

Pemodelan Keterjangkauan Rumah Sakit dan Puskesmas di Kota Serang Menggunakan QNEAT 3.0 dan IDW dalam Sistem Informasi Geografis

Muhammad Suhada Al Afif^{1*}, Siti Fadjarjani²

Universitas Siliwangi, Jl. Siliwangi No.24, Kota Tasikmalaya, 46115, Indonesia

Alamat email penulis koresponden: muhammadsuhadaalafif@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan menganalisis keterjangkauan spasial rumah sakit dan puskesmas di Kota Serang dengan menggunakan integrasi model *Quantum Network Analysis Toolbox (QNEAT) 3.0* dan *Inverse Distance Weighted (IDW)* berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan analisis spasial berbasis data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Serang. Analisis QNEAT 3.0 digunakan untuk menghitung jarak dan waktu tempuh menuju fasilitas kesehatan terdekat melalui jaringan jalan utama, sedangkan metode IDW digunakan untuk menginterpolasi dan memvisualisasikan sebaran nilai keterjangkauan di seluruh wilayah penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah pusat seperti Kecamatan Serang dan Cipocok Jaya memiliki tingkat aksesibilitas tinggi, sedangkan wilayah pinggiran seperti Walantaka, Kasemen, dan Curug menunjukkan keterjangkauan rendah karena keterbatasan jaringan jalan dan distribusi fasilitas yang belum merata. Integrasi QNEAT 3.0 dan IDW terbukti mampu memberikan gambaran spasial yang komprehensif terhadap pola aksesibilitas fasilitas kesehatan dan dapat digunakan sebagai dasar kebijakan pemerataan layanan kesehatan berbasis data spasial di Kota Serang.

Kata Kunci: Sistem Informasi Geografis, Keterjangkauan Spasial, Fasilitas Kesehatan

Abstract

This study aims to model and analyze the spatial accessibility of hospitals and community health centers in Serang City using the integration of the Quantum Network Analysis Toolbox (QNEAT) 3.0 and Inverse Distance Weighted (IDW) models based on Geographic Information Systems (GIS). The approach used is quantitative descriptive with spatial analysis based on secondary data from the Central Statistics Agency (BPS) of Serang City. QNEAT 3.0 analysis is used to calculate the distance and travel time to the nearest health facility via the main road network, while the IDW method is used to interpolate and visualize the distribution of accessibility values across the study area. The results show that central areas such as Serang and Cipocok Jaya Districts have a high level of accessibility, while outlying areas such as Walantaka, Kasemen, and Curug show low accessibility due to limited road networks and uneven distribution of facilities. The integration of QNEAT 3.0 and IDW has proven to be able to provide a comprehensive spatial picture of the accessibility pattern of health facilities and can be used as a basis for policies on equal distribution of health services based on spatial data in Serang City.

Keywords: Geographic Information System, Spatial Accessibility, Health Facilities

1. PENDAHULUAN

Pemerataan akses terhadap fasilitas kesehatan menjadi salah satu tantangan utama pembangunan wilayah di Indonesia, terutama di kota-kota yang mengalami pertumbuhan penduduk pesat seperti Kota Serang. Aksesibilitas layanan kesehatan tidak hanya diukur dari jumlah fasilitas yang tersedia, tetapi juga sejauh mana fasilitas tersebut dapat dijangkau oleh masyarakat secara spasial dan temporal (Rahmawati et al., 2022).

Dalam konteks ini, analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi instrumen penting untuk mengidentifikasi ketimpangan spasial dan menentukan strategi pemerataan pelayanan publik (Sari & Putra, 2023; Kim et al., 2023). Aksesibilitas spasial menggambarkan hubungan antara lokasi penduduk dan fasilitas pelayanan, yang dipengaruhi oleh jarak, jaringan jalan, serta waktu tempuh (Handayani & Setiawan, 2022).

