

Perbandingan Kepadatan Simpul Jaringan Transportasi di Kota Balikpapan Tahun 2019 dan 2025

The Comparison of Transportation Network Node Density in Balikpapan City in 2019 and 2025

Passatama Apryanda Kamal¹, Iwan Aminto Ardi^{1*}, Solikhah Retno Hidayati¹

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

*Email Korespondensi: iwan.ardi@itny.ac.id

Email : 6100240001@students.itny.ac.id

Email: retno_srh@itny.ac.id

ABSTRAK

Studi ini membahas identifikasi dan analisis kepadatan simpul jaringan transportasi darat di Kota Balikpapan untuk tahun 2019 dan proyeksi 2025. Kota Balikpapan, sebagai Gerbang Utama menuju Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara, mengalami transformasi fundamental dalam sistem transportasinya, didorong oleh pertumbuhan penduduk dan peran strategisnya sebagai titik konsolidasi logistik IKN. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan perubahan pola kepadatan jaringan jalan sebelum dan sesudah pembangunan infrastruktur megapolitan IKN. Metode yang digunakan adalah analisis spasial Kernel Density menggunakan data peta dari Rupa Bumi Indonesia (2019) dan Online Street Map (OSM) (2025). Analisis ini memvisualisasikan tingkat kepadatan jaringan dengan gradasi warna. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan intensitas dan luasan jaringan yang signifikan antara 2019 dan 2025. Pada 2019, kepadatan tertinggi (nilai maks 81,71) sangat terpusat di Balikpapan Selatan dan Tengah. Namun, Tahun 2025 menunjukkan peningkatan nilai kepadatan maksimum menjadi 111,71 dan terjadi perluasan area padat yang jelas hingga mencakup hampir seluruh wilayah Balikpapan Utara dan Timur. Perubahan ini memproyeksikan pertumbuhan signifikan dan pemerataan infrastruktur di seluruh wilayah administrasi, menyebabkan pergeseran pusat-pusat simpul transportasi. Solusi jangka panjang yang diusulkan adalah mengurangi kendaraan pribadi melalui revitalisasi angkutan umum massal dan optimalisasi kapasitas jaringan yang ada dengan manajemen lalu lintas ketat.

Kata kunci: Transportasi, Simpul, Kernel Density, Balikpapan

ABSTRACT

This research analyzes the concentration of land transport network intersections in Balikpapan City for 2019 and projects the figures for 2025. Balikpapan, as the primary entry and logistics hub for Indonesia's planned new capital, is undergoing significant infrastructure changes, necessitating this study to assess road network density variations pre- and post-major development projects. The methodology used is Kernel Density spatial analysis, applying data from the 2019 Indonesian Topographic Map and 2025 Online Street Map, with results visualized through graduated color schemes. Key findings show a substantial increase in network intensity and geographical coverage between the two periods. In 2019, the peak density (81.71) was primarily concentrated in the southern and central parts of the city. By 2025, the peak density value is projected to rise to 111.71, with high-density zones visibly expanding to cover nearly all northern and eastern areas. This shift suggests considerable infrastructure growth and a more balanced distribution across the administrative area, leading to a change in transportation focal points. The study recommends future strategies focusing on upgrading mass transit, reducing reliance on personal vehicles, and implementing comprehensive traffic control measures to improve the efficiency of the burgeoning network.

Keyword : Transportation, Node, Kernel Density, Balikpapan

PENDAHULUAN

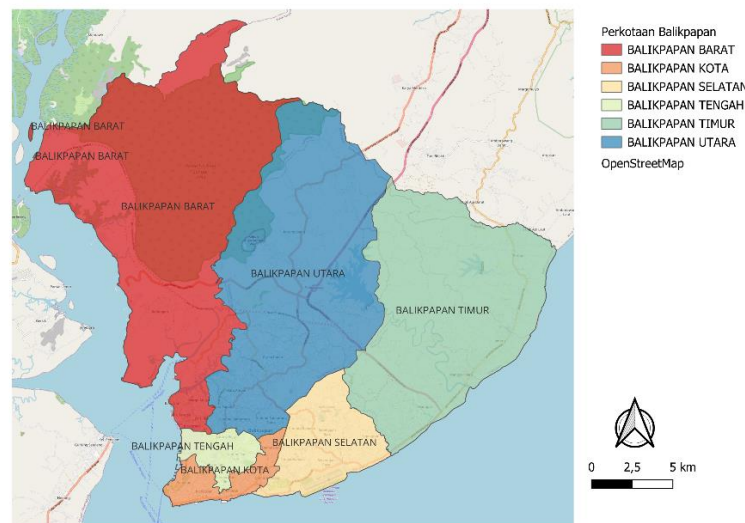
Kota Balikpapan, secara historis dikenal sebagai "Kota Minyak," telah lama menjadi pusat kegiatan ekonomi dan logistik di Kalimantan Timur. Dalam dekade terakhir (2015–2025), sistem transportasi darat kota ini mengalami transformasi fundamental, didorong oleh pertumbuhan penduduk yang pesat dan, yang paling signifikan, penatapannya sebagai Gerbang Utama menuju Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara. Perubahan ini telah memunculkan tantangan besar dalam hal kepadatan lalu lintas dan sekaligus membuka peluang untuk modernisasi sistem transportasi massal yang terintegrasi [1]. Jaringan transportasi darat di Balikpapan

