significant upward trend, suggesting that the landfill capacity will become insufficient in the coming years. The cumulative land requirement up to 2044 is estimated at 38.11 hectares. This study concludes that TPA Antang is currently in a critical condition, highlighting the need for sustainable waste management strategies through source reduction, optimization of landfill operations, and the use of spatial technology as a basis for policymaking.

Keywords:

TPA Antang, waste generation, remote sensing, GIS, area change, land requirement.

1 | PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah lingkungan yang paling serius di dunia salah satunya yaitu di negara Indonesia. Produksi sampah yang tidak terkendali dan pengelolaan sampah yang tidak efektif telah menyebabkan berbagai masalah lingkungan (Prasentja et al., 2022). Kota Makassar mengalami perkembangan yang sangat pesat, yang berpengaruh terhadap meningkatnya produksi sampah, sampah menjadi problem yang sangat serius. Tempat Pemrosesan Akhir atau TPA bagi

masyarakat Kota Makassar merupakan suatu kebutuhan penting untuk menciptakan kenyamanan lingkungan di kota besar (Zakir et al., 2021)

Berdasarkan data dari Badan pusat statistik (BPS) kota makassar dalam angka tahun 2024 kota makassar memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.474.393 jiwa (Andi et al., 2023). Pada awalnya tempat pemrosesan akhir (TPA) yang ada di Kota Makassar ini berada di Tanjung Bunga karena kurangnya lahan di daerah tersebut maka TPA dipindahkan ke Antang pada tahun 1993 yang notabenehnya dahulu itu jauh dari permukiman warga (Doddy, 2025). Seiring berkembangnya kota dan semakin sempitnya lahan karena pertambahan penduduk sehingga banyak warga bermukim di sekitar TPA tanpa memikirkan dampak yang dapat ditimbulkan dari TPA (Mulyana, 2022). Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPS) kota makassar tahun 2023 memiliki Timbulan Sampah Harian 1,032.08 ton dan Timbulan Sampah tahunan 376,707.41 ton (Rusni, 2024).

Pada awalnya TPA antang hanya dirancang untuk kebutuhan selama 10 tahun, namun kenyatannya hingga saat ini TPA tersebut masih digunakan, yang berarti TPA tersebut sudah berumur hampir 23 tahun yang mengakibatkan TPA mengalami overload (Megavitry et al., 2023). Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) memiliki luas lahan sekitar 14,3 Ha dari tahun 1993-2014 namun karena meningkatnya volume sampah di Kota Makassar maka ada penambahan beberapa zona sehingga tahun 2015 lahan TPA Antang bertambah menjadi 16.8 Ha dan hanya 70% dari kapasitas keseluruhan TPA atau sekitar 517,70 ton yang digunakan (Mun'im et al., 2022).

Sampah juga menjadi perhatian khusus di Kota Makassar, di mana Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Antang yang berada di Kecamatan Manggala, Kota Makassar telah melebihi kapasitasnya. Kondisi sampah saat ini dikawasan tersebut sudah mencapai ketinggian lebih dari 20 meter (Patawari & Ilmu, 2023). Perubahan luas area Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) diasumsikan karena peningkatan jumlah sampah dan jumlah populasi, yang dimana menjadi masalah utama yang terjadi di TPA Antang, tentu saja fenomena tersebut perlu mendapatkan perhatian khusus, karena dapat berdampak terhadap masyarakat sekitar yang tinggal di sekitar TPA antang (Rumata et al., 2025).

