



## OPTIMALISASI DISTRIBUSI PUSAT PELAYANAN PERKOTAAN USUKU TOMIA MENGGUNAKAN *KERNEL DENSITY ESTIMATION*

Alwan<sup>1\*</sup>, Edy Abdurrahman Syahrir<sup>2</sup>, Sekar Alim Padar<sup>3</sup>, Rahma Hiromi<sup>4</sup>,  
Tri Sakti Pratiwy S<sup>5</sup>, Siti Astija<sup>6</sup>, Arizal Untung Juang<sup>7</sup>, Asjul Muhammad Umar<sup>8</sup>

<sup>1\*2348</sup>Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Sulawesi Tenggara, Indonesia

<sup>5</sup>Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Konawe Utara, Indonesia

<sup>5</sup>Badan Perencanaan Pembangunan Riset dan Inovasi Daerah (BAPPERIDA) Kabupaten Konawe Utara, Indonesia

<sup>67</sup>Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Wakatobi, Indonesia

Email: [aliwanci15@gmail.com](mailto:aliwanci15@gmail.com)<sup>1\*</sup>, [alimpadarsekar@gmail.com](mailto:alimpadarsekar@gmail.com)<sup>2</sup>, [edyasyahrir@gmail.com](mailto:edyasyahrir@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[hiromiramli@gmail.com](mailto:hiromiramli@gmail.com)<sup>4</sup>, [tspratiwy@gmail.com](mailto:tspratiwy@gmail.com)<sup>5</sup>, [astijasitti@gmail.com](mailto:astijasitti@gmail.com)<sup>6</sup>, [ujarizal1984@gmail.com](mailto:ujarizal1984@gmail.com)<sup>7</sup>,  
[asjulmuhammaddumar@gmail.com](mailto:asjulmuhammaddumar@gmail.com)<sup>8</sup>

Website Jurnal: <http://ejurnal.unima.ac.id/index.php/geographia>



Akses dibawah lisensi CC BY-SA 4.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

DOI: <https://doi.org/10.53682/f28j1773>

(Diterima: 08-06-2025; Direvisi: 30-01-2026; Disetujui: 03-02-2026)

### ABSTRACT

*Small island cities face structural challenges in providing service centres due to spatial fragmentation and limited accessibility. This study aims to analyse the spatial structure and optimise the distribution of urban service centres in the Usuku Tomia Urban Area, Wakatobi Regency, using a weighted Kernel Density Estimation (KDE) approach. Data were obtained from field observations of 163 public service facilities spread across 12 villages/subdistricts in Tomia and East Tomia Subdistricts, covering 11 service categories. The analysis was conducted using a descriptive-analytical quantitative method based on a Geographic Information System (GIS) to estimate the spatial intensity of services and establish a hierarchy of service centres. The results of the study show significant spatial inequality and form four service centre hierarchies. The subdistricts of West Tongano and Waha were identified as primary service centres (Order I) with the highest density values ( $>4.5$  units/km<sup>2</sup>), dominated by high-weight facilities such as education, trade and services, and settlements. Conceptually, these findings expand the application of place centre theory to the context of non-contiguous small island cities. Practically, this study confirms KDE as an evidence-based policy instrument to support more efficient and equitable service centre planning in island regions.*

**Keywords:** Kernel density estimation, Small island city, Spatial structure, Urban service centre, Usuku Tomia.

### ABSTRAK

*Kota pulau kecil menghadapi tantangan struktural dalam penyediaan pusat pelayanan akibat fragmentasi ruang dan keterbatasan aksesibilitas. Penelitian ini bertujuan menganalisis struktur spasial dan mengoptimalkan distribusi pusat pelayanan perkotaan di Kawasan Perkotaan Usuku Tomia, Kabupaten Wakatobi, menggunakan pendekatan Kernel Density Estimation (KDE) berbobot. Data diperoleh dari observasi lapangan terhadap 163 fasilitas pelayanan publik yang tersebar di 12*

desa/kelurahan pada Kecamatan Tomia dan Tomia Timur, mencakup 11 kategori layanan. Analisis dilakukan dengan metode kuantitatif deskriptif-analitis berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengestimasi intensitas spasial pelayanan dan membangun hierarki pusat pelayanan. Hasil penelitian menunjukkan ketimpangan spasial yang signifikan dan membentuk empat hierarki pusat pelayanan. Kelurahan Tongano Barat dan Waha teridentifikasi sebagai pusat pelayanan utama (Orde I) dengan nilai densitas tertinggi ( $>4,5$  unit/km<sup>2</sup>), didominasi oleh fasilitas berbobot tinggi seperti pendidikan, perdagangan dan jasa, serta permukiman. Secara konseptual, temuan ini memperluas penerapan teori pusat tempat pada konteks kota pulau kecil non-kontigu. Secara praktis, penelitian ini menegaskan KDE sebagai instrumen kebijakan berbasis bukti untuk mendukung perencanaan pusat pelayanan yang lebih efisien dan berkeadilan di wilayah kepulauan.