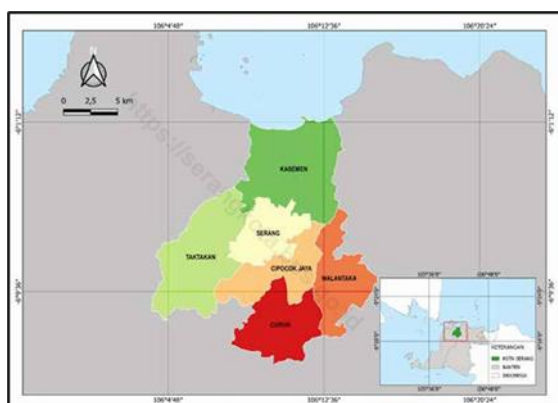
Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ketimpangan akses layanan kesehatan berkontribusi terhadap disparitas kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat (Rosyidah & Wijaya, 2025; Simanjuntak & Dewi, 2021). Dalam konteks perkotaan, aspek spasial seringkali menjadi faktor pembeda antara wilayah pusat yang memiliki fasilitas lengkap dengan wilayah pinggiran yang cenderung tertinggal (Widodo & Ramadhani, 2023).

Penggunaan teknologi SIG dalam pemetaan aksesibilitas fasilitas publik telah berkembang pesat. Salah satu metode terkini adalah *Quantum Network Analysis Toolbox* (QNEAT 3.0), plugin dalam QGIS yang memungkinkan analisis jaringan berbasis jalan secara realistis (Albrecht, 2020). Melalui QNEAT 3.0, jarak tempuh dan waktu perjalanan dapat dihitung berdasarkan data spasial jaringan jalan, sehingga menghasilkan peta keterjangkauan (*service area map*) yang lebih akurat (Yunanto & Nugraha, 2021).

Selain itu, metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) juga banyak digunakan dalam analisis spasial untuk memvisualisasikan distribusi nilai keterjangkauan antar titik observasi (Firdaus et al., 2024). IDW bekerja dengan prinsip bahwa lokasi yang berdekatan memiliki nilai yang lebih mirip dibandingkan lokasi yang berjauhan.

Integrasi QNEAT 3.0 dan IDW memberikan hasil yang lebih komprehensif: QNEAT 3.0 digunakan untuk analisis jaringan spasial, sedangkan IDW berfungsi untuk menginterpolasi dan memetakan pola sebaran keterjangkauan di seluruh wilayah penelitian.

Kota Serang merupakan sebuah Kota yang masih berada di wilayah administrasi Provinsi Banten. Wilayah Kota ini mencakup 6 kecamatan yang diantaranya Kecamatan Serang, Walantaka, Curug, Kasemen, Taktakan, dan Cipocok jaya.



Gambar 1. Peta Administrasi Kota Serang. (Sumber: BPS 2025)

Secara pola keruangan wilayah, Administrasi Kota Serang berfokus pada pola konsentris yang dicetuskan oleh Ernest W. Burgess. Menurut Burgess, kota-kota mengalami perkembangan atau pemekaran dimulai dari pusatnya, kemudian seiring pertambahan penduduk kota meluas ke daerah pinggiran atau menjauhi pusat.

Hal inilah yang terjadi pada wilayah Kota Serang, yang dimana secara konsepnya berfokus kepada wilayah pusat. termasuk ke dalam Kecamatan Serang, dan Sebagian Cipocok Jaya. Serta secara wilayah fungsionalnya Kecamatan Serang merupakan wilayah perekonomian, dan juga pusat pemerintahan.

Dampak dari wilayah yang terfokus ke pusat tersebut, mengakibatkan adanya sebuah ketimpangan yang ada di Kota Serang khususnya dari beberapa kecamatan lain di Kota Serang seperti Curug, Walantaka, dan Kasemen yang merupakan wilayah pinggiran.