Pengelolaan sampah di TPA Tamangapa dinilai belum optimal karena masih menerapkan sistem *open dumping* (Sitorus et al., 2021). Open Dumping yaitu metode penimbunan terbuka, sampah yang berasal dari sumber ditimbun terus-menerus tanpa adanya treatment yang dapat mengurangi sampah, awalnya sistem yang digunakan adalah Sanitary Landfil, tapi karena berbagai kendala sehingga berakhir ke sistem open dumping. Berdasarkan SK Walikotaamadya Ujung Pandang No.816/S.Kep/608/13, TPA Tamangapa beroperasi sejak tahun 1993, dan TPA Tamangapa diperuntukkan mampu menampung sampah selama 10 tahun. Namun, usia TPA Tamangapa hingga saat ini mencapai 32 tahun, keberadaan 17 gunung sampah setara dengan 3,3 ton sampah. September 2019 telah terjadi kebakaran gas metan di TPA Tamangapa, kondisi TPA Tamangapa sudah sangat memprihantinkan dan dalam status *over capacity* TPA. Volume sampah Kota Makassar akan semakin bertambah setiap harinya yang juga akan memperparah dampaknya terhadap lingkungan sekitarnya (Indar, 2019).

Perubahan luas area TPA menggunakan teknologi Penginderaan jauh memungkinkan pemantauan dan analisis perubahan luas area TPA secara periodik menggunakan citra satelit atau data spasial lainnya. Teknologi ini dapat memberikan informasi yang lebih akurat dan efisien. Dengan demikian, aplikasi teknologi penginderaan jauh di TPA Antang juga diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif terkait perubahan yang terjadi.

Fenomena perubahan luas TPA akibat pertumbuhan timbulan sampah perlu mendapat perhatian khusus. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengkaji fenomena tersebut adalah teknologi penginderaan jauh (Muhsoni, 2019). Analisis citra satelit dan data spasial memungkinkan pemantauan serta evaluasi perubahan lahan secara berkala dengan lebih akurat dan efisien (Beno et al., 2022). Oleh karena itu, kajian mengenai perubahan luas TPA Antang sangat penting dilakukan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan sampah di Kota Makassar.

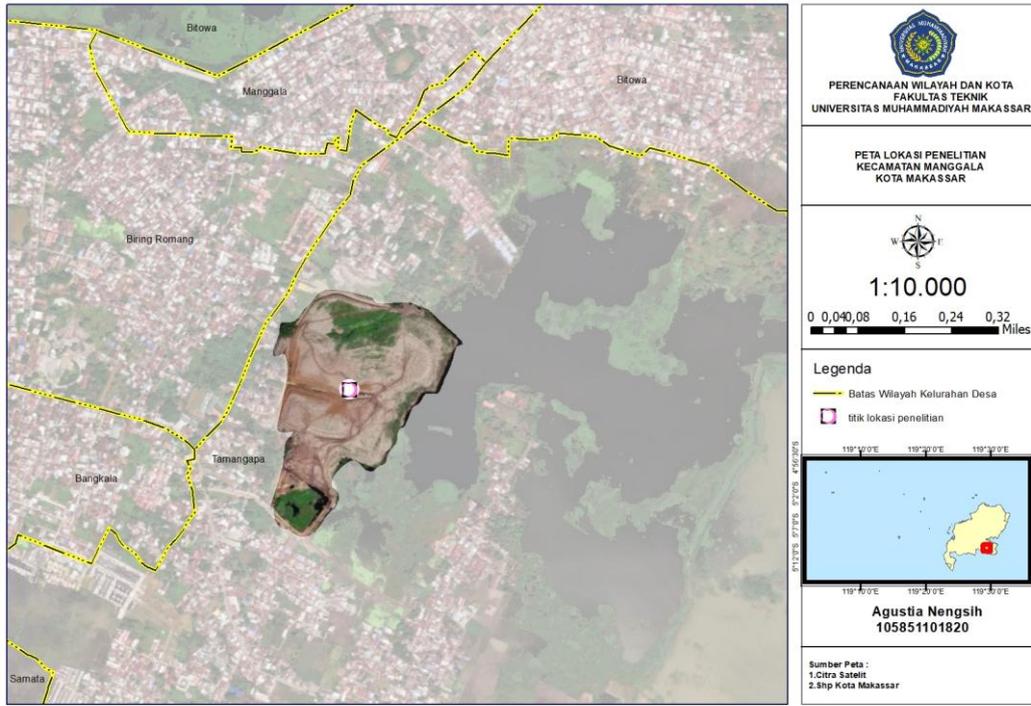
Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menjawab dua rumusan masalah utama, yaitu: (1) bagaimana perubahan luas area TPA Antang dari tahun 2015, 2020, hingga 2024, dan (2) bagaimana proyeksi timbulan sampah, masa pakai, dan kebutuhan lahan TPA dalam 20 tahun ke depan. Adapun tujuan penelitian ini adalah: (1) mengidentifikasi perubahan luas TPA Antang dalam kurun waktu 2015, 2020, dan 2024, serta (2) memprediksi timbulan sampah, masa pakai, dan kebutuhan lahan TPA dalam jangka waktu 20 tahun mendatang.

