

Autokorelasi Spasial pada Sebaran Tenaga Kesehatan Perawat dan Tenaga Farmasi di Jawa Timur

Wahyu Nur Achmadin^{1*}, Dewi Mashitasari², Vebi Wulandari³, Fita Fatimah

^{1,2,3,4}Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Argopuro Jember, wahyu.achmadin@gmail.com,
sarishita0423@gmail.com, vebiwulandari@gmail.com, fita.fatimah88@gmail.com

[*wahyu.achmadin@gmail.com](mailto:wahyu.achmadin@gmail.com)

Abstrak. Distribusi tenaga kesehatan, seperti perawat dan tenaga farmasi, merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas pelayanan kesehatan suatu wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola distribusi tenaga kesehatan di Jawa Timur pada tahun 2023 menggunakan metode analisis spasial *K-Nearest Neighbors* (KNN) dan indeks Moran. Data yang digunakan bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur. Hasil analisis menunjukkan adanya ketimpangan signifikan dalam distribusi tenaga kesehatan antara wilayah perkotaan dan pedesaan. Wilayah perkotaan, seperti Surabaya dan Sidoarjo, cenderung memiliki konsentrasi tenaga kesehatan yang tinggi (*High-High cluster*), sementara wilayah terpencil, seperti Sumenep dan Trenggalek, termasuk dalam kategori konsentrasi rendah (*Low-Low cluster*). Analisis indeks Moran mengungkapkan bahwa sebagian besar wilayah memiliki pola distribusi tenaga kesehatan yang tidak signifikan secara spasial.

Kata kunci: Autokorelasi Spasial, Indeks Moran, KNN, Perawat, Tenaga Farmasi

Abstract. The distribution of healthcare workers, such as nurses and pharmaceutical personnel, is one of the key indicators in determining the quality of healthcare services in a region. This study aims to identify the distribution patterns of healthcare workers in East Java in 2023 using spatial analysis methods, specifically the *K-Nearest Neighbors* (KNN) method and Moran's Index. The data used in this study were sourced from the East Java Central Bureau of Statistics (BPS). The analysis results reveal significant disparities in the distribution of healthcare workers between urban and rural areas. Urban areas, such as Surabaya and Sidoarjo, tend to have a high concentration of healthcare workers (*High-High cluster*), while remote areas, such as Sumenep and Trenggalek, fall into the low-concentration category (*Low-Low cluster*). Moran's Index analysis indicates that most regions exhibit spatial distribution patterns of healthcare workers that are not statistically significant.

Keywords: Spatial Autocorrelation, *K-Nearest Neighbors*, Nurses, Pharmaceutical

Cara Menulis Sitasi: Achmadin, W.N., Mashitasari, D., Wulandari, V. (2024). Jurnal ESTIMATOR: Journal of Applied Statistics, Mathematics, and Data Science, Vol. 2 (2), 9-16.

DITERIMA: 1 Desember 2024 DISETUJUI: 23 Desember 2024 ONLINE: 24 Desember 2024

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan tenaga kesehatan yang mencakup perawat, bidan, tenaga farmasi, dan tenaga gizi merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas pelayanan kesehatan di suatu wilayah. Di Indonesia, distribusi tenaga kesehatan masih menjadi tantangan utama, terutama dalam menjamin pemerataan akses layanan kesehatan di setiap daerah. Jawa Timur, sebagai salah satu provinsi dengan jumlah penduduk terbesar di Indonesia, menghadapi tantangan dalam mendistribusikan tenaga kesehatan secara proporsional untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di setiap kabupaten. Ketidakseimbangan distribusi ini dapat berdampak langsung pada aksesibilitas layanan kesehatan, tingkat kesakitan, dan kesejahteraan masyarakat.

