

Pola Persebaran Tempat Pembuangan Sampah dalam Konteks Pelayanan Lingkungan Perkotaan di Kota Yogyakarta

Spatial Distribution Patterns of Waste Disposal Sites in the Context of Urban Environmental Services in Yogyakarta City

Ayu Candra Kurniati¹, Fahril Fanani^{1*}

¹ Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

*Email Korespondensi : fahril.fanani@itny.ac.id

Email : ayu.candra@itny.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan urbanisasi di Kota Yogyakarta membawa tantangan serius dalam pengelolaan sampah perkotaan, yang dieksaserbasi oleh krisis TPA regional baru-baru ini. Efisiensi pengelolaan sampah perkotaan sangat bergantung pada distribusi spasial infrastruktur krusial, yaitu Tempat Pembuangan Sementara (TPS). Penelitian ini bertujuan untuk (1) memetakan sebaran absolut TPS dan (2) menganalisis pola persebaran spasial TPS untuk mengidentifikasi konsentrasi dan kesenjangan pelayanan di Kota Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis spasial, khususnya *Kernel Density Estimation* (KDE), dengan unit analisis 45 kelurahan. Data yang digunakan meliputi titik koordinat TPS dari Dinas Lingkungan Hidup dan data administrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran TPS sangat tidak merata. Kelurahan Kotabaru memiliki 15 unit, sementara Kelurahan Muja Muju tidak memiliki sama sekali. Analisis KDE mengkonfirmasi bahwa pola persebaran sangat **mengelompok (*clustered*)**. Sebuah **hotspot** (kepadatan sangat tinggi) teridentifikasi di wilayah tengah-utara (Gondokusuman dan Jetis), yang berkorelasi dengan pusat komersial. Sebaliknya, **coldspot** (kepadatan sangat rendah) yang luas menutupi sebagian besar wilayah permukiman di selatan (Umbulharjo, Kotagede) dan area periferi. Temuan ini mengungkap adanya **ketidakseimbangan spasial (*spatial mismatch*)** yang signifikan antara lokasi penyediaan layanan (terpusat di area komersial) dan lokasi permintaan layanan (area permukiman padat). Studi ini menyimpulkan adanya kesenjangan pelayanan yang nyata dan merekomendasikan redistribusi fasilitas serta prioritas pembangunan TPS baru di zona **coldspot** untuk meningkatkan kesetaraan layanan lingkungan.

Kata kunci: Kernel Density, Pengelolaan Sampah, Pola Persebaran, TPS, Yogyakarta

ABSTRACT

*Rapid urbanization in Yogyakarta City poses serious challenges to municipal solid waste management, exacerbated by the recent regional landfill crisis. Efficiency of municipal solid waste management heavily relies on the spatial distribution of crucial infrastructure, namely Temporary Disposal Sites (TPS). This study aims to (1) map the absolute distribution of TPS and (2) analyze their spatial distribution patterns to identify service concentrations and gaps in Yogyakarta City. This research employs a quantitative approach using spatial analysis methods, specifically Kernel Density Estimation (KDE), with 45 urban villages (kelurahan) as analysis units. Data includes TPS coordinate points from the Environmental Agency and administrative data. The results show that TPS distribution is highly uneven. Kotabaru urban village has 15 units, whereas Muja Muju urban village has none. The KDE analysis confirms the pattern is highly **clustered**. A primary **hotspot** (very high density) is identified in the central-northern area (Gondokusuman and Jetis), correlating with the commercial center. Conversely, extensive **coldspots** (very low density) cover most residential areas in the south (Umbulharjo, Kotagede) and periphery. This finding reveals a significant **spatial mismatch** between service provision locations (centralized in commercial areas) and service demand locations (dense residential areas). This study concludes that a tangible service gap exists and recommends facility redistribution and prioritizing new TPS development in coldspot zones to enhance environmental service equity.*

Keyword : Kernel Density, Waste Management, Spatial Pattern, TPS, Yogyakarta

PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah merupakan isu krusial yang dihadapi oleh hampir seluruh kota di dunia, seiring dengan laju urbanisasi dan pertumbuhan populasi yang terus meningkat [1], [2]. Bank Dunia (2018) memproyeksikan bahwa produksi sampah global akan mencapai 3,4 miliar ton per tahun pada tahun 2050 [3],

meningkat signifikan dari 2,01 miliar ton pada tahun 2016. Di Indonesia, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat bahwa timbunan sampah nasional mencapai 68,5 juta ton per tahun pada tahun 2021, dengan sekitar 35% berasal dari perkotaan [4]. Fenomena ini menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, sosial, dan ekonomi, mulai dari pencemaran tanah dan air, penyebaran penyakit, hingga berkurangnya estetika kota dan ancaman terhadap kesehatan masyarakat [5]. Oleh karena itu, efektivitas sistem pelayanan lingkungan perkotaan, khususnya dalam konteks pengelolaan persampahan, menjadi indikator penting bagi keberlanjutan dan kenyamanan sebuah kota [6], [7].