2 | METODE

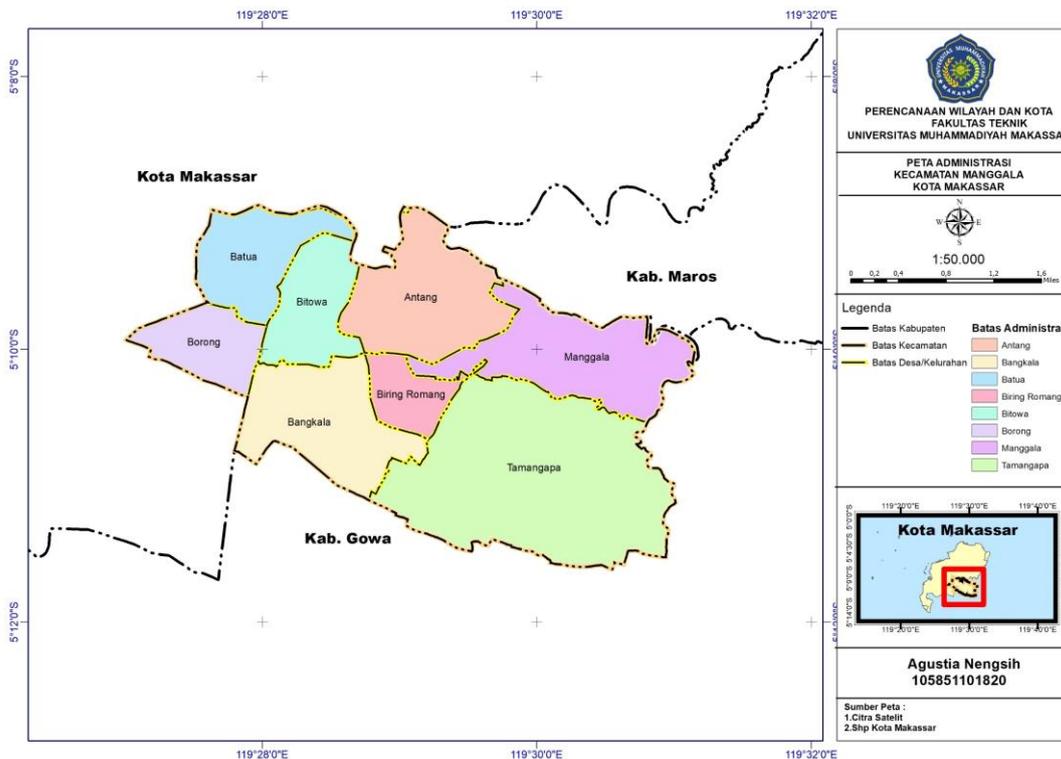
Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan spasial. Yang bertujuan untuk Mengidentifikasi perubahan luas area TPA Antang dengan rentang waktu 20 tahun, yaitu dari tahun 2015, 2020, dan 2024 dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh Penelitian ini akan memanfaatkan citra satelit untuk mengidentifikasi perubahan luas area TPA dan mengukur perkembangan area tersebut.. Fokus utama penelitian ini adalah untuk Mengidentifikasi perubahan luas area TPA Antang dari tahun 2015, 2020, dan 2024 dan Memprediksi timbulan sampah, masa pakai, dan kebutuhan lahan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dalam 20 tahun ke depan.