Dalam konteks pelayanan kesehatan di Jawa Timur, terdapat disparitas yang cukup signifikan antara kabupaten yang memiliki fasilitas kesehatan yang memadai dengan kabupaten yang masih kekurangan tenaga kesehatan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur tahun 2023, beberapa kabupaten memiliki rasio tenaga kesehatan per jumlah penduduk yang masih jauh di bawah standar minimal yang direkomendasikan oleh Kementerian Kesehatan. Sebagai contoh, kabupaten yang berada di daerah terpencil atau perbatasan sering kali memiliki jumlah perawat, bidan, tenaga farmasi, dan tenaga gizi yang tidak mencukupi. Kondisi ini dapat memperburuk kesenjangan kesehatan dan meningkatkan angka morbiditas serta mortalitas di daerah tersebut.

Urgensi penelitian ini didasarkan pada kebutuhan untuk mengidentifikasi pola distribusi tenaga kesehatan di Jawa Timur. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengambilan kebijakan yang lebih tepat sasaran. Selain itu, pemanfaatan analisis spasial dengan metode *K-Nearest Neighbors* (KNN) menawarkan pendekatan inovatif untuk memahami pola distribusi tenaga kesehatan secara komprehensif dan berbasis data. Penelitian ini memiliki urgensi yang tinggi mengingat pentingnya pemerataan tenaga kesehatan dalam mendukung pembangunan kesehatan masyarakat.

Distribusi tenaga kesehatan telah menjadi topik penelitian yang banyak dibahas dalam literatur. Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa ketidakseimbangan distribusi tenaga kesehatan disebabkan oleh faktor geografis, ekonomi, dan sosial. Adapun faktor geografis seperti jarak dan aksesibilitas memainkan peran penting dalam menentukan distribusi tenaga kesehatan di suatu wilayah. Selain itu, penelitian oleh World Health Organization (WHO) pada tahun 2016 menunjukkan bahwa insentif finansial dan non-finansial dapat meningkatkan pemerataan tenaga kesehatan di daerah terpencil [1], [2].

Kajian empiris di Indonesia juga menunjukkan tantangan serupa. Kementerian Kesehatan RI mengungkapkan bahwa distribusi tenaga kesehatan di Indonesia cenderung terkonsentrasi di wilayah perkotaan, sementara daerah pedesaan dan terpencil mengalami kekurangan tenaga kesehatan yang signifikan. Banyak peneliti yang menggunakan analisis spasial untuk mengevaluasi distribusi tenaga kesehatan di suatu daerah menemukan bahwa metode seperti KNN dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pola distribusi dan kekurangan tenaga kesehatan.

Penelitian ini akan melanjutkan dan memperluas kajian sebelumnya dengan fokus pada distribusi tenaga kesehatan di Jawa Timur menggunakan data terbaru dari BPS tahun 2023 dan metode KNN. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memahami tantangan distribusi tenaga kesehatan di tingkat provinsi. Beberapa penelitian sebelumnya memberikan landasan penting bagi studi ini [3], [4], [5], [6].

Pahlevi pada tahun 2023 melakukan Analisis Distribusi Tenaga Kesehatan di Indonesia menggunakan K-Means Clustering untuk mengidentifikasi pola distribusi dan ketimpangan yang ada [7]. Yanuar pada tahun 2021 memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan area layanan dan menghitung indeks aksesibilitas fasilitas pelayanan kesehatan di Kabupaten Kulon Progo [8].

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Ramadhani pada tahun 2021, dengan melakukan analisis spasial Fasilitas Kesehatan Tingkat Lanjutan di Kota Jambi. Studi ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan dan sebaran fasilitas kesehatan tingkat lanjutan di Kota Jambi serta menganalisis angka rujukan dan ketersediaan tenaga medis [9]. Dan kemudian Aisyah et al. (2022) melakukan analisis spasial juga untuk mengevaluasi sebaran Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama di Kota Jambi dan mengidentifikasi area yang memerlukan penambahan fasilitas kesehatan [10].

Penelitian ini berbeda dari studi-studi sebelumnya karena fokus pada distribusi tenaga kesehatan di Jawa Timur dengan data terkini tahun 2023. Dengan memanfaatkan Indeks Moran dalam metode KNN, penelitian ini akan memberikan wawasan baru tentang distribusi tenaga kesehatan yang dapat mendukung kebijakan pemerataan yang lebih efektif.

2. METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan penelitian, langkah-langkah berikut akan dilakukan:

1. Pengumpulan data jumlah tenaga kesehatan di setiap kabupaten di Jawa Timur dari BPS tahun 2023.
2. Analisis Deskriptif untuk memberikan gambaran umum tentang distribusi tenaga kesehatan.
3. Analisis Spasial dengan menggunakan metode KNN untuk mengidentifikasi pola distribusi tenaga kesehatan dan daerah-daerah dengan kekurangan tenaga kesehatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Jumlah Tenaga Kesehatan Jawa Timur

No.	Kabupaten	Perawat	Farmasi
1	Pacitan	738	148
2	Ponorogo	1629	361
3	Trenggalek	1032	176
4	Tulungagung	2259	450
5	Blitar	1186	336
6	Kediri	1632	483

7	Malang	3698	633
8	Lumajang	1600	317
9	Jember	2996	597
10	Banyuwangi	2010	406
11	Bondowoso	1259	142
12	Situbondo	1054	111
13	Probolinggo	1276	164

14	Pasuruan	1794	378
15	Sidoarjo	4111	1092
16	Mojokerto	1737	237
17	Jombang	1954	290
18	Nganjuk	1307	328
19	Madiun	889	246
20	Magetan	973	204
21	Ngawi	1314	172
22	Bojonegoro	1699	339
23	Tuban	1249	263
24	Lamongan	2452	332
25	Gresik	2300	461
26	Bangkalan	1244	94

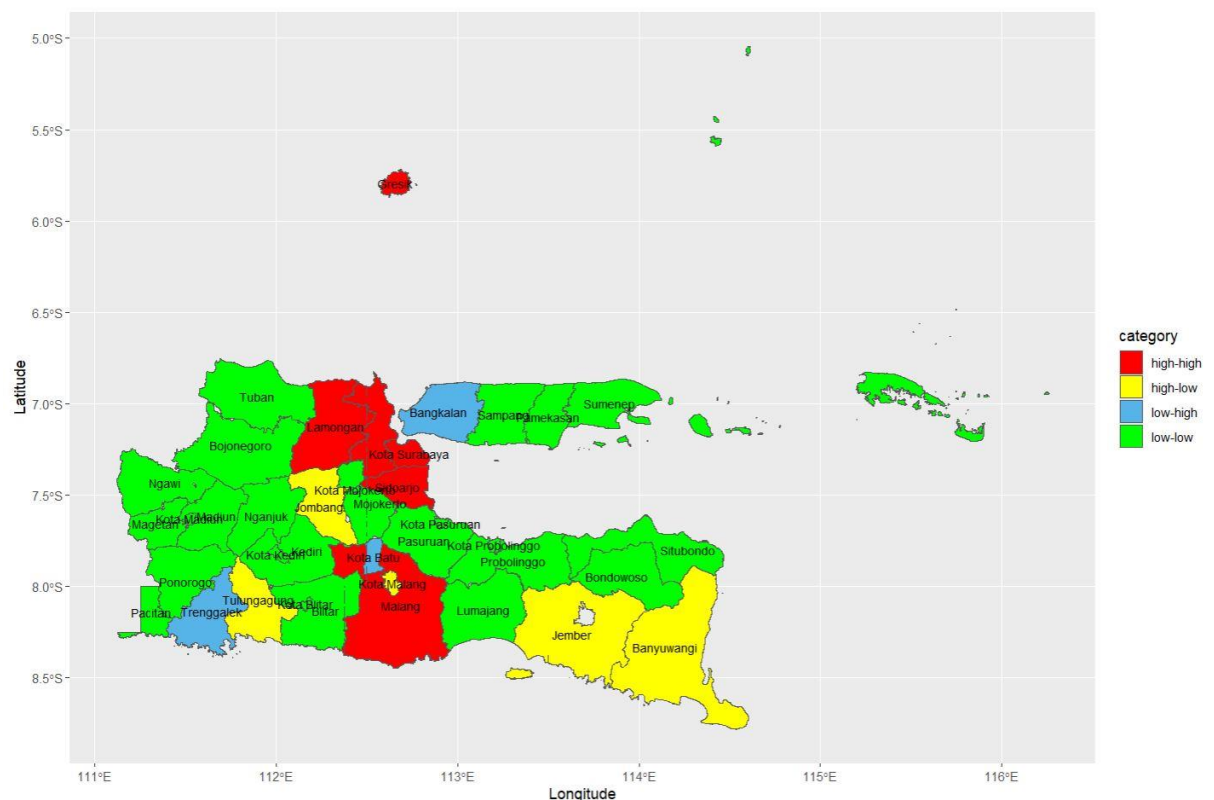
27	Sampang	1139	78
28	Pamekasan	1351	184
29	Sumenep	1575	125
30	Kota Kediri	1689	489
31	Kota Blitar	818	188
32	Kota Malang	3761	810
33	Kota Probolinggo	559	140
34	Kota Pasuruan	526	109
35	Kota Mojokerto	970	226
36	Kota Madiun	1284	405
37	Kota Surabaya	10883	2862
38	Kota Batu		

