

Analisis Pola Sebaran Spasial dan Klusterisasi Objek Wisata sebagai Dasar Pengembangan Rute Wisata Terpadu di Kecamatan Kalianda

Tika Christy Novianti^{1*}, Fajriyanto², Armijon³, Anis Saniyah Harahap⁴

¹Program Studi Teknik Survey dan Pemetaan, Universitas Lampung

²Program Studi Teknik Geodesi, Universitas Lampung

³Program Studi Teknik Survey dan Pemetaan, Universitas Lampung

⁴Program Studi Teknik Geodesi, Universitas Lampung

*Email Koresponden: tikanovianti@eng.unila.ac.id

Diterima: 05-11-2025

Disetujui: 29-11-2025

Publish: 02-12-2025

Abstrak Pengembangan pariwisata di Kecamatan Kalianda menghadapi tantangan kurangnya integrasi antar objek wisata yang tersebar, sehingga kunjungan wisatawan menjadi tidak efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola sebaran spasial dan klusterisasi objek wisata sebagai landasan ilmiah untuk pengembangan rute wisata terpadu. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), yang terdiri dari tiga analisis utama: Average Nearest Neighbor (ANN) dan Standard Deviational Ellipse (SDE) untuk menentukan pola dan koridor sebaran; analisis hotspot (heatmap) untuk mengidentifikasi kluster; dan Network Analysis untuk menguji efisiensi aksesibilitas. Hasil analisis ANN membuktikan secara statistik bahwa pola sebaran bersifat Mengelompok (Clustered) (z -score: -2,58; p -value: 0,009), dan SDE mengonfirmasi pola tersebut berbentuk linier mengikuti koridor pesisir. Analisis hotspot berhasil memetakan tiga kluster geografis: satu Kluster Utama (hotspot) yang sangat padat di pesisir tengah, serta dua Sub-Kluster terpisah di utara dan selatan. Network analysis membuktikan bahwa Kluster Utama tersebut merupakan yang paling efisien diakses dari gerbang masuk utama (Gerbang Tol dan Terminal Bus Kalianda). Hasil dari penelitian ini merekomendasikan strategi Sistem Rute Modular Berbasis Kluster, yang terdiri dari satu Rute Inti (Kalianda Central Loop) yang melayani hotspot prioritas, serta Rute Pilihan A (Utara) dan Rute Pilihan B (Selatan). Pendekatan modular ini memberikan fleksibilitas tinggi bagi wisatawan dan efisiensi fokus investasi bagi pemerintah daerah, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan pariwisata terpadu di Kecamatan Kalianda.

Kata kunci: Pola Spasial; Klusterisasi; Network Analysis; SIG; Rute Wisata Terpadu

Abstract Tourism development in Kalianda District faces the challenge of limited integration among its spatially dispersed attractions, resulting in inefficient tourist movement and uneven visitation patterns. This study aims to analyze the spatial distribution patterns and clustering of tourist attractions as a scientific basis for developing an integrated tourism route. The research employs a quantitative approach based on Geographic Information Systems (GIS), comprising three main analytical methods: the Average Nearest Neighbor (ANN) and Standard Deviational Ellipse (SDE) to determine spatial distribution patterns and directional corridors; Hot Spot (Heatmap) Analysis to identify geographical clusters; and Network Analysis to evaluate accessibility efficiency. The ANN results statistically indicate a Clustered spatial pattern (z -score: -2.58; p -value: 0.009), while the SDE confirms a linear distribution pattern aligned with the coastal corridor. The Hotspot analysis successfully identifies three geographical clusters: one Main Cluster (hotspot) with high density located in the central coastal area, and two Sub-Clusters situated in the northern and southern zones. The Network Analysis demonstrates that the Main Cluster is the most efficiently accessible area from the district's main entry points (the Kalianda Toll Gate and Bus Terminal). Based on these findings, the study proposes a Cluster-Based Modular Route System strategy, consisting of one Main Route (Kalianda Central Loop) serving the primary hotspot, along with two Alternative Routes—Route A (North) and Route B (South). This modular approach provides greater flexibility for tourists and focuses investment efficiency for local governments, thereby serving as a foundational model for integrated tourism development in Kalianda District.