2.1 | Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di TPA Antang (Tamangapa), yang secara administratif terletak di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Kawasan ini merupakan satu-satunya TPA utama di Kota Makassar yang menampung mayoritas timbulan sampah dari seluruh kecamatan. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kondisi aktual TPA yang saat ini mengalami tekanan kapasitas. Untuk memperjelas proses pemilihan lokasi, **Gambar 1** menyajikan peta lokasi penelitian, sementara **Gambar 2** menampilkan peta administrasi kecamatan manggala.



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian



Gambar 2. Peta Administrasi Kecamatan Manggala

2.2 | Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui pendekatan multi-metode yang terdiri dari:

- **Observasi langsung** di lapangan untuk mencatat kondisi fisik yang ada di lapangan seperti mencatat data sampah yang masuk ke TPA, keadaan sarana dan prasarana.
- **Dokumentasi visual** berupa foto, sketsa, dan peta sebagai bahan validasi lapangan.

2.3 | Analisis Data

Analisis spasial, analisis timbulan sampah, analisis kebutuhan lahan, dan proyeksi penduduk dilakukan secara terpadu untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi dan keberlanjutan TPA Antang. Analisis spasial digunakan untuk mengidentifikasi perubahan luas area TPA secara akurat berdasarkan data citra satelit, sedangkan analisis timbulan sampah bertujuan untuk mengetahui besaran serta kecenderungan peningkatan volume sampah yang dihasilkan dari aktivitas penduduk. Analisis kebutuhan lahan dilakukan untuk menentukan luas area yang diperlukan dalam menampung timbulan sampah sesuai kapasitas dan masa pakai TPA. Sementara itu, proyeksi penduduk digunakan karena pertumbuhan penduduk merupakan faktor utama yang memengaruhi peningkatan timbulan sampah, sehingga hasil proyeksi dapat menjadi dasar perencanaan pengelolaan TPA dan perumusan kebijakan pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Analisis data dilakukan dalam beberapa tahapan utama :

- Analisis spasial Data utama berupa citra satelit (tahun 2015, 2020, dan 2024) diolah menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) seperti ArcGIS. Tahapan analisis meliputi digitasi manual, serta teknik overlay untuk mendeteksi perubahan luas area TPA. Data raster dari citra satelit dikonversi ke format vektor sehingga luas lahan dapat diukur secara kuantitatif dalam satuan hektare. Hasil analisis divisualisasikan dalam bentuk peta perubahan TPA secara periodik.
- Analisis proyeksi penduduk digunakan untuk Proyeksi timbulan dihitung berdasarkan pertumbuhan jumlah penduduk Kota Makassar dengan metode aritmatika.

$$P_n : p_0 (1 + r)^t \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

p_t : jumlah penduduk pada tahun t

p_0 : jumlah penduduk pada tahun dasar

r : laju pertumbuhan penduduk

t : periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

- Analisis timbulan sampah Analisis timbulan sampah berguna untuk mengetahui jumlah sampah yang dihasilkan di kota makassar sehingga dapat menjadi dasar dalam perencanaan sistem pengelolaan persampahan (Syarfina, 2019).

$$T \text{ tahun: } T_n/365 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

T_n : timbulan sampah tahunan (m^3 /Tahun)

- Analisis masa pakai digunakan untuk Masa pakai dihitung dengan membandingkan kapasitas efektif TPA dengan volume timbulan sampah tahunan.
- Analisis kebutuhan lahan Mengetahui berapa luas lahan yang dibutuhkan agar TPA dapat menampung timbulan sampah di kota makassar.