**Kata Kunci:** *Kernel density estimation, Kota pulau kecil, Pusat pelayanan perkotaan, Struktur spasial, Usuku Tomia.*

## PENDAHULUAN

Ketimpangan distribusi pusat pelayanan perkotaan merupakan persoalan mendasar dalam sistem perkotaan, terutama pada kota-kota kecil di wilayah kepulauan. Karakteristik spasial berupa keterbatasan lahan, fragmentasi wilayah, serta pola permukiman yang tersebar menyebabkan penyediaan fasilitas publik cenderung terkonsentrasi pada lokasi tertentu dan meninggalkan wilayah lain dalam kondisi kekurangan layanan. Ketimpangan ini berdampak langsung pada rendahnya aksesibilitas pelayanan publik dan meningkatnya biaya sosial-ekonomi yang harus ditanggung masyarakat, khususnya di kawasan pinggiran dan terpencil ([Chen et al., 2023](#); [Widayanti, 2022](#)).

Dalam konteks perencanaan wilayah, pusat pelayanan berfungsi sebagai simpul utama aktivitas sosial, ekonomi, dan administratif yang menentukan efisiensi sistem ruang kota. Ketika distribusi fasilitas tidak seimbang dengan pola permukiman dan aktivitas masyarakat, sistem pelayanan menjadi tidak efisien dan memperbesar kesenjangan spasial antarwilayah. Permasalahan tersebut semakin kompleks di wilayah kepulauan, di mana keterbatasan aksesibilitas fisik dan jaringan infrastruktur memperkuat dampak ketimpangan distribusi pelayanan ([Syahrir, 2025](#); [Zhong et al., 2024](#)).

Kawasan Perkotaan Usuku Tomia di Kabupaten Wakatobi merepresentasikan kondisi tersebut. Meskipun secara kebijakan ditetapkan sebagai Pusat Kegiatan Lokal, distribusi fasilitas pelayanan di kawasan ini menunjukkan pola spasial yang tidak merata, dengan konsentrasi layanan pada zona tertentu, sementara wilayah lainnya berada dalam kondisi *underserved*. Ketimpangan ini

mengindikasikan bahwa struktur pusat pelayanan belum sepenuhnya berfungsi optimal sebagai sistem pelayanan kawasan kepulauan dan berpotensi menghambat peran Usuku Tomia sebagai pusat pertumbuhan wilayah.

Berbagai penelitian terdahulu telah memanfaatkan Sistem Informasi Geografis dan *Kernel Density Estimation* (KDE) untuk mengidentifikasi pola konsentrasi fasilitas dan struktur hierarki pelayanan perkotaan. KDE terbukti efektif dalam memvisualisasikan intensitas spasial dan *hotspot* aktivitas perkotaan ([Baranyai & Sipos, 2022](#); [Kanga et al., 2022](#); [Yang et al., 2019](#)). Namun, sebagian besar studi tersebut berfokus pada kota besar atau wilayah daratan, sementara penerapan KDE pada kota pulau kecil dengan struktur ruang terfragmentasi masih sangat terbatas. Selain itu, banyak penelitian berhenti pada pemetaan kepadatan fasilitas tanpa secara eksplisit mengaitkannya dengan analisis ketimpangan pelayanan dan kebutuhan optimalisasi sistem pusat pelayanan ([Alwan et al., 2021](#); [Chen et al., 2023](#)).

Berdasarkan celah penelitian tersebut, studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola distribusi dan tingkat kepadatan fasilitas pelayanan publik di Kawasan Perkotaan Usuku Tomia menggunakan pendekatan *Kernel Density Estimation*, serta menganalisis ketimpangan spasial pusat pelayanan yang terbentuk. Secara akademik, penelitian ini berkontribusi dengan memperluas aplikasi KDE dalam kajian sistem pelayanan perkotaan pada konteks kota pulau kecil dan menguji relevansi struktur hierarki pelayanan dalam kondisi spasial yang tidak kontinyu. Implikasi perencanaan wilayah muncul sebagai konsekuensi analitis, terutama dalam mendukung perumusan strategi penataan pusat

pelayanan yang lebih efisien dan berbasis bukti pada kawasan kepulauan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif-analitis dengan metode analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang terukur terhadap fenomena keruangan, khususnya untuk mengidentifikasi pola distribusi dan konsentrasi pusat pelayanan perkotaan secara spasial. Metode ini sangat relevan dengan pertanyaan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis distribusi fasilitas pelayanan dan kesenjangan akses di kawasan Perkotaan Usuku Tomia.

Studi ini dilakukan di kawasan perkotaan Usuku Tomia, yang mencakup Kecamatan Tomia dan Tomia Timur, Kabupaten Wakatobi, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi ini dipilih karena merupakan pusat kegiatan lokal dan pusat pertumbuhan sekunder di kawasan kepulauan, sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Wakatobi ([Gambar 1.](#)).

Populasi penelitian ini meliputi seluruh fasilitas pusat pelayanan yang ada di Kecamatan Tomia dan Tomia Timur, termasuk institusi pendidikan (SD, SMP, SMA), fasilitas kesehatan (puskesmas, klinik, posyandu), fasilitas perdagangan dan jasa (pasar, toko, warung), serta kantor pemerintahan (desa, kecamatan, dinas teknis). Sampel fasilitas dipilih dengan teknik purposive sampling, berdasarkan kriteria tertentu, seperti ukuran layanan, cakupan operasional, dan signifikansi fasilitas dalam penyediaan layanan publik.