Kota Yogyakarta, sebagai salah satu pusat perkotaan di Indonesia dengan daya tarik pariwisata dan pendidikan, menghadapi tantangan serupa dalam pengelolaan sampahnya. Dengan jumlah penduduk yang terus bertambah, serta dinamika aktivitas perkotaan yang tinggi, volume sampah di Kota Yogyakarta menunjukkan tren peningkatan [8]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Yogyakarta, pada tahun 2023, jumlah penduduk kota ini mencapai lebih dari 400.000 jiwa, belum termasuk penduduk komuter dan wisatawan yang signifikan [9]. Hal ini berkorelasi langsung dengan peningkatan timbunan sampah yang harus ditangani oleh pemerintah kota. Pemerintah Kota Yogyakarta telah berupaya mengatasi permasalahan ini melalui berbagai kebijakan dan program, termasuk penyediaan Tempat Pembuangan Sampah (TPS) sebagai bagian integral dari sistem pengelolaan sampah [8]. Namun, isu aktual terkait kapasitas TPS yang terbatas, serta permasalahan operasional di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) regional, kerap memicu penumpukan sampah di beberapa titik kota [10]. Kondisi ini mengindikasikan adanya celah dalam perencanaan dan distribusi fasilitas persampahan yang optimal.

Penelitian mengenai pola persebaran fasilitas publik, termasuk fasilitas persampahan, telah banyak dilakukan dalam berbagai konteks. Fhitri [11] menganalisis pola persebaran dan aksesibilitas fasilitas kesehatan, sementara Lestari et al. [12] mengkaji pola persebaran fasilitas sosial. Secara spesifik terkait persampahan, Riry & Riry [13] serta Pratama et al. [14] telah melakukan pemetaan dan analisis pola persebaran TPS di beberapa kota. Kaloan & Eisenring [15] juga meneliti distribusi fasilitas persampahan di kawasan perumahan. Namun demikian, studi-studi tersebut belum secara komprehensif mengintegrasikan analisis spasial mendalam seperti *Kernel Density Estimation* (KDE) untuk mengidentifikasi pola persebaran TPS dalam konteks pelayanan lingkungan perkotaan secara detail di Kota Yogyakarta. Meskipun Azri et al. [16] telah mengusulkan pendekatan identifikasi pola dalam kluster untuk optimalisasi distribusi titik daur ulang dan Fang et al. [17] membahas peran kecerdasan buatan dalam pengelolaan sampah, gap riset yang masih relevan adalah kurangnya analisis spasial yang spesifik, sistematis, dan terkini terkait distribusi TPS di kota-kota yang berkembang pesat seperti Yogyakarta.

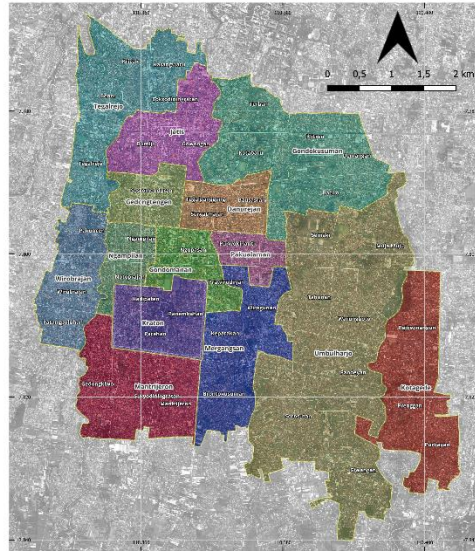
Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi pada literatur dengan melakukan analisis pola persebaran Tempat Pembuangan Sampah (TPS) di Kota Yogyakarta menggunakan metode *Kernel Density Estimation* (KDE). Novelty dari penelitian ini terletak pada penggunaan data spasial terkini terkait titik sebaran fasilitas TPS di setiap kelurahan, dikombinasikan dengan data demografi, untuk menghasilkan pemetaan pola persebaran yang lebih akurat dan mendalam. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi area dengan kepadatan TPS yang tinggi atau rendah, serta mengidentifikasi ketimpangan spasial dalam pelayanan persampahan di Kota Yogyakarta. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah memberikan dasar ilmiah bagi pemerintah kota dalam merumuskan kebijakan yang lebih efektif dan efisien terkait penempatan fasilitas TPS, optimalisasi rute pengumpulan sampah, serta strategi pengelolaan sampah yang berkelanjutan, sejalan dengan konsep pengelolaan sampah berbasis masyarakat [18], [19] dan partisipasi konsumen [20]. Secara teoretis, penelitian ini akan memperkaya khazanah ilmu perencanaan wilayah dan kota, khususnya dalam bidang perencanaan infrastruktur perkotaan dan pengelolaan lingkungan, dengan menawarkan model analisis spasial yang dapat direplikasi di kota-kota lain.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini merumuskan permasalahan sebagai berikut: (1) Bagaimana pola persebaran Tempat Pembuangan Sampah (TPS) di Kota Yogyakarta ditinjau dari sebaran spasial eksisting? (2) Bagaimana pola kepadatan dan area cakupan pelayanan TPS dalam konteks jumlah penduduk dan administrasi kelurahan di Kota Yogyakarta? Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan memetakan pola persebaran TPS, serta mengidentifikasi area prioritas untuk pengembangan atau relokasi fasilitas persampahan guna mendukung pelayanan lingkungan perkotaan yang optimal di Kota Yogyakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif spasial. Pendekatan kuantitatif dipilih karena melibatkan pengumpulan dan analisis data numerik untuk mengidentifikasi pola, hubungan, dan tren [16]. Jenis deskriptif spasial digunakan untuk menggambarkan karakteristik distribusi dan