3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas area TPA Antang mengalami peningkatan dari 16,8 hektar pada tahun 2015 menjadi 19,1 hektar pada tahun 2024, yang mencerminkan adanya ekspansi lahan seiring meningkatnya timbulan sampah. Proyeksi timbulan sampah berdasarkan pertumbuhan penduduk menunjukkan kecenderungan peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun, sehingga kapasitas tampung TPA diperkirakan tidak lagi mencukupi dalam beberapa tahun mendatang. Analisis kebutuhan lahan menunjukkan bahwa hingga tahun 2044 diperlukan luas lahan kumulatif sekitar 38,11 hektar untuk menampung seluruh timbulan sampah, yang mengindikasikan bahwa TPA Antang telah berada pada kondisi kritis dan memerlukan upaya pengelolaan yang lebih optimal dan berkelanjutan.

3.1 | kondisi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) ANTANG

TPA Antang berlokasi di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, dengan jarak sekitar 14 km dari pusat kota. TPA ini mulai beroperasi sejak tahun 1993 dan hingga kini masih menjadi satu-satunya lokasi pembuangan akhir sampah

domestik Kota Makassar. Metode operasional yang digunakan adalah open dumping, meskipun sebelumnya pernah beralih ke *sistem controlled landfill*.

TPA Antang memiliki luas area 19,1 hektar dengan timbunan sampah mencapai ketinggian ± 20 meter. Fasilitas yang tersedia antara lain kantor pengelola, jembatan timbang, kolam lindi, serta peralatan berat (*excavator, bulldozer, dan dump truck*). Namun demikian, pengelolaan sampah di TPA menghadapi berbagai kendala, seperti akses masuk yang terbatas sehingga menimbulkan kemacetan truk pengangkut, keterbatasan sarana daur ulang, dan menurunnya aktivitas pemanfaatan sampah. Upaya pengolahan kompos dan pemanfaatan gas metana pernah dijalankan melalui kerja sama dengan pihak swasta, tetapi saat ini tidak lagi beroperasi. Aktivitas pemilahan lebih banyak dilakukan oleh sekitar 300 pemulung yang mengandalkan sampah anorganik bernilai ekonomi.

Permasalahan lingkungan di sekitar TPA meliputi bau yang menyengat, sampah berceceran, serta meningkatnya permukiman penduduk di area sekitar lokasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas TPA semakin terbatas dan membutuhkan strategi pengelolaan yang lebih komprehensif.

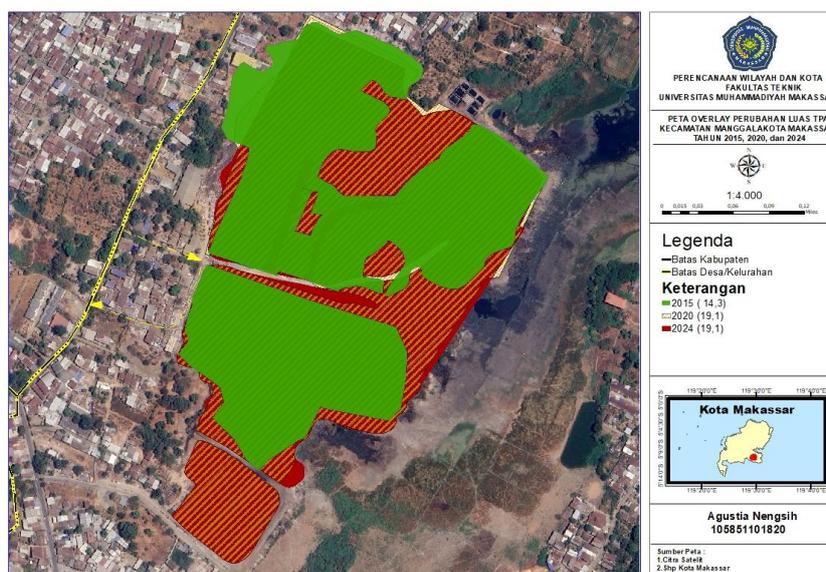
Tabel 1. Karakteristik TPA Antang Kota Makassar