Data primer dikumpulkan melalui observasi lapangan, pencatatan koordinat menggunakan GPS, dokumentasi visual, dan wawancara dengan aparat lokal. Data sekunder mencakup peta administrasi, peta penggunaan lahan, data RTRW, data fasilitas pelayanan dari dinas terkait (pendidikan, kesehatan, perdagangan), serta citra satelit resolusi menengah untuk mendukung analisis spasial.

Analisis distribusi pusat pelayanan perkotaan dilakukan menggunakan *Kernel Density Estimation* (KDE) untuk mengestimasi kepadatan spasial fasilitas secara kontinu berbasis titik. Untuk itu, perhitungan KDE menggunakan persamaan modifikasi yang

disesuaikan dengan konteks perkotaan kepulauan yaitu sebagaimana diuraikan berikut:

$$\text{Radius pencarian kepadatan} = 0,9 \times \min \left( SD \sqrt{\frac{1}{\ln(2)}} \times Dm \right) \times n^{-0.2}$$

Keterangan:

SD : standar deviasi

Dm: median data

n : jumlah data

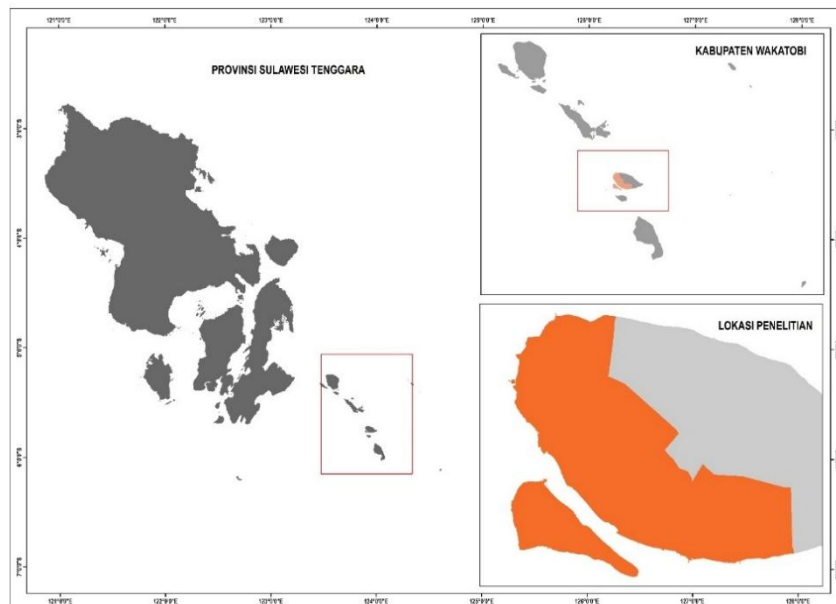
*Bandwidth* ditentukan menggunakan pendekatan statistik *rule-of-thumb* untuk menyesuaikan tingkat kehalusan permukaan kepadatan dengan karakteristik sebaran data dan menghindari *oversmoothing* maupun *undersmoothing*. Pembobotan fasilitas diterapkan untuk merepresentasikan perbedaan kontribusi fungsional terhadap struktur pelayanan perkotaan, di mana fasilitas pendidikan, perdagangan dan jasa, serta permukiman diberi bobot tertinggi karena berperan sebagai penggerak utama aktivitas sosial-ekonomi dan memiliki daya tarik spasial tinggi sesuai *Central Place Theory*. Pendekatan KDE berbobot ini lebih efektif dalam merepresentasikan hierarki pusat pelayanan dibandingkan KDE tanpa bobot dan telah banyak digunakan dalam analisis perencanaan fasilitas perkotaan berbasis SIG ([Christaller, 1933](#); [He et al., 2021](#); [Baranyai & Sipos, 2022](#); [Chen et al., 2023](#); [Wang et al., 2023](#)).

## HASIL PENELITIAN

### Identifikasi Sebaran Fasilitas

Berdasarkan hasil inventarisasi spasial, teridentifikasi 163 fasilitas pelayanan yang tersebar pada 12 desa/kelurahan di Kawasan Perkotaan Usuku Tomia. Secara kuantitatif, sebaran fasilitas tersebut menunjukkan ketidakseimbangan spasial yang signifikan, yang tercermin dari variasi kepadatan titik fasilitas antarunit wilayah administratif. Pola ini mengindikasikan bahwa intensitas pelayanan tidak terdistribusi secara proporsional di seluruh kawasan perkotaan, melainkan terkonsentrasi pada wilayah-wilayah tertentu.

Seluruh fasilitas yang teridentifikasi selanjutnya dikelompokkan ke dalam 11 kategori kegiatan pelayanan, yang merepresentasikan fungsi pelayanan dasar hingga penunjang, meliputi pendidikan, kesehatan, peribadatan, perdagangan dan jasa, perkantoran, pertahanan dan keamanan, pela-



**Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian, 2025**

-yanan umum, ruang terbuka hijau (RTH), olahraga, pariwisata dan hiburan, serta sosial. Setiap kategori fasilitas diberikan bobot spasial berdasarkan tingkat kontribusinya terhadap pembentukan aktivitas pelayanan perkotaan, dengan mempertimbangkan fungsi layanan,

cakupan pelayanan, serta intensitas pemanfaatannya oleh masyarakat. Skema pembobotan ini digunakan sebagai dasar dalam analisis kepadatan inti (*Kernel Density Estimation*) dan disajikan secara rinci pada [Tabel 1](#).