Keywords: Spatial Pattern; Clustering; Network Analysis; GIS; Integrated Tourism Route

1. PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan sektor strategis yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, peningkatan kesejahteraan masyarakat, serta pelestarian lingkungan dan budaya lokal. Kontribusi pariwisata terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional maupun daerah terus meningkat seiring dengan meningkatnya mobilitas wisatawan domestik dan mancanegara (Supriadi & Roedjinandari, 2017; Tambunan, 2024). Dalam konteks pembangunan wilayah, pengembangan pariwisata yang berkelanjutan menuntut adanya perencanaan yang terarah dan berbasis data spasial, karena distribusi

geografis objek wisata mempengaruhi pola pergerakan wisatawan, aliran ekonomi lokal, serta efisiensi jaringan transportasi (Peng & Gao, 2023; Lou, 2022; Loso & Jayadi, 2024; Liang et al., 2023). Pendekatan berbasis spasial melalui penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) kini menjadi salah satu metode utama dalam perencanaan pariwisata, terutama untuk analisis pola sebaran dan perancangan rute wisata terpadu (Iannaccone et al., 2025; Lepetiuk et al., 2023).

Kecamatan Kalianda di Kabupaten Lampung Selatan merupakan wilayah dengan potensi pariwisata yang sangat beragam, mencakup bentang alam pesisir, perbukitan, serta sumber air panas yang menjadi daya tarik utama bagi wisata alam dan bahari. Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kawasan ini memiliki berbagai destinasi unggulan, khususnya wisata pantai dan pemandian air panas yang telah berperan penting dalam mendukung aktivitas ekonomi lokal (Reynaldo dkk., 2024; Amrina dkk., 2024). Penelitian lain juga menegaskan bahwa Pantai Marina, Pantai Embe, Pantai Teluk Nipah, serta Pemandian Air Panas Way Belerang merupakan ikon wisata yang telah dikenal luas dan menjadi representasi identitas pariwisata Kalianda (Dewi dkk., 2024; Pamungkas dkk., 2021). Meskipun demikian, persebaran objek wisata di wilayah ini masih belum ditata secara spasial dan belum terintegrasi ke dalam sistem rute wisata yang efisien. Kondisi tersebut menyebabkan ketimpangan kunjungan antar destinasi, pemanfaatan potensi wisata yang belum optimal, serta belum terbentuknya pola perjalanan wisata terpadu yang mampu mendorong pemerataan ekonomi masyarakat lokal (Novalia dkk., 2024).

Masalah tersebut menunjukkan perlunya analisis spasial untuk memahami pola sebaran dan hubungan spasial antar objek wisata. Dengan pendekatan geospasial dapat ditentukan apakah distribusi objek wisata bersifat mengelompok (*clustered*), acak (*random*), atau menyebar (*dispersed*) (Yunchao et al., 2023; Kilichov & Dávid, 2024). Analisis spasial juga memungkinkan identifikasi rute optimal antar objek wisata yang kemudian dapat dikembangkan menjadi rute wisata terpadu berdasarkan hasil pemetaan pola sebaran, klusterisasi, dan konektivitas jaringan jalan (Peng & Gao, 2023; Tao et al., 2023).

Metode analisis yang akan diterapkan dalam penelitian ini meliputi Average Nearest Neighbor (ANN), Kernel Density Estimation (KDE), dan Network Analysis. ANN digunakan untuk menentukan pola distribusi spasial objek wisata melalui perbandingan jarak rata-rata antar titik terhadap jarak acak teoritis: nilai indeks $R < 1$ menunjukkan pola mengelompok (*clustered*), $R \approx 1$ menunjukkan pola acak, sedangkan $R > 1$ menunjukkan pola menyebar (*dispersed*) (Lin et al., 2025). Selanjutnya, analisis KDE digunakan untuk mengidentifikasi area dengan konsentrasi tinggi objek wisata dan memetakan hotspot pariwisata: metode ini menghasilkan peta kepadatan yang menggambarkan wilayah prioritas pengembangan berbasis intensitas spasial (Martin & Sánchez, 2022). Setelah pola dan hotspot diketahui, Network Analysis diterapkan untuk merancang rute wisata terpadu dengan mempertimbangkan jarak, keterhubungan jaringan jalan, dan kedekatan antar objek wisata (Lepetiuk et al., 2023; Wijaya & Pigawati, 2021). Network analysis membantu menentukan jalur optimal yang efisien bagi wisatawan dalam mengunjungi beberapa destinasi dalam satu perjalanan, sehingga mendukung peningkatan aksesibilitas dan efisiensi waktu tempuh.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode statistik spasial banyak digunakan dalam analisis persebaran objek wisata dan perencanaan rute (Peng & Gao, 2023; Yunchao et al., 2023; Kilichov & Dávid, 2024). Kasm et al., (2024) juga menegaskan pentingnya integrasi SIG dalam pemetaan komponen destinasi wisata berbasis desa untuk perencanaan yang lebih terarah. Selain itu, penelitian terbaru memadukan data media sosial dan SIG untuk mengidentifikasi tren wisata viral sebagai dasar pengembangan atraksi (Supiyandi et al., 2025).