Aspek	Keterangan
Lokasi	Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala
Tahun Beroperasi	1993
Metode	Open Dumping
Status Lahan	Milik Pemerintah Kota
Jarak Ke Perumahan	0,5 Km
Lapisan Impermeable	Tanah Liat
Jarak Ke Lapangan Udara	30 Km
Fasilitas Bangunan	Fasilitas Bangunan
	Kantor Bengkel Kolam Lindi
Aktivitas Pemulung	Pemulung ± 300 Orang Pengepul 20 Orang

Sumber: Survey Lapangan

3.2 | Analisis Spasial

Analisis spasial terhadap citra satelit menunjukkan adanya perubahan signifikan pada luas area TPA Antang. Pada tahun 2015, luas lahan yang digunakan sebesar 14 hektar dengan kapasitas 410.456,21 m³. Tahun 2020, luas meningkat menjadi 19,1 hektar dengan kapasitas 425.926,42 m³, sejalan dengan rencana perluasan zona baru. Memasuki tahun 2024, meskipun luas lahan tetap 19,1 hektar, kapasitas meningkat menjadi 483.326,35 m³ akibat intensifikasi penggunaan lahan yang ada.



Gambar 3. Peta Overlay Perubahan Tahun 2015, 2020, Dan 2024

Sumber: Penulis 2025

Perubahan ini menunjukkan adanya penambahan dan pemadatan timbunan sampah pada area yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara maksimal. Namun, peningkatan kapasitas tanpa perluasan lahan baru mengindikasikan tekanan tinggi terhadap daya tampung TPA, sehingga berpotensi memperpendek umur operasional.

3.3 | Proyeksi Jumlah penduduk

Berdasarkan proyeksi dengan metode aritmatika, jumlah penduduk Kota Makassar diperkirakan meningkat dari 1.475.121,82 jiwa pada tahun 2025 menjadi 1.489.037,96 jiwa pada tahun 2044. Peningkatan jumlah penduduk ini berimplikasi pada bertambahnya timbunan sampah tahunan.

Tabel 2. Proyeksi Penduduk Kota Makassar 20 Tahun Mendatang

Kecamatan	Tahun Proyeksi				
	2025	2029	2034	2039	2044
Mariso	58.759,03	58.788,08	58.817,14	58.846,21	58.875,30
Mamajang	58.321,82	58.350,64	58.379,49	58.408,35	58.437,22
Tamalate	188.525,14	188.618,34	188.711,57	188.804,86	188.898,18
Rappocini	150.687,45	150.761,94	150.836,46	150.911,02	150.985,62
Makassar	82.277,65	82.318,32	82.359,01	82.399,72	82.440,46
Ujung Pandang	24.863,28	24.875,57	24.887,87	24.900,17	24.912,48
Wajo	29.517,58	29.532,17	29.546,77	29.561,38	29.575,99
Bontoala	55.228,29	55.255,59	55.282,90	55.310,23	55.337,57
Ujung Tanah	36.763,16	36.781,34	36.799,52	36.817,71	36.835,91
Kepeulauan Sangkrang	14.988,41	14.995,81	15.003,23	15.010,64	15.018,06
Tallo	148.128,19	148.201,41	148.274,67	148.347,96	148.421,29
Panakkukang	144.275,28	144.346,60	144.417,95	144.489,34	144.560,76
Manggala	160.545,32	160.624,68	160.704,08	160.783,52	160.863,00
Biringkanaya	215.926,68	216.033,42	216.140,21	216.247,05	216.353,94
Tamalanrea	106.314,53	106.367,08	106.419,66	106.472,26	106.524,89
Makassar	1.475.121,82	1.478.040,68	1.481.697,38	1.485.363,14	1.489.037,96