didominasi oleh sistem jalan raya yang menghubungkan pusat kota, kawasan industri, dan simpul transportasi primer (Bandara dan Pelabuhan). Panjang jalan negara di Balikpapan per 2023 mencapai sekitar 75,74 km, dan jalan provinsi 34,1 km, yang menunjukkan peran vitalnya dalam skala regional (RPJPD Kota Balikpapan, 2025–2045) [2].

Koridor utama kota, seperti Jalan Jenderal Sudirman, Jalan Ahmad Yani, Jalan Syarifuddin Yoes, dan Jalan Soekarno-Hatta, berfungsi sebagai jalur arteri primer yang menanggung beban lalu lintas tertinggi. Sayangnya, penambahan jumlah kendaraan pribadi yang terus meningkat tidak diimbangi dengan penambahan luas jaringan jalan, menciptakan kondisi kepadatan di banyak ruas, terutama di wilayah seperti Muara Rapak. Pergeseran tata guna lahan, di mana perkantoran berpindah dari Balikpapan Timur ke Balikpapan Utara sejak 2015, juga menyebabkan pola pergerakan (*crossing*) kendaraan yang semakin kompleks, memperparah titik kepadatan [3].

Era 2020-an ditandai dengan pembangunan infrastruktur megapolitan yang mengubah lanskap transportasi darat. Pembangunan Jalan Tol Balikpapan-Samarinda (Balsam) dan khususnya Jalan Tol Balikpapan-IKN (ditargetkan rampung bertahap hingga 2025) menjadi kunci utama. Jalan tol ini bertujuan menjamin akses cepat dan efisien bagi logistik pembangunan IKN dan menjadi jalur utama bagi ASN serta masyarakat umum. Perencanaan koridor ini sangat vital karena Balikpapan menjadi titik konsolidasi logistik utama. Volume lalu lintas di koridor Balikpapan-Samarinda (yang dilalui jalan tol) diperkirakan mencapai 8.000–10.000 kendaraan per hari pada tahun 2025. Konektivitas ini menjadikan Balikpapan sebagai daerah penyangga strategis. Kelurahan Karang Joang, misalnya, menjadi satu-satunya kawasan penyangga IKN di Balikpapan yang memiliki akses darat secara langsung menuju Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) IKN Nusantara[1].

Sistem transportasi darat Balikpapan masih menghadapi tantangan kronis berupa tingginya ketergantungan masyarakat pada kendaraan pribadi (sepeda motor dan mobil). Pergerakan masyarakat Balikpapan mayoritas menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan angkutan umum. Data persentase kendaraan yang melintas di jalan nasional pada tahun 2021 menunjukkan dominasi sepeda motor mencapai 50% dari total kendaraan. Tingginya bangkitan kendaraan pribadi, ditambah dengan keterbatasan sarana dan prasarana jalan, telah membuat Balikpapan rawan mengalami kondisi kemacetan seperti kota-kota besar lain jika tidak segera diantisipasi [1].