pola geografis dari objek penelitian, yaitu TPS, dalam suatu wilayah studi tertentu [1]. Desain penelitian ini berfokus pada analisis deskriptif-evaluatif untuk mengkaji distribusi dan pola persebaran infrastruktur perkotaan, dalam hal ini adalah Tempat Pembuangan Sementara (TPS). Lokasi penelitian secara administratif mencakup seluruh wilayah **Kota Yogyakarta**. Unit analisis spasial yang digunakan adalah batas kelurahan, sedangkan objek utama yang dianalisis adalah fasilitas TPS.

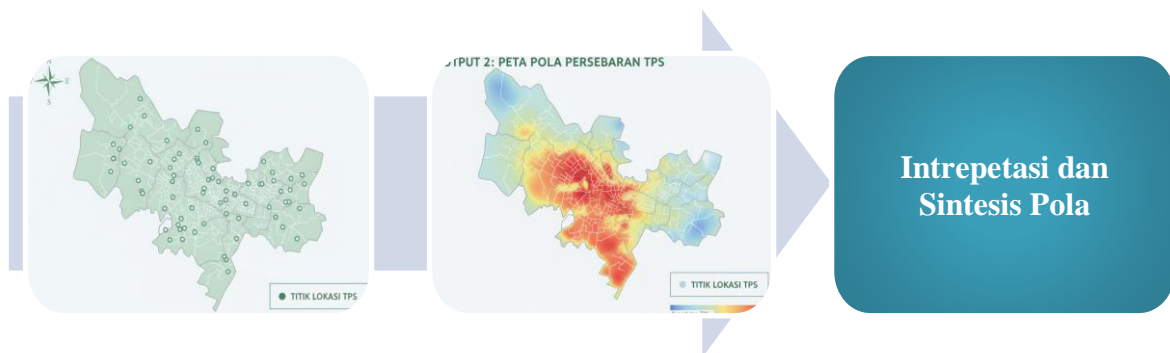


Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari instansi pemerintah dan lembaga resmi. Data-data tersebut meliputi:

- **Data Spasial Titik Sebaran Fasilitas TPS:** Data koordinat geografis (lintang dan bujur) seluruh TPS eksisting di Kota Yogyakarta. Data ini diperoleh dari Lampiran Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 10 Tahun 2021 tentang RDTR Kota Yogyakarta Tahun 2021-2041.
- **Data Administrasi Kelurahan:** Peta batas administrasi kelurahan di Kota Yogyakarta dalam format digital (*shapefile*). Data ini diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG).
- **Data Jumlah Penduduk per Kelurahan:** Data statistik jumlah penduduk setiap kelurahan di Kota Yogyakarta. Data ini diperoleh dari BPS Kota Yogyakarta.

Analisis data dilakukan secara bertahap, dari pemetaan deskriptif hingga analisis kepadatan spasial, untuk mencapai tujuan penelitian.



Gambar 2. Tahapan Analisis Penelitian

Tahap 1: Pemetaan Sebaran Deskriptif (Output 1: Peta Sebaran)

Tahap pertama adalah analisis deskriptif-spasial. Data titik lokasi TPS dipetakan (di-plot) di atas peta dasar administrasi kelurahan Kota Yogyakarta. Peta sebaran ini (Output 1) digunakan untuk memberikan gambaran visual awal mengenai distribusi fasilitas secara absolut dan untuk mengidentifikasi kelurahan-kelurahan yang memiliki atau tidak memiliki fasilitas TPS.

Tahap 2: Analisis Kepadatan Kernel (Output 2: Peta Pola Persebaran)

Untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai pola persebaran (mengelompok, acak, atau menyebar) dan mengidentifikasi konsentrasi pelayanan, digunakan metode **Analisis Kepadatan Kernel (Kernel Density Estimation/KDE)**.