Jika berbicara terkait fasilitas kesehatan yang ada di Kota Serang sendiri, menurut data BPS di tahun 2024, setidaknya ada 9 Rumah sakit dari 3 kecamatan yang ada di Kota Serang yang diantaranya sebagai berikut;

Tabel 1. Sebaran Rumah Sakit Kota Serang 2022 – 2024

Kecamatan	2020	2021	2024
Curug	-	-	-
Walantaka	-	-	-
Cipocok Jaya	2	2	3
Serang	5	5	5
Taktakan	1	1	1
Kasemen	-	-	-
Jumlah	8	8	9

Sumber: Data BPS Kota Serang 2025

Pada tabel diatas tepatnya di tahun 2024, adanya penambahan rumah sakit terutama di Kecamatan Cipocok Jaya, sehingga total dari adanya ketersediaan rumah sakit di Kota Serang bertambah menjadi 9. Meskipun adanya penambahan tempat rumah sakit, di sisi lain terdapat tiga Kecamatan seperti Curug, Walantaka, dan Kasemen yang tidak memiliki rumah sakit khusus dari masing – masing di setiap kecamatanmnya.

Namun Sebagian masyarakat disana untuk menunjang akses fasilitas kesehatannya Sebagian masyarakat masih mengandalkan puskesmas sebagai sarana penunjang utama dalam hal kesehatan. Secara total Puskesmas di Kota Serang berjumlah 15 unit yang diantaranya:

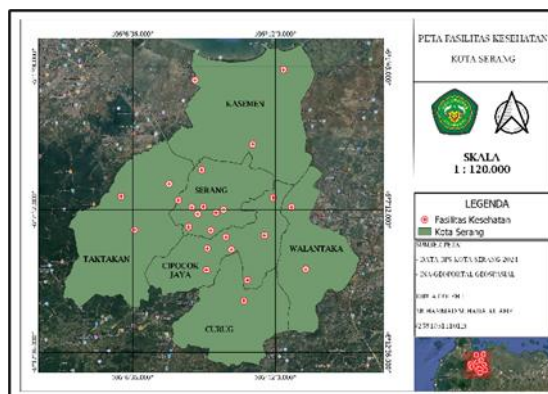
Tabel 2. Sebaran Puskesmas Kota Serang 2022 – 2024

Kecamatan	2020	2021	2024
Curug	4	5	5
Walantaka	4	4	7
Cipocok Jaya	6	7	7
Serang	10	11	11
Taktakan	5	4	5
Kasemen	5	4	4

Jumlah	34	35	39
--------	----	----	----

Sumber: Data BPS Kota Serang 2025

Secara pendistribusian wilayah Kota Serang terutama di Kecamatan Serang dan Cipocok jaya di sekitar pusat pemerintahan, dan jalur utama transportasi terutama di kecamatan Serang dan Cipocok Jaya. Sementara itu, wilayah pinggiran seperti Kecamatan Curug, Walantaka dan Kasemen memiliki jumlah fasilitas yang jauh lebih sedikit dan jarak antarunit pelayanan yang lebih jauh.



Gambar 2. Peta Persebaran Fasilitas Kesehatan Kota Serang (Sumber: dibuat sendiri).

Oleh karena itu adanya ketimpangan sarana fasilitas kesehatan perlu dilakukan sebuah analisis spasial untuk menentukan analisis pola keterjangkauan untuk memudahkan akses masyarakat khususnya dalam meningkatkan layanan kesehatan.

Dengan menggabungkan metode pemodelan QNEAT 3.0 dan IDW di wilayah perkotaan seperti Kota Serang masih terbatas, sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan sebagai upaya pengembangan model spasial yang komprehensif.

Serta Model ini diharapkan dapat memberikan informasi geospasial yang akurat untuk mendukung kebijakan pemerataan layanan kesehatan, terutama dalam konteks perencanaan tata ruang kota dan pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based planning*). Adapun untuk rumusan masalah diantaranya sebagai berikut;

1. Bagaimana pola keterjangkauan spasial rumah sakit dan puskesmas di Kota Serang berdasarkan analisis QNEAT 3.0 dan IDW?
2. Bagaimana hasil integrasi model QNEAT 3.0 dan IDW dapat digunakan untuk merekomendasikan pemerataan layanan kesehatan di Kota Serang ?