**Tabel 1. Nilai Bobot Per Titik Jenis Kegiatan**

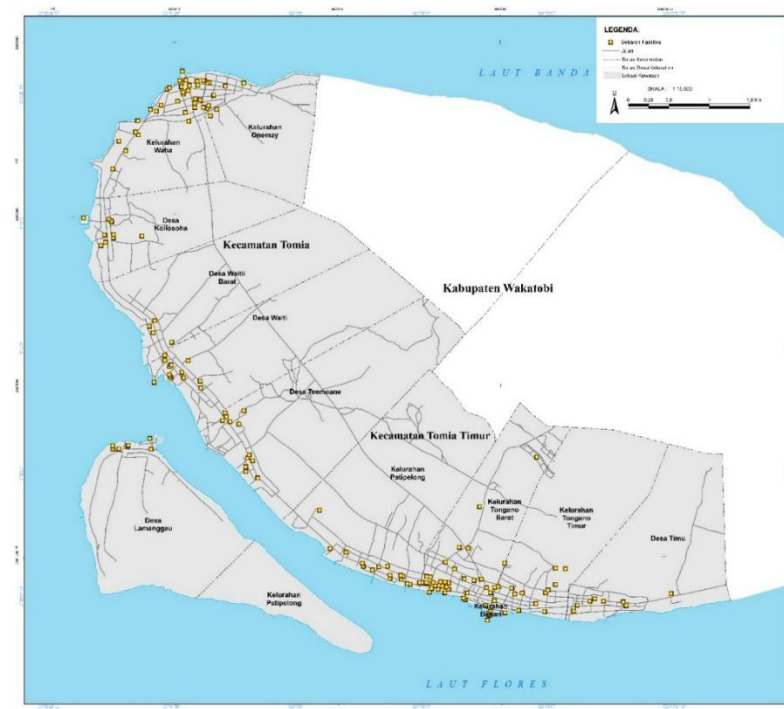
Jenis Kegiatan	Nilai	Bobot
Kesehatan	2	3
Olahraga	2	2
Pariwisata dan Hiburan	2	3
Pendidikan	2	4
Perdagangan dan Jasa	2	4
Peribadatan	2	3
Perkantoran	2	2
Permukiman	2	4
Pertahanan dan Keamanan	2	3
RTH dan Sejenis	2	3
Sosial	2	3
Transportasi	2	3

*Sumber: Hasil Penelitian, 2025.*

Berdasarkan analisis spasial awal sebagaimana ditampilkan pada [Gambar 2](#) memperlihatkan bahwa lebih dari 52% total fasilitas terkonsentrasi pada empat kelurahan pesisir, khususnya Tongano Barat, Bahari, Patipelong, dan Waha, sementara wilayah bagian tengah dan utara pulau hanya menampung kurang dari 25% fasilitas dengan sebaran yang bersifat tersebar (*dispersed pattern*). Pola ini mengindikasikan adanya dominasi koridor pesisir sebagai ruang aktivitas utama, yang

selaras dengan orientasi jaringan transportasi dan aksesibilitas lokal.

Jika dikaitkan dengan struktur fungsi, fasilitas dengan bobot tinggi yaitu pendidikan, perdagangan dan jasa, serta permukiman (bobot = 4) secara spasial menunjukkan ko-lokasi (*co-location*) di wilayah yang sama. Ko-lokasi ini membentuk aglomerasi pelayanan, yang secara teoritis merupakan ciri awal terbentuknya pusat pelayanan perkotaan [He et al., 2021; Chen et al., 2023](#).



**Gambar 2. Hasil Survey Sebaran Fasilitas Perkotaan**

Sebaliknya, desa-desa seperti Timu, Kollo Soha, Lamanggau, dan Waitii Barat memperlihatkan rasio fasilitas terhadap luas wilayah dan populasi yang rendah, sehingga secara spasial tergolong sebagai wilayah dengan keterbatasan pelayanan (*underserved areas*). Temuan ini mengonfirmasi bahwa ketimpangan distribusi fasilitas bukan hanya bersifat visual, tetapi juga terukur secara kuantitatif.