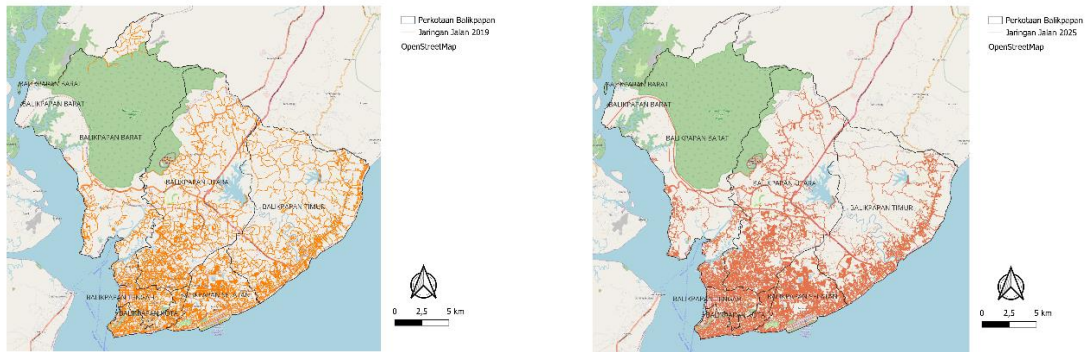


Gambar 1. Wilayah Perkotaan Balikpapan

METODE PENELITIAN

Metode analisis yang digunakan dalam studi ini adalah analisis Kernel Density Estimation (KDE), atau Estimasi Kepadatan Kernel, adalah metode non-parametrik yang digunakan untuk memperkirakan fungsi probabilitas kepadatan (Probability Density Function - PDF) dari suatu variabel acak berdasarkan sampel data. Sederhananya, KDE membantu kita memvisualisasikan dan memahami distribusi suatu set data dengan cara yang lebih halus daripada histogram [4]. KDE bekerja dengan menempatkan sebuah fungsi "kernel" (biasanya berbentuk lonceng simetris, seperti Gaussian atau Epanechnikov) di sekitar setiap titik data. Kernel ini pada

dasarnya adalah fungsi kepadatan probabilitas kecil. Penempatan Kernel: Sebuah kernel ditempatkan pada setiap observasi dalam dataset. Penjumlahan: Semua fungsi kernel ini kemudian dijumlahkan dan dinormalisasi untuk menghasilkan kurva kepadatan yang diperkirakan [5]. Kurva akhir ini merepresentasikan kepadatan probabilitas di seluruh rentang data. Kurva hasil KDE akan menjadi lebih tinggi di area di mana terdapat banyak titik data yang berdekatan dan lebih rendah di area dengan data yang jarang. Ini memberikan representasi yang kontinu dan halus dari distribusi data, termasuk identifikasi mode (puncak) dan skewness (kemiringan). Penelitian ini memanfaatkan big data dari Open Street Map (OSM), berupa jaringan jalan yang diakuisisi pada tahun 2025, dan dibandingkan dengan data peta dari Rupa Bumi Indonesia (RBI) Tahun 2019.



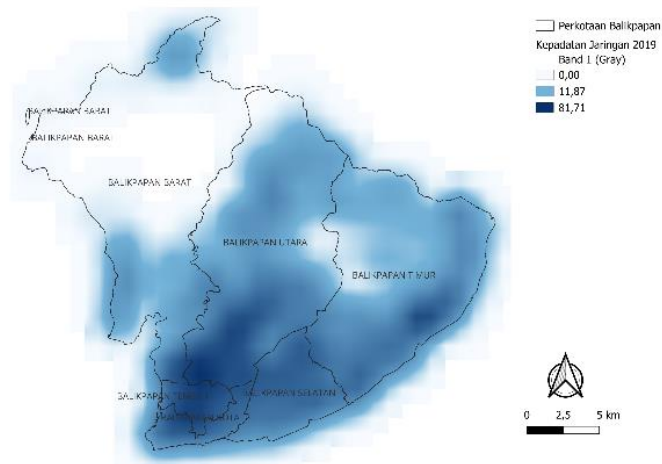
Jaringan Jalan 2019

Jaringan Jalan 2025

Gambar 2. Perbandingan Jaringan Jalan 2019 dan 2025

HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan analisis kepadatan jaringan jalan tahun 2019 dengan menggunakan data peta dari Rupa Bumi Indonesia diperoleh gambar 3 sebagai berikut :

