

Analisis Persebaran Industri di Kota Balikpapan menggunakan Metode *Kernel Density* secara Temporal

Dhyah Puspita Dewi-1^a, Berly Gizela-2^a

^aProgram Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,
Fakultas Pembangunan Berkelanjutan, Institut Teknologi Kalimantan
Jl. Soekarno Hatta No.KM 15, Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan,
Kalimantan Timur 76127

*Email: dhyah.dewi@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan jumlah dan persebaran industri menengah dan besar di wilayah perkotaan memunculkan permasalahan spasial yang kompleks, terutama terkait dengan ketidaksinkronan antara perkembangan kawasan industri dan kebijakan tata ruang. Di Kota Balikpapan, peningkatan jumlah titik industri dari tahun 2019 ke 2024 terjadi secara signifikan. Permasalahan ini mengindikasikan perlunya pemahaman yang lebih dalam terhadap pola distribusi spasial industri agar pengambilan kebijakan tidak hanya berbasis administratif, tetapi juga berbasis data spasial yang aktual. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan persebaran titik industri di Kota Balikpapan menggunakan metode Kernel Density Estimation (KDE). Hasil analisis menunjukkan adanya perubahan pola sebaran dari yang semula terpusat menjadi lebih menyebar, dengan peningkatan nilai KDE maksimum dari 1,5213 (2019) menjadi 1,6745 (2024).

Kata Kunci : *Industri, Kernel Density, Spasial*

1. Latar Belakang

Pertumbuhan industri merupakan bagian penting dari proses pembangunan wilayah karena mampu mendorong pertumbuhan ekonomi, penciptaan lapangan kerja, serta penguatan rantai pasok antarwilayah [1]. Namun, peningkatan jumlah dan intensitas aktivitas industri seringkali menciptakan dampak spasial yang kompleks, terutama pada struktur penggunaan lahan dan tekanan terhadap lingkungan [2]. Industri sedang dan besar memiliki dampak yang jauh lebih signifikan dibandingkan industri kecil, karena menyerap sumber daya dalam jumlah besar, menghasilkan limbah dalam skala tinggi, dan menuntut infrastruktur serta energi yang intensif. Dampak ini bersifat multidimensi, baik secara ekonomi, sosial, maupun lingkungan, sehingga

membutuhkan pemantauan distribusi spasial yang sistematis dan berbasis data.

Kota Balikpapan sebagai salah satu pusat ekonomi di Provinsi Kalimantan Timur bahkan bagi hampir seluruh di provinsi di Pulau Kalimantan memiliki peningkatan titik industri menengah dan besar yang cukup signifikan, yaitu dari 50 titik di tahun 2019 menjadi 91 titik di tahun 2024 [3], [4]. Peningkatan ini banyak terkonsentrasi di Kelurahan Kariangau, seiring pengembangan Kawasan Industri Kariangau (KIK) seluas ± 3.565 Ha yang ditetapkan melalui Perda No. 12 Tahun 2012 tentang RTRW Kota Balikpapan Tahun 2012–2032. Namun, kawasan ini juga bersinggungan langsung dengan zona lindung pesisir berhutan mangrove yang seharusnya tidak diperbolehkan untuk kegiatan industri menurut aturan yang

sama. Ketidaksinkronan ini memperkuat pentingnya pemetaan dan evaluasi spasial terhadap persebaran industri secara aktual.

Seiring meningkatnya jumlah industri, maka penting untuk memahami bagaimana pola persebaran spasial titik industri berubah dari waktu ke waktu, sebelum dimasukkan sebagai dasar dalam dokumen perencanaan wilayah [5][6]. kebijakan penataan ruang di Indonesia masih cenderung bersifat administratif dan belum sepenuhnya mempertimbangkan dinamika spasial sektor industri secara langsung [7] [8]. Keadaan demikian dapat mendorong munculnya perencanaan yang reaktif terhadap pertumbuhan industri yang berkembang, yang pada akhirnya perkembangan jumlah maupun luas kawasan industri menjadi tidak terkendali. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pendekatan analisis spasial untuk mendukung perumusan kebijakan tata ruang terutama yang mendukung kebutuhan kawasan industri dan sekitarnya [9][10] yang lebih adaptif dan berbasis kondisi nyata.