Berdasarkan telaah penelitian terdahulu, penelitian ini memiliki kebaruan pada penerapan kombinasi metode ANN, KDE, dan Network Analysis dalam perencanaan rute wisata terpadu di wilayah Kecamatan Kalianda yang belum banyak dikaji secara ilmiah. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis pola sebaran spasial dan mengidentifikasi kluster objek wisata sebagai dasar pengembangan rute wisata terpadu. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang analisis spasial pariwisata sekaligus menjadi dasar bagi pemerintah daerah dalam menyusun strategi pengembangan pariwisata berbasis data spasial yang efektif, efisien, dan berkelanjutan khususnya di Kecamatan kalianda, Kabupaten Lampung Selatan.

$R > 1 \rightarrow$ Pola menyebar (*dispersed*).

Hasil ANN juga dilengkapi dengan uji statistik Z-score dan p-value untuk mengukur tingkat signifikansi pola spasial (Triaditama et al., 2024).

2.4. Kernel Density Estimation (KDE)

Analisis KDE digunakan untuk mengidentifikasi *hotspot* pariwisata, yaitu area dengan intensitas atau kepadatan tinggi objek wisata. Metode ini menghitung fungsi kepadatan berdasarkan jarak setiap titik ke area sekitarnya dengan fungsi kernel berbobot (Lou, 2022). Adapun rumus perhitungan yang digunakan :

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{d_i}{h}\right) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

$f(x, y)$ = Nilai kepadatan di lokasi (x, y)

n = Jumlah titik objek di lokasi wisata

h = Bandwith (radius pencarian)

K = Fungsi kernel (Gaussian)

d_i = Jarak antara titik ke- i terhadap lokasi (x, y)

Hasil KDE divisualisasikan dalam bentuk peta kepadatan (density map), di mana warna merah menunjukkan konsentrasi objek wisata yang tinggi, dan warna biru menunjukkan area dengan kepadatan rendah. Informasi ini digunakan untuk mengidentifikasi zona prioritas pengembangan destinasi wisata terpadu (Tambunan, 2024).

2.5. Network Analysis

Analisis Network Analysis digunakan untuk merancang rute wisata terpadu yang efisien. Analisis ini dilakukan dengan model shortest path menggunakan algoritme Dijkstra yang menghitung jarak terpendek antar titik wisata berdasarkan jaringan jalan (Tang et al., 2021). Adapun rumus umum algoritma Dijkstra yaitu :

$$d(v) = \min_{(u,v) \in E} [d(u) + w(u, v)] \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

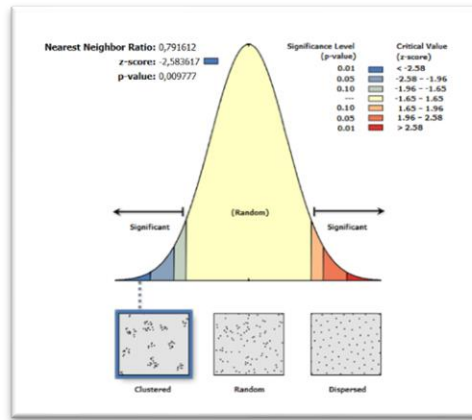
$d(v)$ = Jarak terpendek dari titik asal ke titik v

$w(u, v)$ = Bobot jarak antar simpul u dan v

E = Himpunan sisi (edge) jaringan jalan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