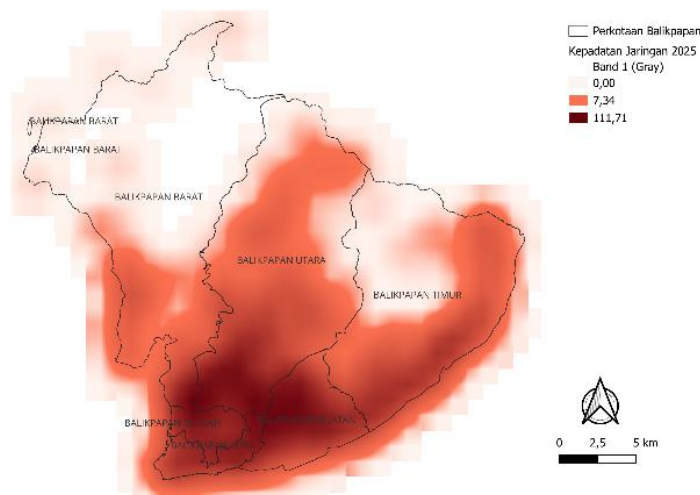


Gambar 3. Kepadatan Jaringan 2019 Berdasarkan Analisis Kernel Density

Peta ini menggunakan gradasi warna untuk menampilkan tingkat kepadatan. Warna Putih/Biru Sangat Pucat (0,00) menunjukkan area dengan kepadatan jaringan yang sangat rendah atau hampir tidak ada (nilai 0,00). Area ini umumnya berada di pinggiran luar atau kawasan yang belum terbangun. Warna Biru Sedang (0,00 hingga 11,87) menunjukkan kepadatan jaringan yang rendah hingga sedang. Warna Biru Tua/Gelap (Mencapai 81,71) menunjukkan area dengan kepadatan jaringan yang tertinggi (mencapai nilai 81,71). Area ini adalah pusat aktivitas, perdagangan, dan pemukiman padat.

Dari visualisasi warna, terlihat jelas bahwa kepadatan jaringan tidak merata di seluruh Balikpapan. Kawasan Kepadatan Tertinggi (Biru Tua), terkonsentrasi di bagian Selatan dan Tengah Balikpapan, meliputi sebagian besar wilayah Balikpapan Selatan dan Balikpapan Tengah, serta kemungkinan area Balikpapan Kota. Ini mengindikasikan area tersebut adalah pusat kota yang paling padat dan terintegrasi jaringannya. Kawasan Kepadatan Menengah hingga Tinggi (Biru Sedang hingga Tua) meliputi wilayah Balikpapan Utara dan Balikpapan Timur menunjukkan kepadatan yang signifikan, namun lebih menyebar dan tidak sepekat di Selatan/Tengah. Ini mencerminkan pertumbuhan dan perluasan infrastruktur di daerah-daerah tersebut. Kawasan Kepadatan Rendah (Biru Pucat/Putih). Sebagian besar wilayah Balikpapan Barat dan area pinggiran Balikpapan Utara/Timur memiliki kepadatan jaringan yang lebih rendah. Ini biasanya adalah wilayah yang kurang padat penduduknya atau masih berupa kawasan hijau/belum berkembang. Secara ringkas, peta ini mengidentifikasi inti perkotaan Balikpapan yang terletak di selatan dan tengah, ditandai dengan konsentrasi infrastruktur jaringan tertinggi [6].

Berdasarkan analisis kepadatan jaringan jalan tahun 2025 dengan menggunakan data peta dari Online Street Map (OSM) diperoleh gambar sebagai berikut :



Gambar 4. Kepadatan Jaringan 2025 Berdasarkan Analisis Kernel Density

Secara ringkas, peta ini mengidentifikasi inti perkotaan Balikpapan yang terletak di selatan dan tengah, ditandai dengan konsentrasi infrastruktur jaringan tertinggi (Gambar 4).

Tabel 1. Interpretasi Kepadatan Jaringan 2025

Kepadatan Jaringan	Nilai (Gray)	Warna	Interpretasi
Sangat Rendah	0,00	Putih/Merah Pucat	Area dengan jaringan sangat minim.
Rendah hingga Sedang	0,00 hingga 7,34	Merah Muda/Jingga	Jaringan mulai ada, umumnya di area berkembang.
Tinggi hingga Sangat Tinggi	Mencapai 111,71	Merah Tua/Marun	Area dengan konsentrasi jaringan tertinggi dan terpadat.

Jika dibandingkan dengan peta 2019 yang sebelumnya Anda tunjukkan (yang menggunakan warna biru), ada beberapa perubahan signifikan yang diproyeksikan terjadi pada tahun 2025:

a. Peningkatan Nilai Maksimum:

Pada 2019, nilai kepadatan maksimum adalah 81,71 sedangkan pada tahun 2025, nilai kepadatan maksimum meningkat tajam menjadi 111,71. Kesimpulan: Proyeksi ini mengindikasikan bahwa Balikpapan diperkirakan akan mengalami peningkatan intensitas dan luasan jaringan secara signifikan dalam waktu 6 tahun, menandakan pertumbuhan dan pembangunan yang pesat.