3.4 | Analisis timbunan sampah, masa pakai, dan kebutuhan lahan

Hasil proyeksi menunjukkan bahwa volume sampah di Kota Makassar cenderung meningkat selama periode 2025–2044. Setelah dilakukan kompaksi 50% dan penambahan penutupan tanah sebesar 10%, volume kumulatif sampah meningkat dari 240.891,31 m³ pada tahun 2025 menjadi 4.831.292,26 m³ pada tahun 2044. Peningkatan volume kumulatif ini menunjukkan tekanan yang semakin besar terhadap kapasitas Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), sehingga diperlukan strategi pengelolaan sampah yang lebih efektif untuk memperpanjang masa pakai TPA.

Tabel 3. Analisis Masa Pakai TPA

Tahun Proyeksi	Volume Sampah M ³ /Tahun	Volume Setelah Kompaksi (50%)	Penutupan Dengan Tanah (10M ³)	Volume Kumulatif (M ³)
2025	476.824,28	238.412,14	240.891,31	240.891,31
2030	478.240,23	238.120,12	241.238,32	2.036.909,75
2035	479.186,54	334.514,52	33.451,45	2.651.616,23
2040	480.372,06	240.186,03	242.186,03	3.861.360,28
2044	481.322,59	240.661,29	242.661,29	4.831.292,26

Sumber: hasil Analisis, 2025

Tabel 4. Kebutuhan Lahan 20 tahun mendatang Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Antang

Tahun Proyeksi	Volume Akhir (M ³)	Lahan Yang Dibutuhkan/Tahun (hektar)	Lahan Kumulatif (hektar)
2025	273.804,38	1,36	2,69
2030	317.414,31	1,58	10,18
2035	367.965,97	1,83	18,86
2040	426.573,41	2,13	28,92
2044	480.112,13	2,40	38,11

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan perhitungan proyeksi timbulan sampah di TPA Antang Kota Makassar pada periode 2025–2044, diperoleh bahwa kebutuhan lahan tahunan mengalami peningkatan signifikan dari tahun ke tahun. Pada awal proyeksi tahun 2025, volume akhir sampah sebesar 273.804,38 m³ membutuhkan lahan tambahan sekitar 2,69 hektar. Angka ini terus meningkat hingga pada tahun 2030 mencapai 1,58 hektar dengan akumulasi kumulatif seluas 10,18 hektar. Memasuki tahun 2040 kebutuhan tahunan mencapai 2,13 hektar, sedangkan pada akhir periode 2044 lahan yang dibutuhkan sebesar 2,40 hektar dengan total kumulatif mencapai 38,11 hektar.

Secara keseluruhan, meskipun kebutuhan lahan per tahun relatif kecil, akumulasi selama dua dekade menunjukkan kebutuhan yang cukup besar, yaitu lebih dari 35 hektar. Temuan ini menegaskan perlunya strategi pengelolaan sampah yang efektif, melalui upaya reduksi di sumber, pemilahan, dan peningkatan kegiatan daur ulang, agar kebutuhan lahan TPA dapat ditekan dan kapasitasnya tetap berkelanjutan.

5 | KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktivitas perkotaan di Kota Makassar berpengaruh signifikan terhadap peningkatan timbulan sampah yang berdampak langsung pada perluasan area Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Antang. Berdasarkan analisis citra penginderaan jauh pada tahun 2015, 2020, dan 2024, terjadi perubahan luas area TPA yang mencerminkan meningkatnya tekanan terhadap daya tampung lahan.

Hasil proyeksi timbulan sampah memperlihatkan kecenderungan peningkatan dari tahun ke tahun, yang berpotensi memperpendek masa pakai TPA apabila tidak disertai dengan upaya pengelolaan yang berkelanjutan. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh terbukti efektif dalam memantau perubahan spasial TPA secara periodik dan akurat. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan sampah yang terintegrasi, meliputi pengurangan sampah dari sumber, optimalisasi pengolahan, serta perencanaan perluasan atau alternatif TPA untuk menjamin keberlanjutan pengelolaan lingkungan perkotaan di Kota Makassar.