Pada artikel ini, penulis berupaya menganalisis perubahan persebaran titik industri di Kota Balikpapan menggunakan metode *kernel density* dengan membandingkan hasil tahun 2019 dan 2024. Hasil analisis diharapkan dapat menjadi landasan awal untuk perumusan kebijakan pengelolaan ruang dan pengembangan kawasan industri berbasis bukti spasial.

2. Metodologi

Metode analisis spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Kernel Density Estimation* (KDE), yaitu suatu metode statistik non-parametrik yang digunakan untuk menghitung dan menggambarkan tingkat kepadatan sebaran titik-titik dalam suatu wilayah. Dalam konteks penelitian ini, KDE digunakan untuk memetakan persebaran lokasi industri berdasarkan tahun pengamatan, sehingga dapat diketahui area dengan konsentrasi industri yang tinggi maupun rendah.

Secara teknis, KDE bekerja dengan menghitung jumlah titik yang berada dalam radius tertentu dari setiap sel pada permukaan peta (raster), lalu memberikan bobot berdasarkan jarak menggunakan fungsi kernel, seperti Gaussian. Proses ini menghasilkan peta yang halus dan kontinu, yang merepresentasikan pola kepadatan spasial secara visual. Salah satu parameter penting dalam metode ini adalah bandwidth atau radius pencarian, yang menentukan seberapa luas jangkauan pengaruh setiap titik. Dalam penelitian ini, bandwidth ditentukan secara otomatis menggunakan aturan Silverman's rule-of-thumb, sebagaimana diterapkan dalam penelitian Zhang et al. [11], untuk memperoleh hasil estimasi yang optimal dan menghindari distorsi akibat outlier.

KDE dipilih karena kemampuannya dalam mengidentifikasi hotspot atau area yang memiliki kepadatan industri tinggi, sehingga dapat digunakan untuk membandingkan perubahan pola penyebaran dari waktu ke waktu. Metode ini telah banyak digunakan dalam berbagai studi spasial, termasuk dalam pemetaan pusat aktivitas ekonomi dan kluster industri [12]. Oleh karena itu, KDE dinilai sesuai untuk mendukung analisis dalam penelitian ini.

Adapun langkah yang diperlukan untuk melakukan analisis *Kernel Density Estimation* (KDE):

1. Pengumpulan Data Industri

Data utama yang digunakan berupa titik-titik lokasi industri dari Direktori Industri Besar dan Sedang Kota Balikpapan untuk dua periode waktu, yaitu tahun 2019 dan 2024. Direktori ini mencantumkan nama industri, alamat, jenis usaha, dan tahun operasional.

2. Berdasarkan data IBS sebelumnya, dilakukan proses penelusuran dan digitasi titik lokasi industri secara manual menggunakan Google Maps dan Google Earth. Setiap industri ditelusuri menggunakan nama dan

alamat yang tertera, kemudian dilakukan identifikasi visual melalui citra satelit.

3. Pembuatan Data Spasial

Lokasi yang terverifikasi kemudian di-digitasi dalam bentuk titik koordinat (longitude-latitude) dan direkam dalam format CSV. Proses ini dilakukan untuk dua periode waktu, yaitu tahun 2019 dan 2024. Koordinat hasil digitasi diimpor ke perangkat lunak GIS (ArcGIS/QGIS) dan dikonversi menjadi layer titik berbentuk shapefile (SHP). Setiap titik dilengkapi atribut identitas industri dan tahun pengamatan.

4. Analisis Kernel Density Estimation

Analisis KDE dilakukan untuk masing-masing tahun secara terpisah menggunakan fitur Kernel Density pada perangkat lunak GIS. Metode ini digunakan untuk menghitung dan memetakan tingkat kepadatan lokasi industri di seluruh wilayah studi.