- b. **Peluasan Area Padat:**
Area dengan warna Merah Tua/Marun (kepadatan tertinggi) tidak hanya terpusat di Balikpapan Selatan dan Tengah, tetapi mulai meluas ke utara dan timur. Balikpapan Utara dan Balikpapan Timur menunjukkan peningkatan kepadatan yang sangat jelas, menunjukkan pergeseran pusat pertumbuhan atau pemerataan infrastruktur.
- c. **Pertumbuhan Balikpapan Barat:**
Meskipun masih menjadi area dengan kepadatan terendah, wilayah Balikpapan Barat menunjukkan sedikit peningkatan gradasi warna merah muda dibandingkan dengan warna putih pucat di peta 2019. Ini menyiratkan dimulainya pengembangan jaringan di wilayah barat.
- Temuan Utama Berdasarkan Wilayah (Tahun 2025)**
- **Inti Pusat Kota (Merah Tua):** Kepadatan tertinggi tetap terkonsentrasi di Balikpapan Selatan dan Balikpapan Tengah, mencakup area Balikpapan Kota.
 - **Zona Pertumbuhan (Merah Gelap Meluas):** Zona kepadatan tinggi kini mencakup hampir seluruh wilayah Balikpapan Utara dan Balikpapan Timur.
 - **Area Perluasan Jaringan (Merah Pucat):** Hanya wilayah pinggiran dan sebagian besar Balikpapan Barat yang masih memiliki kepadatan jaringan yang relatif rendah.
 - Secara keseluruhan, peta 2025 memproyeksikan sebuah kota dengan infrastruktur jaringan yang jauh lebih padat dan lebih merata dibandingkan kondisi tahun 2019, dengan peningkatan intensitas tertinggi di seluruh wilayah administrasi.

Tabel 2. Perbandingan Kepadatan Jaringan 2019 dan 2025

Aspek Perbandingan	Data Tahun 2019	Data Tahun 2025
Warna Peta	Gradasi Biru	Gradasi Merah
Nilai Kepadatan Terendah	0,00 (Putih)	0,00 (Putih)
Nilai Kepadatan Maksimum	81,71	111,71
Skala Kepadatan	0,00 - 11,87 - 81,71	0,00 - 7,34 - 111,71
Kawasan Paling Padat	Balikpapan Selatan & Balikpapan Tengah (terkonsentrasi dan intens).	Balikpapan Selatan, Balikpapan Tengah, dan Balikpapan Utara (sangat intens).
Pola Distribusi	Kepadatan sangat terpusat di inti kota. Balikpapan Barat sangat rendah.	Kepadatan meluas dan merata ke Utara dan Timur. Intensitas di semua wilayah meningkat.
Kesimpulan Implisit	Mencerminkan kondisi kota yang berkembang dengan pusat yang jelas.	Memproyeksikan pertumbuhan signifikan dan pemerataan infrastruktur di seluruh wilayah administrasi.

Berdasarkan hasil perbandingan diatas diketahui bahwa telah terjadi pergeseran pusat-pusat simpul transportasi di wilayah perkotaan Balikpapan. Selain pergeseran pusat, kepadatan jaringan juga menjadi semakin merata di seluruh wilayah perkotaan Balikpapan. Hal ini akan berdampak pada potensi perubahan sistem transportasi darat dan keterpaduannya dengan sistem transportasi lain perkotaan Balikpapan, khususnya dalam merespon konektivitas dengan Ibu Kota Nusantara [2], [3], [7].

KESIMPULAN

Studi menyimpulkan bahwa ketidakefektifan dan ketidakefisienan sistem transportasi seringkali disebabkan oleh ketidakterpaduan antara perencanaan wilayah dan perencanaan transportasi. Pola pembangunan permukiman dan pusat kegiatan yang tidak terintegrasi dengan pengembangan jaringan jalan baru memperburuk masalah kerapatan di kawasan pinggiran dan penyangga. Di kawasan pusat kota, kerapatan jaringan yang tinggi (secara fisik) justru menghasilkan kemacetan akibat kapasitas yang terbatas dan konflik lalu lintas tinggi. Kebijakan manajemen lalu lintas seperti pelarangan parkir di ruas-ruas kritis, penertiban area konflik, dan rekayasa simpang merupakan upaya untuk meningkatkan kerapatan fungsional tanpa menambah panjang jalan. Penelitian menunjukkan bahwa manajemen lalu lintas yang efektif dapat memperbaiki LOS secara signifikan. Perbaikan Geometrik: Fokus pada peningkatan geometrik jalan di ruas-ruas rawan kecelakaan, seperti Jalan Soekarno Hatta yang mencatat sejumlah kasus kecelakaan dalam periode 2015-2019, juga secara tidak langsung berkontribusi pada peningkatan efisiensi aliran lalu lintas.