KDE adalah sebuah teknik interpolasi spasial yang menghitung kepadatan suatu fenomena (titik TPS) dalam radius tertentu di sekitar setiap titik. Metode ini menghasilkan sebuah permukaan *raster* yang kontinu, di mana setiap sel grid pada peta memiliki nilai yang merepresentasikan estimasi kepadatan fasilitas. Proses KDE bekerja dengan menempatkan permukaan tiga dimensi (kernel) di atas setiap titik data, dan nilai-nilai tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan permukaan kepadatan yang halus. Area dengan nilai tinggi pada peta *output* (sering diwarnai dengan warna "panas" seperti merah) menunjukkan adanya konsentrasi atau *hotspot* fasilitas. Sebaliknya, area dengan nilai rendah (warna "dingin" seperti biru) menunjukkan *coldspot* atau area dengan kelangkaan fasilitas. Penentuan *bandwidth* (radius pencarian) dalam analisis KDE merupakan langkah krusial dan disesuaikan dengan skala analisis (lingkup perkotaan) dan karakteristik sebaran data untuk menghasilkan pola yang paling representatif.

Tahap 3: Interpretasi dan Sintesis Pola

Output dari analisis KDE (Output 2: Peta Pola Persebaran) kemudian diinterpretasikan. Pola *hotspot* dan *coldspot* yang teridentifikasi dianalisis dalam konteks wilayah administrasi kelurahan dan dikaitkan dengan data kepadatan penduduk. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian antara konsentrasi pelayanan TPS dengan konsentrasi permintaan (penduduk), sehingga dapat mengidentifikasi area yang berpotensi mengalami kesenjangan pelayanan (*service gaps*) yaitu area padat penduduk namun berada di zona *coldspot* TPS.

HASIL DAN ANALISIS

a. Sebaran Fasilitas Tempat Pembuangan Sementara (TPS)

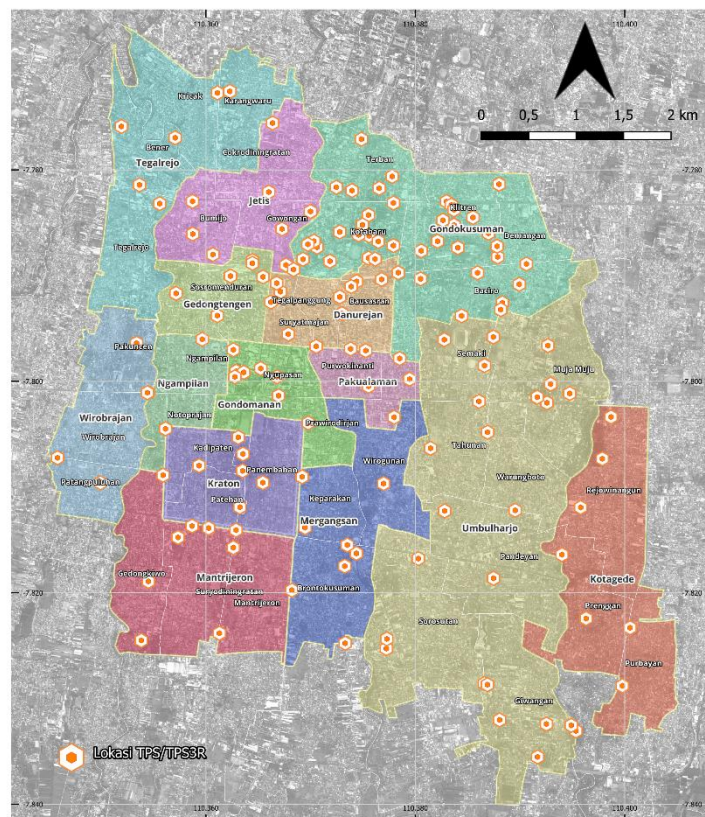
Berdasarkan data titik sebaran TPS di Kota Yogyakarta yang terlampir (Tabel 1), dapat diidentifikasi distribusi jumlah TPS di 45 kelurahan. Secara umum, jumlah TPS per kelurahan menunjukkan variasi yang signifikan, mengindikasikan adanya ketimpangan dalam ketersediaan fasilitas persampahan di tingkat administrasi terkecil kota. Distribusi ini secara deskriptif menunjukkan bahwa sebaran TPS tidak merata di seluruh wilayah Kota Yogyakarta. Konsentrasi TPS cenderung berada di bagian tengah dan utara kota, khususnya di Kecamatan Gondokusuman, sementara kelurahan di bagian selatan dan barat daya memiliki jumlah TPS yang lebih sedikit. Pola sebaran deskriptif ini menjadi dasar untuk analisis kepadatan yang lebih mendalam.