Parameter yang digunakan:

- Input Point: Titik industri tahun 2019 / 2024
- Population Field: None (asumsi tiap titik berbobot sama)
- Output Cell Size: 100 meter
- Search Radius / Bandwidth: otomatis

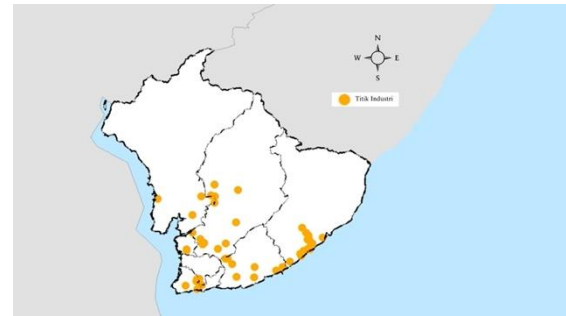
5. Hasil dan Interpretasi

Keluaran dari KDE berupa peta raster kepadatan yang menggambarkan konsentrasi industri. Warna gelap menunjukkan area dengan kepadatan industri tinggi (hotspot), sedangkan warna terang menunjukkan wilayah dengan sebaran rendah atau tidak ada industri.

3. Hasil dan Pembahasan

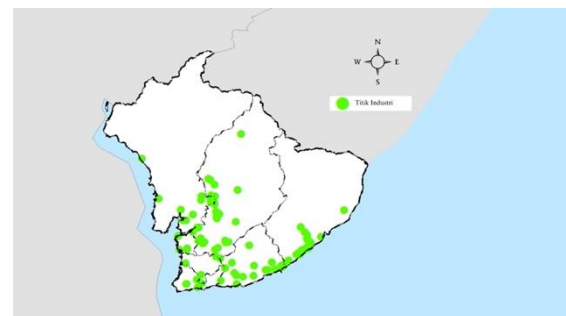
Hasil pemetaan KDE divisualisasikan dalam dua peta raster, masing-masing mewakili distribusi kepadatan industri pada tahun 2019 dan 2024. Raster ini menunjukkan tingkat

kepadatan dengan gradasi warna, di mana warna biru tua menunjukkan tingkat kepadatan tinggi (*hotspot*) dan warna biru muda menunjukkan kepadatan rendah.



Gambar 1. Persebaran Titik Industri Tahun 2019

Pada tahun 2019, pola persebaran industri menunjukkan konsentrasi utama di wilayah timur Kota Balikpapan dan sebagian kecil di Balikpapan Kota, menandakan adanya kluster industri yang terfokus di zona-zona tertentu. Titik-titik industri pada tahun 2019 cenderung membentuk pola kluster yang masih terkonsentrasi, dengan sedikit penyebaran ke wilayah lain.



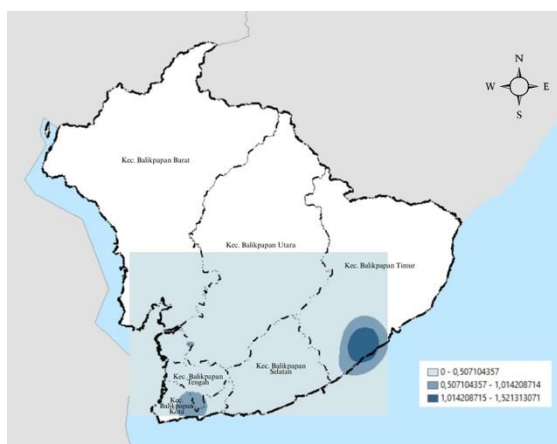
Gambar 2. Persebaran Titik Industri Tahun 2024

Namun, pada tahun 2024 pola sebaran mengalami perubahan signifikan. Terlihat adanya penambahan kluster industri baru di wilayah utara, selatan dan tengah. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah dan penyebaran spasial titik industri, yang mengarah pada pola distribusi yang lebih menyebar (*dispersed*) dibandingkan tahun sebelumnya.