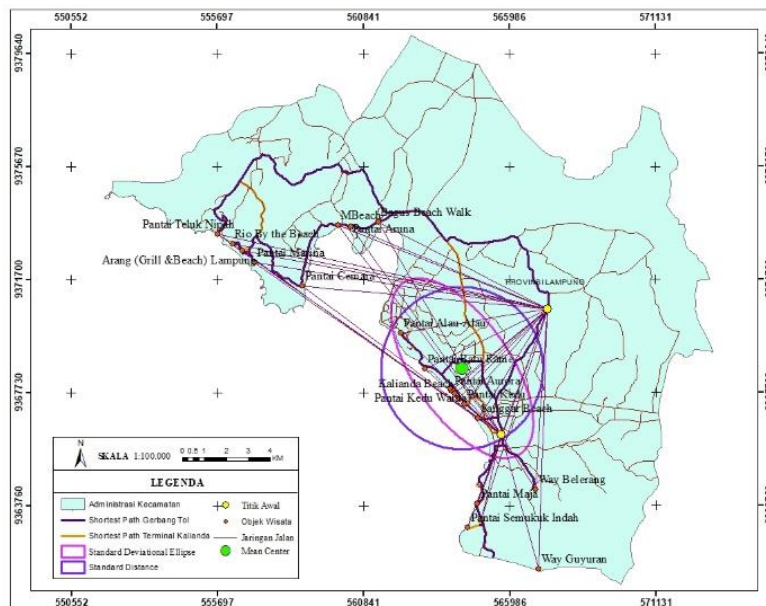
Penelitian ini diawali dengan melihat secara statistik bagaimana pola sebaran objek wisata yang ada di Kecamatan Kalianda. Pola sebaran dihitung secara statistik menggunakan Nearest Neighbor Analysis dan menghasilkan nilai Ratio (I) sebesar 0,791, z-score -2,583617, dan p-value 0,009777 yang ditunjukkan pada (Gambar 2) berikut ini.



Gambar 2. Hasil Statistik Nearest Neighbor Analysis

Berdasarkan Gambar 2 di atas, nilai Nearest Neighbor Ratio (T) sebesar 0,791 (kurang dari 1) menunjukkan bahwa pola sebaran objek wisata memiliki kecenderungan mengelompok (clustered), bukan acak (random) ataupun menyebar (dispersed). Hasil ini diperkuat oleh nilai z-score yang sangat rendah (-2,583617) dan p-value yang sangat kecil (0,009777). Nilai p-value yang lebih kecil dari 0,01 menunjukkan bahwa terdapat kurang dari 1% kemungkinan pola mengelompok ini terjadi secara kebetulan. Dengan kata lain, penulis 99% yakin (confidence level) bahwa pola sebaran objek wisata di Kecamatan Kalianda secara statistik signifikan mengelompok.

Hasil perhitungan secara statistik ini kemudian diperkuat melalui visualisasi dengan Standard Deviational Ellipse (SDE) (elips ungu) yang menunjukkan bagaimana bentuk pengelompokan tersebut. Elips yang terbentuk tidak berbentuk sirkular, melainkan lonjong (elips) dengan orientasi barat laut-tenggara.



Gambar 3. SDE Nearest Neighbor

Berdasarkan perhitungan statistik dan arah elips maka dapat disimpulkan bahwa pola sebaran spasial objek wisata di Kecamatan Kalianda tidak hanya mengelompok (clustered) secara statistik, tetapi juga bersifat linier (directional and linear). Arah elips ini sangat sesuai dengan kondisi geomorfologi wilayah Kalianda, di mana sebagian besar objek wisata terkonsentrasi di sepanjang koridor pesisir. Hasil dari perhitungan Nearest neighbor ini sekaligus mendukung bahwa setiap pengembangan rute wisata harus didasarkan pada karakteristik koridor linier.

Analisis pola mengelompok yang dihasilkan dari metode nearest neighbor kemudian diperkuat dengan analisis heatmap (kepadatan) untuk dapat melihat konsentrasi atau kluster dari sebaran linier di

atas. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode Kernel Density. Hasil dari pengolahan heatmap dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Identifikasi *Hotspot* Objek Wisata

Analisis heatmap mengidentifikasi dengan jelas adanya tiga zona klusterisasi yang berbeda. Pada kluster utama (hotspot) teridentifikasi satu zona "merah" dengan kepadatan sangat tinggi yang membentang dari Pantai Kedu, Kalianda Beach, Pantai Aurora, Pantai Batu Rame, hingga Pantai Alau-Alau. Kawasan ini dapat ditetapkan sebagai Kawasan Inti (Main Cluster) pariwisata di Kecamatan Kalianda. Kawasan ini adalah kluster terpadat, dan menjadi Mean Center dari seluruh sebaran. Dua Sub-Kluster (Zona Transisi/Sekunder) teridentifikasi dua kluster dengan kepadatan lebih rendah (zona hijau/kuning) yang terpisah dari kluster utama yaitu Sub-Kluster Utara mencakup objek wisata seperti Rio By the Beach, Pantai Marina, dan Pantai Cemara dan Sub-Kluster Selatan: Mencakup objek wisata seperti Pantai Maja, Pantai Semukuk Indah, serta wisata alam non-pantai seperti Pemandian Air Panas Way Belerang dan Air Terjun Way Guyuran. Klusterisasi berdasarkan heatmap dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