Daftar Pustaka

- All, I. et. (2019). Media Kesehatan Masyarakat Indonesia Analisis Perlindungan Hukum Bagi Kesehatan Warga di Kawasan Pemukiman Tempat Pembuangan Akhir Tamangapa Analisis Perlindungan Hukum Bagi Kesehatan Warga di Kawasan Pemukiman. 15(2). <https://doi.org/10.30597/mkmi.v15i2.5755>
- Andi et al. (2023). Evaluasi Pemanfaatan Zonasi TPA Tamangapa Kota Makassar. 5(2), 92–101.
- Beno, J., Silen, A. ., & Yanti, M. (2022). Monitoring Perubahan Luas Lahan Di Tpa Tamangapa Menggunakan Remote Sensing Dan Gis. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.
- Doddy, A. dan. (2025). Dampak Keberadaan Tempat Pembuangan Akhir Tamangapa Terhadap Kondisi Kehidupan Masyarakat The Impact of the Existence of the Tamangapa Final Disposal Site on. d(2), 236–243. <https://doi.org/10.35965/ursj.v7i2.6275>
- Megavitry, R., Irmayanti, I., & NFH, A. (2023). PKM Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Furniture Rumah Tangga Pada Istri-Istri Pemulung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 1(4), 224–229. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v1i4.60>
- Muhsoni, F. farid. (2019). Penginderaan Jauh (Remote Sensing). In firman farid M. S. pi. M.Sc (Ed.), *Sustainability (Switzerland)* (buku ajar, Vol. 11, Issue 1). utm press iniversitas trunojoyo madura. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_sistem_pembentukan_terpusat_strategi_melestar
- Mulyana. (2022). Analisis Suseptibilitas Magnetik Tanah Tpa Antang Makassar Berdasarkan Kedalaman. 8(2).

- Mun'im, A., Sappewali, S., & Wahyuni, A. (2022). Identifikasi Pencemaran Limbah Di Sekitar TPA Antang Makassar Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Dampak*, 19(1), 17. <https://doi.org/10.25077/dampak.19.1.17-21.2022>
- Patawari, A. I. dan, & Ilmu. (2023). Hukum Lingkungan: Implementasi Peraturan Daerah tentang Pengelolaan Sampah Perkotaan di Kota Makassar. *Applied Soft Computing*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110120>
- Prasnja, Y., Putra, J. H., & Hidayati, K. (2022). Prediksi daya dukung dan daya tampung Tempat Pembuangan Akhir Putri Cempo Surakarta. *Majalah Geografi Indonesia*, 36(1), 62. <https://doi.org/10.22146/mgi.66598>
- Rusni, N. K. (2024). Permasalahan sampah kota Makassar studi kasus TPA Tamangapa. 1(1), 16–27.
- Sitorus, S. R. P., Leonataris, C., & Panuju, D. R. (2021). Analisis Pola Perubahan Penggunaan Lahan Dan Perkembangan Wilayah Di Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 14(1), 21. <https://doi.org/10.29244/jitl.14.1.21-28>
- Rumata, N. A., Julianti, D. R., & Janna, N. M. (2025). Strategi Pengelolaan Sampah di Kawasan Permukiman Lantebung Kota Makassar. *Journal of Green Complex Engineering*, 2(2), 97-103.
- Syarfina. (2019). Pengelolaan Sampah Tpa Tamangapa Kota Makassar Skripsi Perencanaan Wilayah Dan Kota.
- Zakir.ett all. (2021). Penggunaan Kitosan Dan Biji Asam Sebagai Biokoagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Sumur Di Sekitar Tpa Sampah Antang. *Of Chemical Process Engineering*, 6(1), 52.