Tabel 1. Sebaran Tempat Pembuangan Sementara (TPS) di Kota Yogyakarta

No	Kemantren	Kelurahan	Jumlah TPS
1	Danurejan	Tegalpanggung	4
2	Danurejan	Suryatmajan	4
3	Danurejan	Bausasran	3
4	Gedongtengen	Pringgokusuman	2
5	Gedongtengen	Sosromenduran	4
6	Gondokusuman	Baciro	7
7	Gondokusuman	Demangan	4
8	Gondokusuman	Terban	5
9	Gondokusuman	Klitren	10
10	Gondokusuman	Kotabaru	15
11	Gondomanan	Prawirodirjan	1
12	Gondomanan	Ngupasan	7
13	Jetis	Cokrodiningratan	2
14	Jetis	Bumijo	3
15	Jetis	Gowongan	4
16	Kotagede	Rejowinangun	3
17	Kotagede	Prenggan	2
18	Kotagede	Purbayan	2
19	Kraton	Patehan	2
20	Kraton	Kadipaten	1
21	Kraton	Panembahan	3
22	Mantrijeron	Mantrijeron	3
23	Mantrijeron	Suryodiningratan	3
24	Mantrijeron	Gedongkiwo	3

No	Kemantren	Kelurahan	Jumlah TPS
25	Mergangsan	Brontokusuman	5
26	Mergangsan	Keparakan	2
27	Mergangsan	Wirogunan	1
28	Ngampilan	Notoprajan	1
29	Ngampilan	Ngampilan	1
30	Pakualaman	Gunungketur	2
31	Pakualaman	Purwokinanti	2
32	Tegalrejo	Kricak	1
33	Tegalrejo	Tegalrejo	1
34	Tegalrejo	Karangwaru	1
35	Tegalrejo	Bener	3
36	Umbulharjo	Sorosutan	5
37	Umbulharjo	Tahunan	1
38	Umbulharjo	Pandeyan	3
39	Umbulharjo	Semaki	3
40	Umbulharjo	Warungboto	1
41	Umbulharjo	Mujamuju	0
42	Umbulharjo	Giwangan	5
43	Wirobrajan	Pakuncen	1
44	Wirobrajan	Wirobrajan	2
45	Wirobrajan	Patangpuluhan	2

Sumber: Olah data Lampiran Peraturan Walikota Kota Yogyakarta 10/2021



Gambar 3. Peta Sebaran TPS di Kota Yogyakarta

Dari tabel dan Gambar 3 tersebut, teridentifikasi tiga temuan utama. Pertama, terdapat konsentrasi fasilitas yang sangat tinggi di beberapa kelurahan yang berfungsi sebagai pusat kota. Kelurahan Kotabaru (Kemantren Gondokusuman) memiliki jumlah TPS tertinggi secara absolut, yaitu 15 unit, diikuti oleh Kelurahan Klitren (Gondokusuman) dengan 10 unit. Kedua, sejumlah kelurahan lain dengan fungsi campuran juga memiliki jumlah relatif tinggi, seperti Baciro, Ngupasan, dan Cokrodingratan (masing-masing 7 unit).

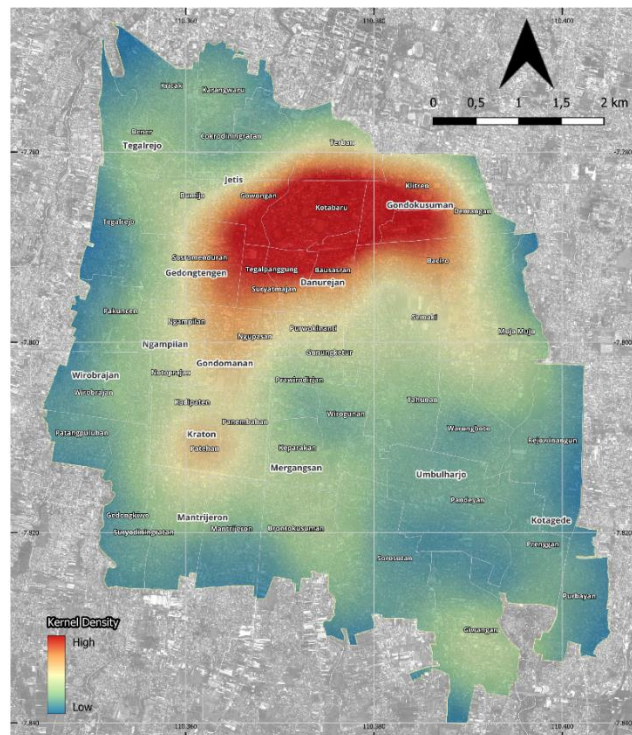
Ketiga, dan yang paling kritis, adalah adanya kesenjangan ketersediaan yang ekstrem. Sebagian besar kelurahan hanya memiliki 1 hingga 3 unit TPS. Puncaknya, Kelurahan Muja Muju (Kemantren Umbulharjo) tercatat tidak memiliki fasilitas TPS sama sekali (0 unit). Temuan deskriptif ini sejalan dengan penelitian pemetaan fasilitas di lokasi lain seperti Ambon [13] dan Silae [15] yang juga fokus pada inventarisasi lokasi. Namun, data tabular ini belum mampu menjelaskan bagaimana fasilitas tersebut terkonsentrasi secara spasial di dalam atau di lintas batas kelurahan, yang hanya bisa dijawab melalui analisis kepadatan.

b. Analisis Pola Kepadatan Spasial

Untuk mengevaluasi pola persebaran, analisis *Kernel Density Estimation* (KDE) diterapkan pada titik-titik lokasi TPS (Gambar 3). Hasil analisis (Gambar 4) memvisualisasikan pola spasial dengan jelas. Hasil analisis *Kernel Density Estimation* (KDE) memberikan gambaran visual mengenai pola kepadatan TPS di Kota Yogyakarta. Peta kepadatan ini menunjukkan area dengan konsentrasi tinggi (*hotspot*) dan konsentrasi rendah (*coldspot*) fasilitas TPS.