2. METODE

Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan menggunakan desain spasial berbasis SIG. Kemudian untuk teknik analisis spasial yang digunakan berfokus kepada pola keterjangkauan, jadi nantinya akan menggunakan teknik buffering dengan menggunakan model QNEAT 3.0 dan IDW untuk analisis jaringan jalan dengan tingkat ketersediaan fasilitas kesehatannya, serta di satu sisi juga menggunakan analisis *Kernel Density* untuk menentukan tingkat kepadatan penduduk yang ada di Kota Serang. Untuk data – data yang digunakan terdiri dari:

- Data spasial jaringan jalan (Ina-Geoportal),
- Lokasi fasilitas kesehatan (Excel yang diformatkan menjadi CSV dan google maps)
- Kepadatan penduduk per kecamatan (BPS Kota Serang, 2024),
- Batas administrasi Kota Serang (Ina - Geoportal)

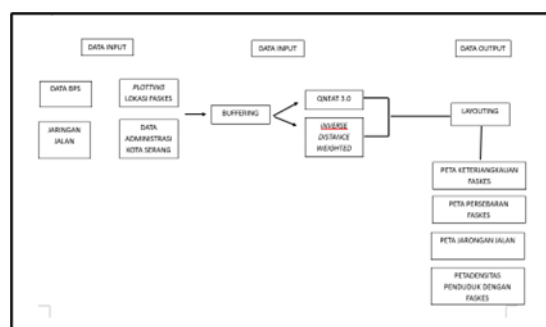
Untuk tahapan desain penelitiannya adalah

- Pengumpulan data awal seperti data BPS Kota Serang tahun 2025, *plotting* lokasi faskes, data *shapefile* jaringan jalan, dan Peta Administrasi Kota Serang.
- Kemudian dilakukan dengan tahap *buffering* dengan menggunakan model *plugin* QNEAT 3.0, IDW, dan *Kernel Density*.
- Kemudian dianalisis sesuai dengan pembuatan peta – peta yang diinginkan
- Melakukan tahap *Layout* yaitu data output hasil dari analisis beberapa peta yang dibuat. Dari output menampilkan 4 peta yang dibutuhkan yaitu peta keterjangkauan faskes, peta jaringan jalan, peta persebaran faskes, dan peta densitas penduduk dengan faskes.

Untuk penggunaan aplikasi dalam analisis ini menggunakan perangkat lunak QGIS 3.16 Hannover dengan menggunakan dua komponen yaitu:

- QNEAT 3.0: untuk mengukur jarak tempuh efektif dan area pelayanan berdasarkan jaringan jalan utama
- IDW (*Inverse Distance Weighted*): digunakan untuk menginterpolasi hasil QNEAT 3.0 menjadi peta kontinyu yang menunjukkan gradasi keterjangkauan spasial antarwilayah.

Serta tambahan dengan menggunakan analisis *kernel density* untuk menentukan tingkat kepadatan penduduknya. Adapun untuk kerangka analisis datanya sebagai berikut



Gambar 3. Teknik Analisis Data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

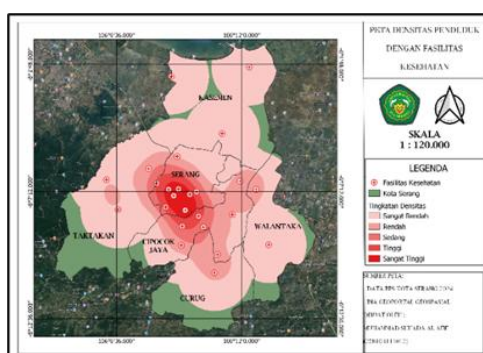
3.1. HASIL

A. Peta Densitas Penduduk dan Fasilitas Kesehatan.

Pada pengambilan teknik analisis data dengan menggunakan model *heat kernel* dan *union* yang Dimana dalam analisis tersebut digunakan untuk mengukur tingkat kepadatan penduduk dengan ketersediaan sarana fasilitas kesehatan.

Hasil peta densitas fasilitas kesehatan yang dianalisis menunjukkan adanya sebuah konsentrasi fasilitas di wilayah tengah kota, sedangkan daerah pinggiran relatif jarang memiliki rumah sakit atau puskesmas.

Pola spasial ini menegaskan adanya tekanan layanan kesehatan di pusat kota dan potensi over kapasitas pelayanan di fasilitas utama. Adapun hasil yang dipetakan adalah sebagai berikut.