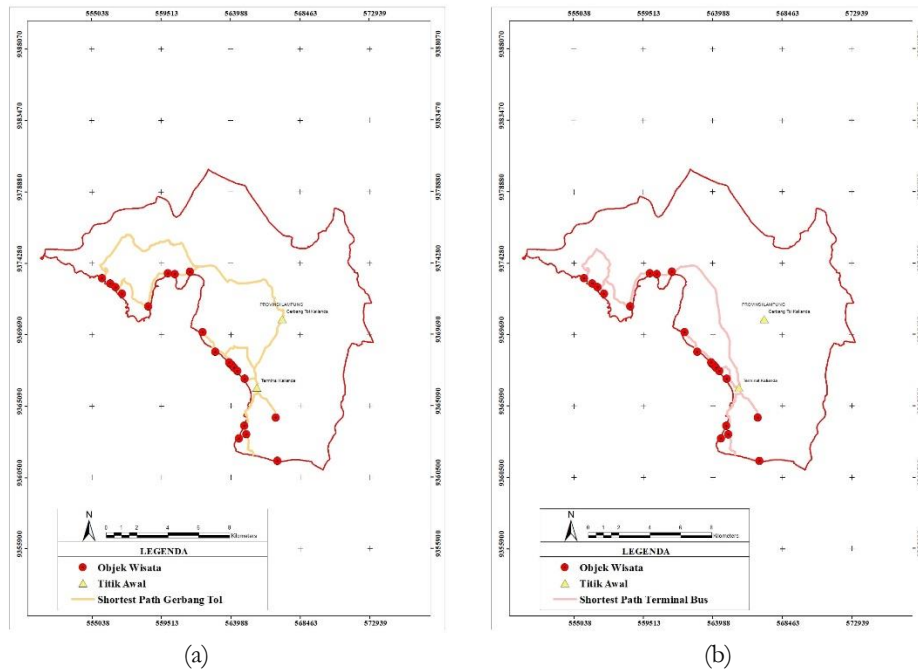
Tabel 1. Hasil Kluster Berdasarkan Analisis Heatmap

Nama Kluster	Tingkat Kepadatan (Zona Heatmap)	Objek Wisata
Kluster Utama (Kawasan Inti)	Tinggi (Zona Merah)	Pantai Kedu, Kalianda Beach, Pantai Aurora, Pantai Batu Rame, Pantai Alau-Alau
Sub-Kluster Utara	Rendah - Sedang (Zona Hijau / Kuning)	Rio By the Beach, Pantai Marina, Pantai Cemara
Sub-Kluster Selatan	Rendah - Sedang (Zona Hijau / Kuning)	Pantai Maja, Pantai Semukuk Indah, Pemandian Air Panas Way Belerang, Air Terjun Way Guyuran

Analisis heatmap tidak hanya mengidentifikasi kluster saja, tetapi juga menentukan tingkatan spasial yang jelas (Satu Kawasan Inti dan Dua Kawasan Pendukung). Hasil ini menjadi dasar untuk merancang Sistem Rute Wisata Terpadu yang modular dan fleksibel. Sistem ini akan terdiri dari satu rute utama yang diperoleh dari analisis hotspot yang menjadi pilihan utama, dan dua rute pilihan / perpanjangan (berbasis Sub-Kluster) yang dapat dipilih wisatawan sesuai minat dan ketersediaan waktu.