Berdasarkan Peta Pola Kepadatan Persebaran TPS (Gambar 4), terlihat bahwa Kota Yogyakarta memiliki pola persebaran fasilitas persampahan yang cenderung mengelompok (*clustered*), bukan acak atau tersebar merata. Hasil KDE menunjukkan bahwa pola persebaran TPS di Kota Yogyakarta **sangat mengelompok (clustered)** dan tidak tersebar secara merata.

- **Zona Hotspot (Kepadatan Tinggi):** Teridentifikasi sebuah **hotspot** utama (zona inti berwarna merah) yang terkonsentrasi di bagian tengah-utara kota. Zona ini berpusat di wilayah Kemantren **Gondokusuman** (mencakup Kotabaru dan Klitren) dan **Jetis** (mencakup Cokrodingratan), serta meluas ke sebagian wilayah **Danurejan** dan **Gondomanan**. Zona ini merepresentasikan area dengan konsentrasi pelayanan TPS tertinggi di seluruh kota.
- **Zona Transisi:** Di sekeliling zona inti, terdapat zona transisi (berwarna kuning dan hijau) yang menunjukkan kepadatan sedang, mencakup area seperti Gedongtengen, Ngampilan, dan sebagian Mergangsan.
- **Zona Coldspot (Kepadatan Rendah):** Area terluas di Kota Yogyakarta teridentifikasi sebagai **coldspot** (zona berwarna biru/hijau tua), yang menunjukkan kelangkaan fasilitas. Zona ini mencakup hampir seluruh wilayah di bagian selatan, seperti Kemantren **Umbulharjo**, **Kotagede**, dan **Mantriweron**, serta wilayah di bagian barat (Wirobrajan) dan utara (sebagian Tegalarjo).



Gambar 4. Hasil Analisis *Kernel Density Estimation* Fasilitas TPS di Kota Yogyakarta

Analisis pola ini memberikan pemahaman yang lebih dalam daripada sekadar pemetaan deskriptif [14]. Penggunaan KDE berhasil mengidentifikasi kluster pelayanan secara lebih objektif, sebuah pendekatan yang juga ditekankan dalam studi internasional untuk optimalisasi fasilitas [16]. Pola ini mengkonfirmasi temuan dari Tabel 1, di mana kelurahan dengan jumlah TPS absolut terbanyak (Kotabaru dan Klitren) memang menjadi episentrum dari kluster pelayanan spasial.

Interpretasi pola kepadatan ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor. Pertama, area hotspot TPS umumnya berada di pusat kota atau kawasan yang memiliki tingkat kepadatan penduduk dan aktivitas ekonomi yang tinggi. Kawasan seperti Kotabaru dan Demangan merupakan pusat perkantoran, perdagangan, dan pemukiman padat, sehingga kebutuhan akan fasilitas TPS juga tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan Ghosh & Ng [1] yang menekankan pentingnya mempertimbangkan densitas populasi dalam perencanaan fasilitas sampah di perkotaan. Kedua, infrastruktur lama dan sejarah pengembangan kota juga dapat memengaruhi penempatan TPS. Lokasi-lokasi yang telah lama menjadi pusat kegiatan mungkin telah dilengkapi dengan fasilitas persampahan sejak awal.

c. Interpretasi Pola dan Implikasi Pelayanan

Pola spasial yang teridentifikasi pada Gambar 4 bukan terbentuk secara acak. Pola ini sangat merefleksikan morfologi dan struktur fungsional Kota Yogyakarta. *Hotspot* yang teridentifikasi di Gondokusuman dan Jetis berkorelasi kuat dengan pusat aktivitas komersial, perkantoran, pendidikan, dan jasa kota. Area ini (seperti koridor Jl. Jend. Sudirman, Cik Di Tiro, dan kawasan Kotabaru) secara historis merupakan pusat kegiatan non-domestik yang menghasilkan volume sampah tinggi. Penempatan fasilitas TPS yang terkonsentrasi di sana tampaknya merupakan respons kebijakan untuk melayani kebutuhan dari guna lahan komersial-jasa tersebut.

Implikasi paling signifikan dari analisis ini adalah teridentifikasinya **ketidakseimbangan atau kesenjangan pelayanan (*spatial service gap*)** yang nyata antara wilayah pusat kota dan wilayah permukiman.