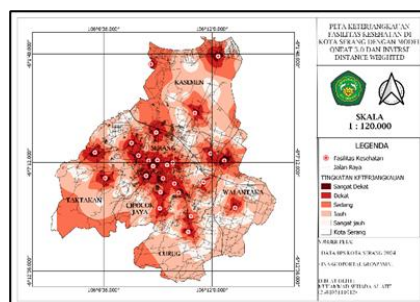
Gambar 4. Peta Densitas Penduduk dan Fasilitas Kesehatan di Kota Serang (Sumber: dibuat sendiri)

B. Peta Keterjangkauan Fasilitas Kesehatan (Model QNEAT 3.0 dan IDW)

Hasil analisis menunjukkan bahwa area dengan keterjangkauan sangat dekat (500 meter) berada di sekitar pusat kota dan koridor utama jalan, sementara area dengan keterjangkauan dekat (1.000 meter), dan sedang (1.500 meter) terdapat di zona peralihan seperti Cipocok Jaya bagian timur dan sebagian Walantaka.

Adapun wilayah dengan keterjangkauan jauh (2000 meter) dan sangat jauh (2.500 meter), teridentifikasi di Kasemen bagian utara dan Walantaka bagian timur, di mana kepadatan penduduk relatif tinggi namun akses ke fasilitas kesehatan masih terbatas.

Dalam peta hasil integrasi ini menegaskan bahwa tingkat keterjangkauan dari suatu tempat sangat dipengaruhi oleh kombinasi antara ketersediaan fasilitas, jaringan transportasi dan sebaran penduduk.



Gambar 5. Peta Keterjangkauan Fasilitas Kesehatan Kota Serang dengan Pemodelan QNEAT 3.0 dan IDW

3.2. PEMBAHASAN

Hasil pemodelan yang digunakan dalam peta ini menunjukkan bahwa keterjangkauan fasilitas kesehatan di Kota Serang memiliki hubungan yang erat dengan pola persebaran fasilitas, jaringan jalan, serta kepadatan penduduk.

Dominasi fasilitas kesehatan di wilayah tengah kota menyebabkan adanya ketimpangan spasial khususnya terhadap di beberapa wilayah pinggiran, seperti di wilayah Walantaka, Kasemen, dan Curug.

Kemudian jika dilihat secara spasial, aksesibilitas di Kota Serang bersifat sentripetal yaitu semakin mendekati pusat kota, tingkat keterjangkauan semakin tinggi.

Hal ini juga berkaitan dengan salah satu teori yang dikemukakan oleh William J. Reily yakni teori titik henti. Menurut William (1931) suatu wilayah yang berdekatan dengan tempat kegiatan maka daya interaksinya akan semakin kuat, sedangkan jika suatu wilayah yang pusat kegiatannya berjauhan maka daya interaksinya semakin berkurang (Eriza, & Kurniawan, 2024).

Selain itu, keterhubungan antara peta jaringan jalan dan peta keterjangkauan menunjukkan bahwa area dengan konektivitas tinggi selalu berkorelasi positif dengan tingkat aksesibilitas.

Hal ini sesuai dengan temuan Yunanto & Nugraha (2021) dan Sari & Putra (2023) yang menyatakan bahwa struktur jaringan jalan berperan dominan dalam menentukan efisiensi spasial akses layanan publik. Dengan demikian, peningkatan kualitas infrastruktur jalan lokal di Kasemen dan Walantaka menjadi strategi utama untuk memperbaiki ketimpangan akses.

Korelasi antara peta densitas penduduk dan peta keterjangkauan menunjukkan hubungan negatif semakin tinggi terhadap kepadatan penduduk, semakin rendah tingkat keterjangkauannya, terutama bila tidak diimbangi dengan penambahan fasilitas. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rosyidah & Wijaya (2025), yang menemukan bahwa kepadatan penduduk tanpa dukungan fasilitas baru berpotensi menciptakan beban layanan yang tinggi dan menurunkan efisiensi pelayanan kesehatan.