Setelah pola spasial dan klusterisasi ditentukan selanjutnya adalah melihat bagaimana cara paling efisien untuk dapat mengakses kluster-kluster tersebut. Sehingga pada penelitian ini dilakukan jaringan network analysis untuk mencari rute terpendek (*shortest path*). Pada penelitian ini mengambil dua titik awal sebagai simpul utama yang akan digunakan oleh wisatawan. Titik pertama yaitu Gerbang Tol Kalianda untuk wisatawan yang menggunakan kendaraan pribadi via Tol Trans Sumatera dan titik kedua adalah Terminal Bus Kalianda untuk wisatawan yang menggunakan transportasi umum. Setelah dilakukan

network analysis maka diperoleh rute paling efisien dari kedua titik masuk utama tersebut mengarah ke jaringan jalan arteri yaitu Jalan Lintas Sumatera dan jalan kolektor utama yang kemudian langsung terhubung ke jantung Klaster Utama (zona merah pada Heatmap). Hasil ini menjadi dasar untuk memvalidasi bahwa Klaster Utama (Hotspot) yang diidentifikasi pada analisis sebelumnya bukan hanya padat secara objek wisata, tetapi juga menjadi wilayah yang paling efisien dan paling mudah diakses oleh mayoritas wisatawan. Aksesibilitas yang tinggi memperkuat hasil dari klaster utama yang menjadi prioritas utama dalam pengembangan rute wisata. Hasil dari network analysis ditunjukkan pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. (a) Shortest Path Gerbang Tol (b) Shortest Path Terminal Bus Kalianda

Dasar pengembangan rute wisata terpadu di Kecamatan Kalianda diperoleh dari penggabungan hasil analisis heatmap, nearest neighbor dan network analysis. Analisis Pola Sebaran Nearest Neighbor menunjukkan bahwa strategi pengembangan harus berfokus pada satu koridor linier (pesisir), bukan menyebar ke daerah pedalaman. Selanjutnya analisis klusterisasi menggunakan heatmap menunjukkan lokasi spesifik di dalam koridor tersebut terdiri dari satu Klaster Utama dan dua Sub-Klaster (Utara & Selatan), hal ini menjadi dasar dalam menetapkan strategi modular untuk pengembangan rute wisata. Dimana strategi modular bersifat lebih fleksibel, artinya alih-alih membuat satu rute panjang yang membuat wisatawan mengunjungi semua lokasi wisata, wisatawan dapat memilih untuk berkunjung ke Klaster Utama atau Sub-klaster utara dan Sub-klaster selatan. Strategi ini akan memberikan fleksibilitas bagi wisatawan untuk memilih lokasi wisata yang akan dikunjungi dengan waktu yang terbatas. Sehingga dengan strategi modular maka rute wisata dipecah menjadi beberapa bagian (modul) berdasarkan klaster yang ada, sehingga lebih fleksibel bagi wisatawan. Selanjutnya analisis jaringan network analysis menunjukkan bahwa Klaster Utama adalah rute yang paling efisien untuk diakses dari semua gerbang masuk utama. Hal ini menjadi dasar dalam menetapkan titik prioritas.

Berdasarkan sintesis temuan tersebut, maka strategi pengembangan rute wisata terpadu yang paling logis, efektif, dan berbasis bukti (*evidence-based*) adalah Sistem Rute Modular Berbasis Klaster. Sistem ini direkomendasikan untuk terdiri dari 3 rute yaitu :

- a. Rute Inti (Kalianda Central Loop) terdiri dari Pantai Kedu, Kalianda Beach, Pantai Aurora, Pantai Batu Rame, dan Pantai Alau-Alau yaitu rute utama yang pendek dan efisien, berfokus penuh melayani Klaster Utama (hotspot). Rute ini harus menjadi prioritas utama promosi dan pengembangan infrastruktur (signage, jalur pedestrian, fasilitas pendukung wisata pantai, dll.) karena melayani destinasi terpadat dan paling mudah diakses.
- b. Rute Pilihan A (Northern Route) terdiri dari Rio By the Beach, Pantai Marina, Pantai Cemara yaitu rute perpanjangan (opsional) yang melayani Sub-Klaster Utara.

- c. Rute Pilihan B (Southern Route) terdiri dari Pantai Maja, Pantai Semukuk Indah, Pemandian Air Panas Way Belerang, Air Terjun Way Guyuran yaitu rute perpanjangan (opsional) yang melayani Sub-Klaster Selatan, yang menawarkan keragaman produk (pantai dan non-pantai).