1. **Ketidakseimbangan Spasial (*Spatial Mismatch*):** Terjadi ketidaksesuaian yang jelas antara lokasi penawaran layanan (TPS) dengan lokasi permintaan layanan (penduduk). Wilayah *coldspot* yang luas di selatan (Umbulharjo, Kotagede) dan barat (Wirobrajan) merupakan area yang didominasi oleh **permukiman padat penduduk**. Kepadatan fasilitas yang sangat rendah di area-area ini mengindikasikan adanya **potensi mismatch**. Penduduk di area permukiman padat harus mengakses fasilitas yang lokasinya terkonsentrasi di pusat komersial.
2. **Kerentanan Aksesibilitas dan Kasus Muja Muju:** Kelurahan **Muja Muju** (Kemantren Umbulharjo) yang secara absolut **tidak memiliki TPS sama sekali**, secara spasial berada tepat di tengah zona *coldspot* terbesar. Ini adalah temuan kritis yang menunjukkan kegagalan pelayanan infrastruktur dasar di level kelurahan. Penduduk di wilayah tersebut memiliki aksesibilitas spasial yang sangat rendah terhadap fasilitas pembuangan sampah legal. Kondisi ini secara teoretis dapat meningkatkan risiko praktik pembuangan sampah liar (*illegal dumping*) di sungai, lahan kosong, atau tepi jalan, yang pada gilirannya menurunkan kualitas kesehatan lingkungan [5] dan kenyamanan warga [7].
3. **Implikasi Kebijakan:** Ketergantungan pada pola pelayanan yang sangat terpusat (sentralistik) ini menjadi rentan, terutama dalam situasi krisis sampah regional [10]. Analisis ini membuktikan bahwa strategi SWM tidak bisa hanya fokus pada aspek teknis-operasional (pengangkutan) atau *zero-waste* di tingkat rumah tangga [19], tetapi juga harus didukung oleh **pemerataan infrastruktur spasial**. Temuan ini sejalan dengan Ghosh & Ng [1] yang menekankan pentingnya analisis spasial-temporal untuk SWM yang efektif. Tanpa evaluasi spasial, masterplan pengelolaan sampah yang ada [8] berisiko gagal mengimplementasikan aspek keadilan layanan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis sebaran dan pola spasial fasilitas TPS di Kota Yogyakarta menggunakan analisis deskriptif dan *Kernel Density Estimation* (KDE). Berdasarkan hasil dan analisis, ditarik tiga kesimpulan utama:

1. **Sebaran Absolut Sangat Tidak Merata:** Terdapat disparitas ekstrem dalam jumlah fasilitas antar kelurahan. Kelurahan Kotabaru (Gondokusuman) memiliki 15 unit TPS, sementara Kelurahan Muja Muju (Umbulharjo) tidak memiliki satu pun fasilitas TPS.
2. **Pola Spasial Sangat Mengelompok:** Analisis KDE membuktikan bahwa pola persebaran TPS tidak acak atau merata, melainkan **sangat mengelompok (*clustered*)**. Terbentuk sebuah **hotspot** (kluster kepadatan sangat tinggi) yang berpusat di area komersial-jasa di Gondokusuman dan Jetis.