#### **Analisis Kepadatan inti (*Kernel Density*)**

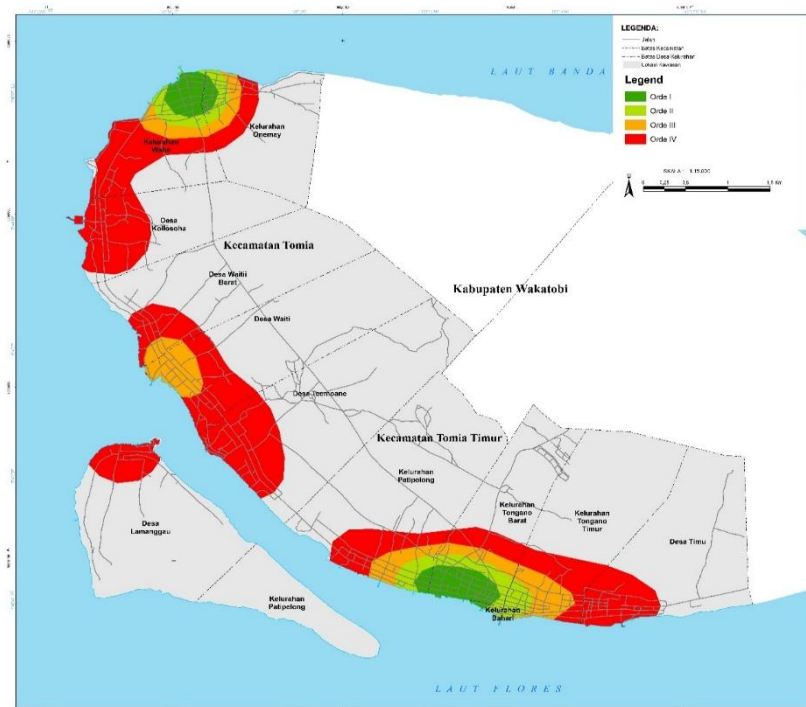
Analisis *Kernel Density Estimation* (KDE) digunakan untuk mengidentifikasi intensitas spasial fasilitas pelayanan di Kawasan Perkotaan Usuku Tomia dengan mempertimbangkan jumlah titik fasilitas, bobot fungsional, serta kedekatan spasial antar fasilitas. Pendekatan ini menghasilkan permukaan densitas kontinu (*continuous density surface*) yang merepresentasikan tingkat konsentrasi pelayanan secara kuantitatif, sehingga memungkinkan identifikasi pusat pelayanan dan wilayah dengan keterbatasan akses secara lebih objektif dibandingkan analisis distribusi titik semata (Baranyai & Sipos, 2022; He et al., 2021).

Hasil KDE menunjukkan bahwa nilai densitas fasilitas di wilayah kajian membentuk gradasi spasial yang jelas, dari kepadatan tinggi hingga

rendah. Nilai densitas tertinggi (lebih dari  $\pm 4,5$  unit/km<sup>2</sup>) secara konsisten terkonsentrasi di Kelurahan Tongano Barat dan Waha. Tingginya nilai densitas di wilayah ini tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah fasilitas, tetapi juga oleh dominasi fasilitas dengan bobot tinggi khususnya pendidikan, perdagangan dan jasa, serta permukiman yang berkontribusi besar terhadap intensitas pelayanan. Secara fungsional, kondisi ini menegaskan peran Tongano Barat dan Waha sebagai pusat pelayanan utama yang memiliki kapasitas melayani wilayah sekitarnya secara lebih luas sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3 berikut secara visual.

Untuk itu, berdasarkan peta analisis KDE pada Gambar 3 maka dapat diketahui bahwa pada tingkat densitas menengah (sekitar 2,5–4,5 unit/km<sup>2</sup>), wilayah seperti Bahari, Onemay, dan Tongano Timur menunjukkan karakteristik sebagai zona transisi pelayanan. Kawasan-kawasan ini memiliki keterkaitan spasial yang kuat dengan pusat utama, namun intensitas pelayanannya lebih rendah akibat keterbatasan jumlah dan keragaman fasilitas berbobot tinggi. Peran wilayah ini lebih tepat dipahami sebagai sub-pusat pelayanan yang mendukung fungsi pusat utama, sekaligus menjadi penghubung antara kawasan inti dan wilayah pinggiran.





**Gambar 3. Hasil Analisis Kernel Density Estimation (KDE)**

Sementara itu, wilayah dengan nilai densitas rendah (kurang dari  $\pm 2,5$  unit/km<sup>2</sup>) mendominasi desa-desa bagian tengah dan utara pulau, seperti Timu, Kollo Soha, Lamanggau, dan Waitii Barat. Rendahnya nilai densitas di wilayah ini mencerminkan jarak antarfasilitas yang relatif jauh serta minimnya tumpang tindih area pelayanan (*overlapping service areas*). Kondisi

tersebut mengindikasikan keterbatasan jangkauan spasial fasilitas dan rendahnya tingkat aksesibilitas masyarakat terhadap layanan publik, yang secara struktural menempatkan wilayah ini sebagai kawasan pinggiran dalam sistem pelayanan perkotaan. Untuk itu secara agregat hasil itu juga ditabulasikan dalam bentuk matrik sebagaimana ditampilkan pada [Tabel 2](#).