Dengan adanya pendekatan ini maka akan jauh lebih unggul dibandingkan hanya satu rute "wajib" yang kaku, karena bersifat fleksibel bagi wisatawan (dapat memilih rute sesuai waktu dan minat) dan efisien bagi pemerintah daerah (dapat memfokuskan investasi secara bertahap, dimulai dari Rute Inti). Secara keseluruhan dari ketiga analisis spasial ini telah menghasilkan sebuah model rute yang tidak hanya efisien secara rute tetapi juga terjustifikasi secara ilmiah. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai rekomendasi strategi yang kuat bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Lampung Selatan, khususnya Dinas Pariwisata, serta pemangku kepentingan lainnya sebagai dasar pengembangan pariwisata terpadu di Kecamatan Kalianda yang lebih terstruktur dan berbasis data spasial.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini secara keseluruhan telah menjawab permasalahan mengenai belum terintegrasinya objek wisata di Kecamatan Kalianda dengan menggabungkan metode analisis spasial. Hasil analisis Average Nearest Neighbor (ANN) membuktikan secara statistik bahwa sebaran objek wisata tidak acak, melainkan bersifat Mengelompok (Clustered) (z -score: -2,58; p -value: 0,009). Analisis Standard Deviational Ellipse (SDE) lebih lanjut menegaskan bahwa pengelompokan objek wisata tidak menyebar, melainkan membentuk satu koridor linier yang memanjang di sepanjang garis pesisir, sesuai dengan kondisi geografis wilayah di Kecamatan Kalianda.

Analisis klasterisasi spasial menggunakan Heatmap berhasil mengidentifikasi lokasi spesifik dari pengelompokan tersebut. Ditemukan adanya tiga klaster utama: satu Klaster Utama (hotspot) di pesisir tengah yang sangat padat (meliputi Pantai Kedu, Kalianda Beach, dll.) serta dua Sub-Klaster yang terpisah di bagian utara (Pantai Marina, dll.) dan selatan (Pantai Maja, Way Belerang, dll.). Network analysis kemudian menunjukkan bahwa Klaster Utama tersebut merupakan klaster yang paling mudah dan efisien diakses dari titik-titik masuk utama wisatawan, seperti Gerbang Tol dan Terminal Bus Kalianda, sehingga memperkuat statusnya sebagai kawasan inti prioritas pengembangan.

Berdasarkan sintesis dari ketiga temuan tersebut, penelitian ini merumuskan sebuah strategi pengembangan rute wisata terpadu yang efisien dan berbasis data. Strategi yang direkomendasikan adalah Sistem Rute Modular Berbasis Klaster, yang memecah rute menjadi tiga komponen utama: Rute Inti (Kalianda Central Loop) yang melayani Klaster Utama (Hotspot), serta Rute Pilihan A (Northern Route) dan Rute Pilihan B (Southern Route) yang melayani kedua sub-klaster. Sistem modular ini dapat memberikan fleksibilitas bagi wisatawan untuk memilih rute wisata sesuai waktu dan minat, sekaligus memberikan arahan bagi pemerintah daerah untuk memprioritaskan investasi infrastruktur dan pengembangan wilayah secara bertahap yang dapat dimulai dari Rute Inti.

5. REFERENSI

- Amrina, D., Melinia, M., Septiana, R., Alawiyah, T., & Zainal, R. (2024). Implikasi pariwisata pantai syariah terhadap peningkatan ekonomi masyarakat dan kelestarian lingkungan (studi empiris: Pantai Embe Merak Belantung Kalianda Lampung Selatan). *Salam: Islamic Economics Journal*, 1(2), 9-27. <https://doi.org/10.24042/slm.v1i2.8493>
- Dewi, A., Oloan, A., Saputra, I., Gaol, R., & Arion, M. (2024). Strategi pemasaran pariwisata Pantai Teluk Nipah, Kalianda dalam meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 8(3), 1762-1779. <https://doi.org/10.31955/mea.v8i3.4640>
- Iannaccone, B., Štrba, L., & Sidor, C. (2025). Application of GIS technologies in tourism planning and sustainable development: A case study of Gelnica, Slovakia. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 14(3), 120. <https://doi.org/10.3390/ijgi14030120>
- Kilichov, M., & Dávid, L. D. (2024). Tourism-oriented spatial analysis of tangible cultural heritage in Bukhara (Uzbekistan). *Forum Geografi*, 39(2), 10235. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v39i2.10235>