Nilai KDE dalam peta dibagi ke dalam tiga kelas menggunakan pendekatan

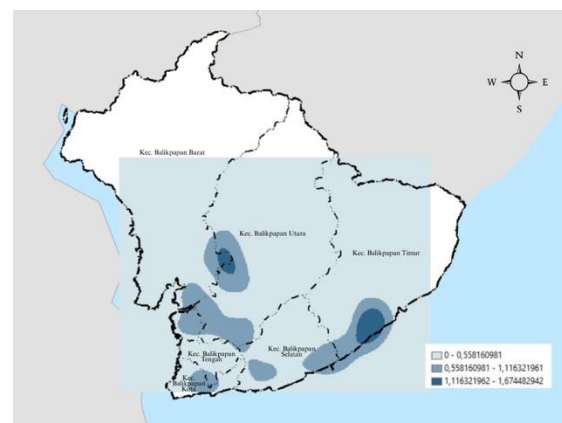
interval, baik untuk tahun 2019 maupun 2024. Pada tahun 2019 dibagi menjadi 3 kelas dengan kelas 1 (rendah) ialah rentang 0 – 0,5071, kelas 2 (sedang) pada rentang 0,5071 – 1,0142, dan kelas 3 (tinggi) yaitu rentang 1,0142 – 1,5213. Diketahui bahwa nilai KDE maksimum pada tahun 2019 adalah 1,5213. Adapun pada tahun 2024 juga dibagi menjadi 3 kelas dengan kelas 1 (rendah) berada pada rentang 0 – 0,5582, kelas 2 (sedang) berada pada rentang 0,5582 – 1,1163, dan kelas 3 (tinggi) berada pada rentang 1,1163 – 1,6745. Pada tahun 2024, nilai KDE maksimumnya adalah 1,6745.

Perbandingan nilai maksimum antar kedua tahun menunjukkan adanya peningkatan nilai kepadatan industri dari 1,5213 (2019) menjadi 1,6745 (2024). Peningkatan ini mengindikasikan bahwa dalam kurun waktu lima tahun, terjadi konsentrasi yang lebih tinggi terhadap keberadaan titik-titik industri di lokasi tertentu. Selain peningkatan nilai maksimum, perubahan batas kelas juga menunjukkan adanya pergeseran distribusi spasial industri secara menyeluruh. Jika pada tahun 2019 sebagian besar titik industri mungkin masih tersebar, maka pada tahun 2024 terlihat adanya penguatan konsentrasi yang mengarah pada pembentukan pusat-pusat aktivitas industri baru atau penguatan pusat yang sudah ada sebelumnya.



Gambar 3. Hasil Analisis *Kernel Density* Tahun 2019

Pada tahun 2019 konsentrasi titik industri masih sangat terpusat dan terbatas pada dua wilayah utama yaitu wilayah timur dan selatan. Wilayah timur merupakan pusat kepadatan tertinggi. Hal ini ditunjukkan oleh zona berwarna paling gelap, mengindikasikan tingkat konsentrasi industri yang intens. Wilayah selatan juga menunjukkan satu pusat kepadatan yang lebih kecil. Ini menandakan adanya aktivitas industri yang bersifat lokal dan belum menyebar secara luas. Adapun wilayah barat dan utara belum menunjukkan adanya konsentrasi berarti, yang menunjukkan bahwa penyebaran industri masih sangat terbatas pada lokasi-lokasi tertentu yang mungkin memiliki keunggulan aksesibilitas atau infrastruktur.



Gambar 4. Hasil Analisis *Kernel Density* Tahun 2024

Kemudian pada tahun 2024, peta hasil KDE menunjukkan perubahan signifikan dalam sebaran spasial kepadatan industri menjadi wilayah timur, selatan, barat, dan utara. Wilayah timur tetap menjadi pusat konsentrasi industri yang utama, namun zona kepadatannya terlihat meluas ke arah barat dan utara dari lokasi inti sebelumnya. Wilayah selatan mengalami peningkatan luas cakupan dan intensitas, menunjukkan bahwa kawasan ini mengalami pertumbuhan industri yang cukup pesat dibandingkan tahun 2019. Wilayah barat, yang sebelumnya tidak menunjukkan kepadatan berarti, kini mulai berkembang menjadi zona dengan kepadatan industri

sedang hingga tinggi. Wilayah utara juga mulai menunjukkan indikasi kemunculan aktivitas industri, meskipun masih terbatas dan intensitasnya relatif rendah.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persebaran spasial industri menengah dan besar di Kota Balikpapan mengalami perubahan signifikan antara tahun 2019 dan 2024. Pola distribusi industri yang semula terkonsentrasi di wilayah timur dan selatan pada tahun 2019, mulai meluas ke wilayah barat dan utara pada tahun 2024, menandakan adanya penyebaran spasial yang lebih merata serta pembentukan klaster-klaster industri baru. Peningkatan nilai maksimum KDE dari 1,5213 menjadi 1,6745 menunjukkan adanya peningkatan kepadatan industri pada lokasi-lokasi tertentu. Perubahan ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan industri di Kota Balikpapan bersifat dinamis dan menuntut perhatian serius dalam perencanaan tata ruang.