Dari sisi spasial, hasil analisis QNEAT 3.0 dan IDW memberikan gambaran bahwa pola keterjangkauan di Kota Serang mengikuti struktur jaringan jalan arteri dan kolektor yang mengarah ke pusat kota. Kondisi ini memperkuat teori bahwa aksesibilitas perkotaan sangat bergantung pada konfigurasi transportasi dan perencanaan tata ruang.

Oleh karena itu, rekomendasi kebijakan yang dapat diusulkan meliputi penguatan fungsi puskesmas pembantu di wilayah pinggiran, perbaikan jaringan jalan lokal, serta pemerataan fasilitas kesehatan baru berbasis hasil analisis spasial.

4. KESIMPULAN

Ada beberapa bagian yang dapat disimpulkan pada penelitian ini khususnya mengenai keterjangkauan rumah sakit dan puskesmas yang ada di Kota Serang yang diantaranya sebagai berikut;

- Secara keseluruhan gambaran pola keterjangkauan fasilitas kesehatan di Kota Serang masih belum merata, terutama di wilayah pusat seperti Kecamatan Serang dan Cipocok Jaya yang memiliki akses tinggi karena beberapa faktor yang diantaranya jaringan jalan dan konsentrasi fasilitas yang baik.

- Wilayah Kota Serang juga memiliki pola yang bersifat sentripetal yaitu semakin mendekati pusat kota, tingkat keterjangkauan semakin tinggi, sedangkan yang berjauhan dengan pusat kota tingkat keterjangkauannya semakin rendah.
- Adanya hasil pemodelan antara model QNEAT 3.0 dan IDW dapat digunakan untuk rekomendasi pemerataan layanan kesehatan, khususnya dalam menentukan lokasi prioritas pembangunan puskesmas baru dan peningkatan jaringan jalan di wilayah dengan akses rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Albrecht, J. (2020). *Quantum Network Analysis Toolbox (QNEAT 3.0) Plugin Documentation*. QGIS Developer Community.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Serang. (2025). *Kota Serang dalam Angka 2025*. BPS Kota Serang.
- Firdaus, M., Pradipta, H., & Lestari, N. (2024). Analisis spasial sebaran fasilitas kesehatan menggunakan metode IDW di Kota Bandung. *Jurnal Geomatika dan Aplikasi Spasial*, 8(2), 45–56.
- Handayani, D., & Setiawan, A. (2022). Aksesibilitas fasilitas kesehatan di wilayah perkotaan menggunakan analisis jaringan SIG. *Jurnal Geografi dan Perencanaan Wilayah*, 12(1), 33–44.
- Kim, S., Park, H., & Lee, J. (2023). Spatial accessibility analysis to health facilities using GIS-based network modeling. *International Journal of Spatial Planning and Development*, 15(3), 201–213.
- Rahmawati, E., Santoso, R., & Nugroho, D. (2022). Pemerataan akses fasilitas kesehatan berbasis analisis spasial di Indonesia. *Jurnal Kesehatan dan Lingkungan*, 19(2), 125–138.
- Rosyidah, N., & Wijaya, F. (2025). Ketimpangan spasial pelayanan kesehatan di wilayah perkotaan: Studi kasus di Provinsi Banten. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 21(1), 87–99.
- Sari, D. P., & Putra, M. A. (2023). Analisis spasial jaringan transportasi dan keterjangkauan layanan publik menggunakan QGIS. *Jurnal Teknologi dan Informasi Geospasial*, 11(4), 278–290.
- Simanjuntak, T., & Dewi, R. (2021). Ketimpangan spasial dan akses pelayanan publik di wilayah metropolitan. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 9(2), 89–102.
- Widodo, S., & Ramadhani, R. (2023). Analisis spasial disparitas wilayah perkotaan menggunakan SIG: Studi kasus Kota Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Geografi Indonesia*, 7(1), 15–27.
- Yunanto, H., & Nugraha, D. (2021). Penerapan QNEAT 3.0 dalam analisis aksesibilitas fasilitas pendidikan di Kota Semarang. *Jurnal Sistem Informasi Geografis dan Aplikasinya*, 5(3), 102–110