Salah satu solusi jangka panjang yang paling efektif untuk mengatasi dampak negatif kepadatan jaringan jalan yang stagnan adalah mengurangi jumlah kendaraan pribadi melalui revitalisasi angkutan umum massal. BRT (Bus Rapid Transit): Implementasi program angkutan umum seperti Bacitra (Balikpapan Cepat Transportasi) telah menunjukkan antusiasme masyarakat dengan *load factor* yang mencapai 106,82%. Keberhasilan program ini menunjukkan adanya potensi pengalihan moda yang signifikan, yang mana akan meringankan beban kepadatan lalu lintas pada jaringan jalan. Tantangan Jangkauan: Meskipun demikian, tantangan utama tetap pada jangkauan trayek yang belum mencakup seluruh daerah padat penduduk, seperti daerah Kilo. Studi lain juga menekankan bahwa peningkatan pelayanan angkutan kota memerlukan integrasi yang lebih baik dengan perencanaan tata ruang. Solusi ke depan harus berfokus pada optimalisasi kapasitas jaringan yang ada melalui manajemen lalu lintas yang ketat dan percepatan pengembangan sistem angkutan umum massal yang terintegrasi untuk mengendalikannya pertumbuhan lalu lintas. Selain itu, perencanaan terpadu antara infrastruktur jalan dan tata ruang wilayah menjadi kunci untuk memastikan pengembangan Balikpapan sebagai kota penyangga IKN yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung terselesainya penelitian dan makalah seminar ini, khususnya kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta atas kesempatan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. Kishandoko, A. Risna, J. A. Ramadhanti, and F. R. Yusuf, "Perencanaan Transportasi Umum Penghubung Kawasan IKN dengan Kota Balikpapan sebagai Upaya Percepatan Pembangunan Wilayah," *Tataloka*, vol. 27, no. 1, pp. 72–94, 2025, doi: 10.14710/tataloka.27.1.72-94.
- [2] S. A. Pangestu, J. E. Simangunsong, and M. J. Alkas, "Analisis Tingkat Pelayanan Pada Jaringan Jalan di Kecamatan Balikpapan Selatan Menggunakan Aplikasi PTV Visum," *Teknologi Sipil J. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 8, no. 2, p. 23, 2024, doi: 10.30872/ts.v8i2.17523.
- [3] E. C. İnce, "Mapping the Path to Sustainable Urban Mobility: A Bibliometric Analysis of Global Trends and Innovations in Transportation Research," *Sustain.*, vol. 17, no. 4, 2025, doi: 10.3390/su17041480.
- [4] S. Kim, S. Jeong, I. Woo, Y. Jang, R. Maciejewski, and D. S. Ebert, "Data Flow Analysis and Visualization for Spatiotemporal Statistical Data without Trajectory Information," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 24, no. 3, pp. 1287–1300, 2018, doi: 10.1109/TVCG.2017.2666146.
- [5] M. Ghanbari, M. Karimi, C. Claramunt, and C. Lagesse, "Identifying Critical Locations in Urban Transportation Networks using Network Kernel Density Estimation (Net-KDE): A Spatial Analysis," *Earth Obs. Geomatics Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 45–55, 2023.
- [6] F. F. Susanta and T. Aditya, "Visualisasi Pemodelan Hasil Analisis Jaringan Angkutan Umum Di Kabupaten Kulon Progo," *Geomatika*, vol. 26, no. 1, p. 45, 2020, doi: 10.24895/jig.2020.26-1.1085.
- [7] A. Hidayat, M. Hadid, and Hijriah, "Planning, Optimization and Development of River Transportation in Supporting The Development of Mega City IKN, Balikpapan and Samarinda," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1353, no. 1, 2024, doi: 10.1088/1755-1315/1353/1/012006.