5. Pengakuan

Terima kasih atas dukungan seluruh pihak yang membantu agar atikel ini dapat selesai dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] R. Prabowo, "Kontribusi Industri terhadap Pertumbuhan Ekonomi Nasional," *Fact. J. Ind. Manaj. dan Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 55–57, 2025, doi: 10.56211/factory.v3i2.731.
- [2] F. F. Nabila, P. Hardati, and A. Aji, "Evaluasi Kesesuaian Lahan Kawasan Industri menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Kendal Evaluation of Land Suitability for Industrial Estate using Geographic Information System in Kendal Regency," *J. Perenc. Wilayah, Kota, Dan Pemukim.*, vol. 7, no. 1, pp. 198–210, 2025.
- [3] Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan, "Direktori Industri Besar Sedang Kota Balikpapan 2019," Balikpapan, 2019. [Online]. Available: <https://balikpapankota.bps.go.id/id/publication/2020/09/22/fa50d027aec cfa858b05cc2a/direktori-perusahaan-industri-besar-sedang-kota-balikpapan-2019.html>.
- [4] Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan, "Direktori Industri Besar Sedang Kota Balikpapan 2024," Balikpapan, 2024. [Online]. Available: <https://balikpapankota.bps.go.id/id/publication/2024/12/11/e5da76cdc98 ca9efdb421f6a/direktori-industri-besar-sedang-kota-balikpapan-2024.html>.
- [5] Y. Setiawan and M. R. Sanjaya, "Analisis Ketimpangan Distribusi Spasial Industri Besar dan Sedang di Pulau Jawa Tahun 2015 sampai dengan 2019," Universitas Gadjah Mada, 2023.
- [6] N. Rachmita, A. Wibowo, and P. Manurung, "Analisis spasial evaluasi RTRW berbasis Kebencanaan di Kota Malang," *Geo Spasial*, vol. 19, no. 3, pp. 44–51, 2021.
- [7] H. M. Caesarina, R. Yuliandhari AR, M. Y. Ridhani, D. Puspitasari, and S. Uzma, "Penyuluhan Pentingnya Tinjauan Kebijakan Spasial Untuk Arahkan Kesesuaian Tata Ruang Di Kabupaten Tanah Laut," *Bakti Banua J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 17–21, 2021, doi: 10.35130/bbjm.v2i2.256.
- [8] R. K., "Analisis Kebijakan Spasial Dan Peran Kabupaten Puncak Jaya Dalam Wilayah Provinsi Papua," *LOSARI J. Arsit. Kota dan Pemukim.*, vol. 8, no. 1, p. 2023, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/losari/article/view/080102202303>.
- [9] Y. I. Astuty, Marwah Noer, Demi

- Stevany, Brenda Arham, Brigita Maria R, and Adi Wibowo, "Evaluasi Kesesuaian Kawasan Peruntukan Industri Menggunakan Model Spasial (Studi Kasus : Kabupaten Bekasi)," *J. Pendidik. Geogr. Undiksha*, vol. 11, no. 2, pp. 123–132, 2023, doi: 10.23887/jjpg.v11i2.61536.
- [10] Y. Purwaningsih and A. Wibowo, "Analisis Spasial Kesesuaian Kawasan Industri Kota Serang Berdasarkan RTRW Dengan Metode Spatial Multi-Criteria Analysis," *Geodika J. Kaji. Ilmu dan Pendidik. Geogr.*, vol. 8, no. 2, pp. 112–126, 2024, doi: 10.29408/geodika.v8i2.25819.
- [11] C. Zhang, X. Zhang, and H. Wei, "Spatial distribution characteristics and influencing factors of industrial heritage in Kunming, China," *Buildings*, vol. 15, no. 10, p. 1726, 2023, doi: 10.3390/buildings15101726.
- [12] M. Stek, "Identifying spatial technology clusters from patenting concentrations using heat map kernel density estimation," *Scientometrics*, vol. 126, pp. 1–25, 2021, doi: 10.1007/s11192-020-03751-8.