**Tabel 2. Hasil Analisis Kernel Density**

Kecamatan	Desa/Kel	Sistem Pusat Pelayanan	Keterangan
Tomia	Kollo Soha	orde IV	Area aktivitas rendah, zona pinggiran
	Lamanggau	orde IV	Pulau kecil, dominan zona pinggiran
	Teemoane	orde IV	Lokasi pinggir dengan akses linear ke pusat
	Waha	orde I	Pusat kegiatan utama
	Onemay	orde II	Kawasan transisi menuju pusat Waha
	Waiti	orde III	Area pengembangan rendah, dekat jalur penghubung antar desa
	Waitii Barat	orde IV	Wilayah pinggir dengan kepadatan rendah
Tomia Timur	Bahari	Orde II	Kawasan transisi menuju pusat Tongano Barat
	Tongano Barat	Orde I	Kawasan inti kedua
	Tongano Timur	Orde II	Wilayah transisi berkembang ke arah pusat Tongano Barat
	Patipelong	orde III	Kawasan transisi menuju pusat Bahari
	Timu	orde IV	Lokasi tepi, aktivitas rendah dan jauh dari pusat kota

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Berdasarkan interpretasi nilai densitas KDE tersebut, struktur pelayanan di Kawasan Perkotaan Usuku Tomia diklasifikasikan ke

dalam empat hierarki atau orde pelayanan. Orde dalam konteks ini tidak merujuk pada jumlah kelas raster KDE, melainkan pada tingkat

fungsional pusat pelayanan yang diturunkan dari kombinasi nilai densitas dan dominasi jenis fasilitas. Orde I merepresentasikan pusat pelayanan utama dengan densitas tertinggi dan fungsi pelayanan paling lengkap; Orde II mencerminkan sub-pusat dengan densitas menengah tinggi, sementara Orde III dan Orde IV menunjukkan wilayah dengan densitas rendah yang berperan sebagai kawasan penyangga dan pinggiran pelayanan.

Konsistensi antara nilai densitas KDE dan pembentukan hierarki pelayanan ini menunjukkan bahwa metode KDE tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi spasial, tetapi juga sebagai instrumen kuantitatif untuk membangun struktur sistem pusat pelayanan secara objektif. Pola yang dihasilkan sejalan dengan prinsip teori pusat tempat (*central place theory*), di mana konsentrasi fasilitas dan aktivitas cenderung membentuk pusat-pusat pelayanan yang hierarkis dan memengaruhi tingkat aksesibilitas wilayah sekitarnya (Christaller, 1933; Wang et al., 2023). Dengan demikian, analisis KDE memberikan dasar empiris yang kuat untuk mengidentifikasi ketimpangan spasial pelayanan dan merumuskan strategi optimalisasi distribusi fasilitas di kawasan perkotaan kepulauan.

## PEMBAHASAN

Temuan utama penelitian ini menunjukkan bahwa struktur pusat pelayanan di Kawasan Perkotaan Usuku Tomia dibentuk oleh konsentrasi spasial fasilitas yang tidak merata, dengan dua pusat dominan (Tongano Barat dan Waha) yang memiliki intensitas pelayanan tertinggi dibandingkan wilayah lainnya. Interpretasi ini menegaskan bahwa densitas fasilitas ketika dianalisis secara berbobot melalui KDE merepresentasikan kapasitas fungsional wilayah dalam sistem pelayanan perkotaan, bukan sekadar akumulasi jumlah fasilitas. Dengan demikian, hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa pada konteks kota pulau kecil, pusat pelayanan tidak terbentuk secara hierarkis merata, melainkan bersifat selektif dan terkonsentrasi pada wilayah dengan kombinasi aksesibilitas, aktivitas ekonomi, dan fungsi pelayanan strategis. Temuan ini menguatkan prinsip dasar teori pusat tempat (*central place theory*), namun juga menunjukkan bahwa pada wilayah kepulauan dengan ruang yang terfragmentasi, hierarki pelayanan cenderung

lebih tajam dan tidak simetris dibandingkan kota daratan.

Secara teoretis, penelitian ini memperluas pemahaman mengenai relevansi teori pusat tempat dalam konteks spasial non-kontigu. Jika teori klasik mengasumsikan ruang homogen dan keterjangkauan yang relatif seragam, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada kota pulau kecil, pembentukan pusat pelayanan lebih ditentukan oleh intensitas spasial fasilitas dan ko-lokasi fungsi berbobot tinggi daripada jarak geometris semata. Dengan kata lain, penelitian ini tidak hanya mengonfirmasi teori, tetapi juga mengoreksinya secara kontekstual dengan menunjukkan bahwa densitas berbobot dapat berfungsi sebagai proksi yang lebih akurat dalam membaca struktur pelayanan pada wilayah dengan keterbatasan aksesibilitas fisik. Hasil ini sejalan dengan studi-studi mutakhir yang menekankan pentingnya pendekatan densitas spasial dalam membaca struktur kota kecil dan wilayah perifer, namun memperluasnya dengan menempatkan KDE sebagai instrumen analitik utama dalam pembentukan hierarki pelayanan, bukan sekadar alat eksplorasi spasial.