3. **Indikasi *Spatial Mismatch* dan Kesenjangan Pelayanan:**

Teridentifikasi **coldspot** (kepadatan sangat rendah) yang luas yang mencakup sebagian besar wilayah permukiman padat penduduk, terutama di bagian selatan (Umbulharjo, Kotagede) dan periferi. Hal ini mengindikasikan adanya **ketidakseimbangan spasial** antara lokasi penyediaan layanan (terpusat di area komersial) dan lokasi permintaan layanan (area permukiman), yang menciptakan kesenjangan pelayanan lingkungan yang nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ghosh dan K. T. W. Ng, "Temporal and spatial distributions of waste facilities and solid waste management strategies in rural and urban Saskatchewan, Canada," *Sustainability*, vol. 13, no. 12, hal. 6887, 2021, doi: 10.3390/su13126887.
- [2] R. Long, J. Yang, H. Chen, Q. Li, W. Fang, dan L. Wang, "Co-evolutionary simulation study of multiple stakeholders in the take-out waste recycling industry chain," *J. Environ. Manage.*, vol. 231, hal. 701–713, Feb 2019, doi: 10.1016/j.jenvman.2018.10.061.
- [3] Bank Dunia, "What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050," Diakses: 6 November 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>
- [4] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Peta Jalan Pengelolaan Sampah Nasional." Diakses: 6 November 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://sipsn.kemenvh.go.id/sipsn/>
- [5] G. Widjaja dan S. L. Gunawan, "Dampak Sampah Limbah Rumah Tangga terhadap Kesehatan Lingkungan," *Zahra J. Heal. Med. Res.*, vol. 2, no. 4, hal. 266–275, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://adisampublisher.org/index.php/aisha/article/download/208/214/444>
- [6] N. P. D. A. Permanasuri dan A. A. A. S. R. Yulianasari, "Kenyamanan Warga terhadap Ketersediaan Sarana dan Prasarana di Perumahan Griya Bama Raya Permai Palangka Raya Kalimantan Tengah," *J. Anal.*, vol. 9, no. 1, hal. 41–54, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.undwi.ac.id/index.php/anala/article/view/1049>
- [7] F. Fanani dan A. C. Kurniati, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Kota Yogyakarta Menurut Persepsi Masyarakat," *TATALOKA*, vol. 24, no. 2, hal. 156–166, 2022, doi: 10.14710/tataloka.24.2.156-166.
- [8] M. Zulazmi, "Ide Pengurangan Sampah Melalui Aktivitas Mahasiswa di Kota Yogyakarta Berbasis Masterplan Pengelolaan Persampahan Tahun 2022-2031," *J. Innov. Res. Knowl.*, vol. 2, no. 2, hal. 429–436, 2022, doi: 10.53625/jirk.v2i2.2910.
- [9] Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta, "Kota Yogyakarta dalam Angka 2023," 2024. Diakses: 6 November 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://jogjakota.bps.go.id/id>
- [10] H. H. Ikhlesi dan M. S. Firdaus, "Identifikasi Permasalahan Pengelolaan Sampah di Daerah Istimewa Yogyakarta: Perspektif Kerjasama Antar Daerah dan Peran Kelembagaan," *J. Terap. Pemerintah. Minangkabau*, vol. 5, no. 1, hal. 32–40, 2025, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.ipdn.ac.id/index.php/jtpm/article/view/5117>
- [11] A. H. Fhitri, "Analisis Pola Persebaran dan Aksesibilitas Pelayanan Fasilitas Kesehatan di Kota Tanjungpinang," *Universitas Islam Riau*, 2022. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.uir.ac.id/id/eprint/13112/>
- [12] A. Lestari, A. N. Dewanti, D. P. Astha, dan M. I. Pratama, "Analisis Pola Persebaran Fasilitas Sosial di Kabupaten Penajam Paser Utara," *Compact Spat. Dev. J.*, vol. 3, no. 1, 2024, doi: 10.35718/compact.v3i1.1164.
- [13] J. Riry dan R. B. Riry, "Pemetaan Persebaran Tempat Pembuangan Sementara (TPS) di Kota Ambon," *Hatunuku J. Pendidik. IPS*, vol. 1, no. 2, hal. 131–140, 2025, doi: 10.62710/4gj2sz26.
- [14] T. Pratama, N. Nefilinda, dan A. Rezki, "Analisis Pola Persebaran TPA dan TPS serta Strategi Pengelolaan Sampah di Kabupaten Pasaman Barat," *J. Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal Environ. Sustain. Manag.)*, vol. 8, no. 3, hal. 295–306, 2024, doi: 10.36813/jplb.8.3.295-306.
- [15] M. Kaloan dan D. D. Eisenring, "Distribusi Fasilitas Persampahan pada Kawasan Perumahan Silae di Kelurahan Silae," *RUANG J. Arsit.*, vol. 17, no. 2, hal. 45–54, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnalruang.arsitektur.fatek.untad.ac.id/index.php/JURNALRUANG/article/view/162>
- [16] S. Azri, U. Ujang, dan N. S. Abdullah, "Within cluster pattern identification: A new approach for optimizing recycle point distribution to support policy implementation on waste management in Malaysia," *Waste Manag. Res.*, vol. 41, no. 3, hal. 687–700, 2023, doi: 10.1177/0734242X221123489.
- [17] B. Fang *et al.*, "Artificial intelligence for waste management in smart cities: a review," *Environ. Chem. Lett.*, vol. 21, no. 4, hal. 1959–1989, 2023, doi: 10.1007/s10311-023-01604-3.
- [18] E. K. Purwendah, "Kewajiban Masyarakat dalam Pemeliharaan Kelestarian Lingkungan Hidup melalui Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat," *J. Pacta Sunt Servanda*, vol. 3, no. 2, hal. 70–77, 2022, doi: 10.23887/jpss.v3i2.5981.
- [19] I. G. P. Suryawan dan I. A. Atmika, "Pengelolaan Sampah Berbasis Zerowaste No Landfill sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan Berkelanjutan," *J. Bakti Sar. Media Publ. Penelit. dan Penerapan Ipteks*, vol. 10, no. 2, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/baktisaraswati/article/view/2551>
- [20] I. H. Aselna dan M. Chaerul, "Analysis of Consumers Participation in Packaging Waste Management in Yogyakarta City: Analisis Partisipasi Konsumen dalam Pengelolaan Sampah Kemasan di Kota Yogyakarta," *Media Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 10, no. 2, hal. 83–92, 2025, doi: 10.33084/mitl.v10i2.10260.