- Kasm, M., Pastin, N. W., Lilasari, L. N. T., & Ridwan, M. (2024). GIS-based mapping of tourism village destination components: A study of Karangrejo Tourism Village, Magelang. IAC Series. <https://ojs.literacyinstitute.org/index.php/iacseries/article/view/1527>
- Liang, W., Ahmad, Y., & Mohidin, H. H. B. (2023). Spatial pattern and influencing factors of tourism based on POI data in Chengdu, China. *Environment, Development and Sustainability*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03138-8>
- Lepetiuk, V., Tretyak, V., & Maksymova, Y. (2023). The use of GIS technologies to determine transport accessibility in tourism. *Geodesy and Cartography*, 49(3), 166-179. <https://doi.org/10.3846/gac.2023.17009>
- Loso, J., & Jayadi, H. (2024). The role of geographic information systems in sustainable tourism development in Indonesia: A literature review on utilization of geographic data for location-based decision making. *Sciences du Nord – Nature Science and Technology*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.71238/snst.v1i1.12>
- Lou, N. (2022) 'Analysis of the Intelligent Tourism Route Planning Scheme Based on the Cluster Analysis Algorithm', *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. Wiley. DOI: 10.1155/2022/3310676
- Martin, D., & Sánchez, M. (2022). A spatial analysis of intensity in tourism accommodation: An application for Extremadura (Spain). *Economies*, 8(2), 28. <https://doi.org/10.3390/economies8020028>
- Novalia, N., Yusup, M., Prasetyo Utama, A. R., Asmaria, A., & Pradana, K. C. (2024). Kajian dampak pengembangan pariwisata Way Belerang terhadap aspek ekonomi, sosial-budaya, dan lingkungan fisik di Kabupaten Lampung Selatan. *Kepariwisata: Jurnal Ilmiah*, 18(1), 63-79. <https://ejournal.stipram.ac.id/index.php/kepariwisataan/article/view/508>
- Pamungkas, R. J., Diansyah, G., & Ulqodry, T. Z. (2021). Pemetaan kerentanan pesisir menggunakan metode Coastal Vulnerability Index (CVI) di pesisir Pantai Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan. *MARLIN – Marine and Fisheries Science Technology Journal*, 2(1), 1-9. <http://dx.doi.org/10.15578/marlin.V2.1.2021.1-9>
- Peng, R., & Gao, W. (2023). Spatial distribution pattern and driving mechanism of tourist attractions in Gansu Province based on POI data. *PLoS ONE*, 18(10), e0292165. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292165>
- Reynaldo, W. G., Murniati, M. T. A., & Firdasari, F. (2024). Valuasi ekonomi dengan metode travel cost dan kepuasan pengunjung objek wisata Grand Elty Kalianda Resort Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis: Journal of Agribusiness Science*, 12(1), 90-99. <https://doi.org/10.23960/jiia.v12i1.8311>
- Supiyandi, S., et al. (2025). Integration of GIS and social media to identify viral tourism trends. *Proceedings of the National Seminar of Bina Insan University*. <https://doi.org/10.47492/jrt.v5i1.3913>
- Supriadi, B. dan Roedjinandari, N. (2017) *Perencanaan dan Pengembangan Destinasi Pariwisata*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.
- Tao, H., He, Y., Ran, F., Jiang, X., & Zhang, P. (2023). Spatial structure and geographical characteristics of tourist towns in the Wuling Mountain Area. *Journal of Resources and Ecology*, 14(3), 644-655. <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2023.03.018>
- Tambunan, R.E. (2024) 'Konsep Pengembangan Destinasi Pariwisata Terpadu di Indonesia', *Jurnal Pariwisata dan Pembangunan Daerah*, 6(2), hlm. 45–56.
- Tang, J., Zhang, Y. dan Wang, L. (2021) 'Exploring Urban Travel Patterns Using Density-Based Clustering', *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 128, hlm. 103164. DOI: 10.1016/j.trc.2021.103164.
- Triaditama, S., Rahman, F. dan Anshari, M. (2024) 'Analisis Pola Sebaran Daya Tarik Wisata di Kabupaten Lombok Timur Menggunakan Pendekatan SIG', *Jurnal Geografi dan Kajian Wilayah*, 12(1), hlm. 30–42.
- Wijaya, H. B., & Pigawati, B. (2021). Applying spatial analysis in supporting tourism planning concept of Jepara Regency, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 887(1), 012027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/887/1/012027>

Yunchao, F., Du, J., Wang, Y., & Zhao, B. (2023). Analysis on spatial distribution and influencing factors of rural tourism characteristic villages in Henan Province. *Surveying and Land Information Engineering*. <https://doi.org/10.23977/tmte.2023.060201>