Dari sisi implikasi praktis, penelitian ini menegaskan KDE sebagai *tools* kebijakan (*policy-oriented tool*) dalam perencanaan wilayah pulau kecil. Output KDE memungkinkan perencana wilayah untuk mengidentifikasi pusat pelayanan utama, sub-pusat, serta wilayah underserved secara objektif dan terukur, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan lokasi prioritas pengembangan fasilitas, redistribusi layanan, dan penguatan konektivitas antarwilayah. Dalam konteks Usuku Tomia sebagai Pusat Kegiatan Lokal, pendekatan ini memberikan landasan *evidence-based planning* yang lebih adaptif dibandingkan pendekatan zonasi administratif konvensional. Dengan demikian, penelitian ini memperlihatkan bahwa KDE tidak berhenti pada pemetaan kepadatan, tetapi dapat berfungsi sebagai instrumen strategis dalam merumuskan kebijakan penataan pusat pelayanan yang efisien, inklusif, dan kontekstual bagi wilayah kepulauan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati secara kritis. Analisis KDE yang digunakan masih berfokus pada dimensi kuantitatif spasial, yaitu jumlah, bobot, dan kedekatan fasilitas, tanpa mengintegrasikan kualitas pelayanan,

kapasitas fasilitas, maupun dinamika permintaan masyarakat. Selain itu, penggunaan bandwidth statis berpotensi menyederhanakan variasi aksesibilitas aktual antarwilayah pulau yang memiliki hambatan transportasi berbeda.

Keterbatasan ini membuka peluang penelitian lanjutan untuk mengombinasikan KDE dengan indikator sosial-ekonomi, analisis jaringan transportasi, serta pendekatan multi-kriteria guna membangun indeks pelayanan wilayah yang lebih komprehensif. Dengan refleksi ini, *novelty* penelitian tidak hanya terletak pada penerapan KDE di kota pulau kecil, tetapi juga pada upaya konseptual menempatkan KDE sebagai jembatan antara analisis spasial kuantitatif dan kebijakan perencanaan wilayah berbasis bukti.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa struktur pusat pelayanan di Kawasan Perkotaan Usuku Tomia dibentuk oleh ketimpangan intensitas spasial fasilitas yang signifikan dan terukur. Melalui penerapan KDE berbobot, penelitian ini berhasil mengidentifikasi empat hierarki pusat pelayanan yang merepresentasikan kapasitas fungsional wilayah secara objektif. Kelurahan Tongano Barat dan Waha berperan sebagai pusat pelayanan utama (Orde I) dengan nilai densitas tertinggi dan dominasi fasilitas strategis, sementara wilayah lainnya berfungsi sebagai sub-pusat atau kawasan pinggiran dengan tingkat pelayanan yang lebih rendah.

Secara teoretis, temuan ini mengonfirmasi prinsip dasar teori pusat tempat, namun sekaligus memperluas relevansinya pada konteks kota pulau kecil yang memiliki struktur ruang non-kontinyu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembentukan hierarki pelayanan tidak semata ditentukan oleh jarak dan asumsi ruang homogen, melainkan oleh intensitas spasial berbobot dan ko-lokasi fungsi pelayanan utama. Dengan demikian, densitas pelayanan dapat dipahami sebagai indikator struktural yang lebih akurat dalam membaca sistem pelayanan perkotaan di wilayah kepulauan.

Dari perspektif perencanaan wilayah, penelitian ini menegaskan KDE sebagai alat analisis kebijakan (*policy-oriented tool*) yang efektif untuk mendukung perencanaan tata ruang berbasis bukti. Output KDE memungkinkan identifikasi pusat pelayanan, sub-pusat, dan wilayah *underserved* secara

presisi, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam perumusan strategi redistribusi fasilitas dan peningkatan aksesibilitas di kota pulau kecil. Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada aspek kuantitatif spasial dan belum mempertimbangkan kualitas layanan serta dinamika permintaan, sehingga membuka peluang pengembangan riset lanjutan berbasis pendekatan multi-kriteria.

## SARAN

Untuk mendukung pengembangan penelitian ke depan sekaligus meningkatkan efektivitas perencanaan wilayah, diperlukan penguatan fungsi pusat dan sub-pusat pelayanan melalui optimalisasi peran Kelurahan Tongano Barat dan Waha sebagai simpul pelayanan utama. Upaya ini dapat dilakukan dengan penyediaan fasilitas prioritas tambahan serta peningkatan infrastruktur konektivitas antarwilayah guna memperkuat kapasitas layanan dan memperluas jangkauan spasial, khususnya bagi wilayah dengan tingkat pelayanan rendah. Selain itu, diperlukan strategi redistribusi dan penambahan fasilitas pada wilayah dengan hierarki pelayanan rendah (orde III–IV), seperti Desa Kollo Soha, Lamanggau, Teemoane, Waiti, Patipelong, dan Timu, melalui perencanaan spasial berbasis kebutuhan lokal agar aksesibilitas pelayanan publik, terutama pendidikan, kesehatan, dan pelayanan umum, dapat ditingkatkan secara lebih merata.

Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk mengintegrasikan analisis spasial dengan aspek kualitatif dan sosial-ekonomi, termasuk kapasitas dan kualitas fasilitas, kepadatan penduduk, tingkat kemiskinan, serta mobilitas masyarakat, sehingga pemetaan pelayanan yang dihasilkan lebih holistik dan responsif terhadap kebutuhan riil warga. Sebagai pengembangan lebih lanjut, diperlukan penyusunan indeks pelayanan wilayah berbasis pendekatan komposit yang menggabungkan densitas spasial, bobot fasilitas, kualitas pelayanan, dan tingkat aksesibilitas antarwilayah, yang dapat berfungsi sebagai instrumen analitis dan kebijakan dalam perumusan serta pemantauan efektivitas distribusi fasilitas pelayanan perkotaan.

## DAFTAR PUSTAKA

Alwan, A., Barkey, R. A., & Syafri, S. 2021. Perubahan Penggunaan Lahan dan Keselarasan Rencana Pola Ruang Di Kota Kendari. *Urban and Regional Studies*



- Journal*, 3(1), 1–5.  
<https://doi.org/10.35965/ursj.v3i1.605>
- Baranyai, D., & Sipos, T. 2022. Black-Spot Analysis in Hungary Based on Kernel Density Estimation. *Sustainability*, 14(14), 8335. <https://doi.org/10.3390/su14148335>
- Bravo-Rodríguez, B., Rivas-Navarro, J. L., Hita-Alonso, C., & Martos-Fernández, P. 2024. *Factors of Integration and Social Cohesion of Urban Facilities in the Northern and Southern Peripheries of Granada*. 172–179. [https://doi.org/10.18485/arh\\_pt.2024.8.ch2\\_0](https://doi.org/10.18485/arh_pt.2024.8.ch2_0)
- Chen, Y., Zhang, Z., Lang, L., Long, Z., Wang, N., Chen, X., Wang, B., & Li, Y. 2023. Measuring the Spatial Match Between Service Facilities and Population Distribution: Case of Lanzhou. *Land*, 12(8), 1549. <https://doi.org/10.3390/land12081549>
- Haolei, Z. , W. Y. , & Z. Z. 2024. Spatial Distribution Pattern and Characteristics of Medical Institution in Kunming's Main Urban District Based on GIS. *MEDS Public Health and Preventive Medicine*, 4(1). [https://doi.org/10.23977/phpm.2024.04011\\_2](https://doi.org/10.23977/phpm.2024.04011_2)
- He, D., Chen, Z., Shao-wei, A. I., Zhou, J., Lu, L., & Yang, T. 2021. The Spatial Distribution and Influencing Factors of Urban Cultural and Entertainment Facilities in Beijing. *Sustainability*, 13(21), 12252. <https://doi.org/10.3390/su132112252>
- Jiang, F., Chen, C., Li, C., Kutia, M., & Sun, H. 2021. A Novel Spatial Simulation Method for Mapping the Urban Forest Carbon Density in Southern China by the Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 13(14), 2792. <https://doi.org/10.3390/rs13142792>
- Kanga, S., Singh, S. K., Meraj, G., Kumar, A., Parveen, R., Kranjčić, N., & Đurin, B. 2022. Assessment of the Impact of Urbanization on Geoenvironmental Settings Using Geospatial Techniques: A Study of Panchkula District, Haryana. *Geographies*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.3390/geographies2010001>
- Kim, M. H., Yun, J., & Yoo, S. B. 2023. Multiregression Spatially Variant Blur Kernel Estimation Based on Inter-kernel Consistency. *Electronics Letters*, 59(8). <https://doi.org/10.1049/ell2.12805>
- Man, W., Wang, S., & Yang, H. 2021. Exploring the spatial-temporal distribution and evolution of population aging and social-economic indicators in China. *BMC Public Health*, 21(1), 966. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11032-z>
- Sofi, A. A., Sasidharan, S., & Bhat, M. Y. 2021. Economic Growth and Club Convergence: Is There a Neighbour's Effect? *International Journal of Finance & Economics*, 28(3), 2475–2494. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2545>
- Sopian, A. I., Hidayat, J. T., & Zafrullah, R. M. 2024. Strategi Pengembangan Kecamatan Cibeureum Sebagai Pusat Pelayanan Kota Di Kota Sukabumi. *Syntax Idea*, 6(7), 3100–3114. <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v6i7.4004>
- Syahrir, E. A. 2025. *Peran Ibu Kota sebagai Pusat Kegiatan Nasional dalam Mendukung Interaksi Keruangan Pada Area Hinterland*. 10(1).
- Wang, K., Wang, W., Li, T., Wen, S., Fu, X., & Wang, X. 2023. Optimizing Living Service Amenities for Diverse Urban Residents: A Supply and Demand Balancing Analysis. *Sustainability*, 15(16), 12392. <https://doi.org/10.3390/su151612392>
- Wardojo, S. S. I., Huang, Y.-L., & Chuang, K. 2021. Determinants of the Quality of Life Amongst HIV Clinic Attendees in Malang, Indonesia. *BMC Public Health*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11321-7>
- Widayanti, H. 2022. Keterjangkauan Spasial Puskesmas Di Pusat Kota Semarang Menggunakan Isochrone. *Jurnal Litbang*

*Sukowati Media Penelitian Dan Pengembangan*, 6(1), 54–67.  
<https://doi.org/10.32630/sukowati.v6i1.323>

Yang, J. -M., Li, S., & Lu, H. 2019. Quantitative Influence of Land-Use Changes and Urban Expansion Intensity on Landscape Pattern in Qingdao, China: Implications for Urban Sustainability. *Sustainability*, 11(21), 6174. <https://doi.org/10.3390/su11216174>

Zhong, X., Duan, Z., Liu, C., & Chen, W. 2024. Research on the Coupling Mechanism and Influencing Factors of Digital Economy and Green Technology Innovation in Chinese Urban Agglomerations. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55854-4>