***Sumber : BPS Jawa Timur**

Analisis spasial distribusi tenaga kesehatan di Jawa Timur pada tahun 2023 mengungkapkan ketimpangan signifikan dalam penyebaran perawat, bidan, tenaga farmasi, dan tenaga gizi di berbagai kabupaten/kota. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur menunjukkan variasi jumlah tenaga kesehatan di setiap wilayah. Metode K-Nearest Neighbors (KNN) digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi ini, menghasilkan klasifikasi wilayah menjadi empat kategori: High-High, High-Low, Low-High, dan Low-Low. Autokorelasi spasial adalah ukuran yang menggambarkan sejauh mana suatu variabel di suatu lokasi berkorelasi dengan nilai variabel yang sama di lokasi lain yang berdekatan. Dalam konteks distribusi tenaga kesehatan di Jawa Timur, analisis autokorelasi spasial membantu mengidentifikasi pola penyebaran tenaga kesehatan, apakah mereka cenderung berkelompok di wilayah tertentu atau tersebar secara acak.

Indeks Moran (*Global Moran's I*) mengukur autokorelasi spasial secara keseluruhan dalam suatu wilayah studi. Nilai Indeks Moran berkisar antara -1 hingga 1. Apabila bernilai positif, maka menunjukkan autokorelasi spasial positif, di mana wilayah dengan nilai tinggi cenderung berdekatan dengan wilayah bernilai tinggi lainnya, dan wilayah dengan nilai rendah berdekatan dengan wilayah bernilai rendah. Dan apabila bernilai negatif menunjukkan autokorelasi spasial negatif, di mana wilayah dengan nilai tinggi berdekatan dengan wilayah bernilai rendah, menunjukkan pola penyebaran yang tersebar. Namun Nilai Indeks mendekati nol, hal ini menunjukkan tidak adanya autokorelasi spasial, yang berarti distribusi variabel bersifat acak.

Sementara itu, LISA digunakan untuk mengidentifikasi autokorelasi spasial pada tingkat lokal. Analisis ini memungkinkan identifikasi kluster atau outlier spesifik dalam wilayah studi, seperti High-High (HH) yang menunjukkan bahwa Wilayah dengan nilai tinggi yang dikelilingi oleh wilayah dengan nilai tinggi, Low-Low (LL) yang menunjukkan bahwa Wilayah dengan nilai rendah yang dikelilingi oleh wilayah dengan nilai rendah, High-Low (HL) yang menunjukkan bahwa Wilayah dengan nilai tinggi yang dikelilingi oleh wilayah dengan nilai rendah, dan Low-High (LH) yang menunjukkan bahwa Wilayah dengan nilai rendah yang dikelilingi oleh wilayah dengan nilai tinggi.



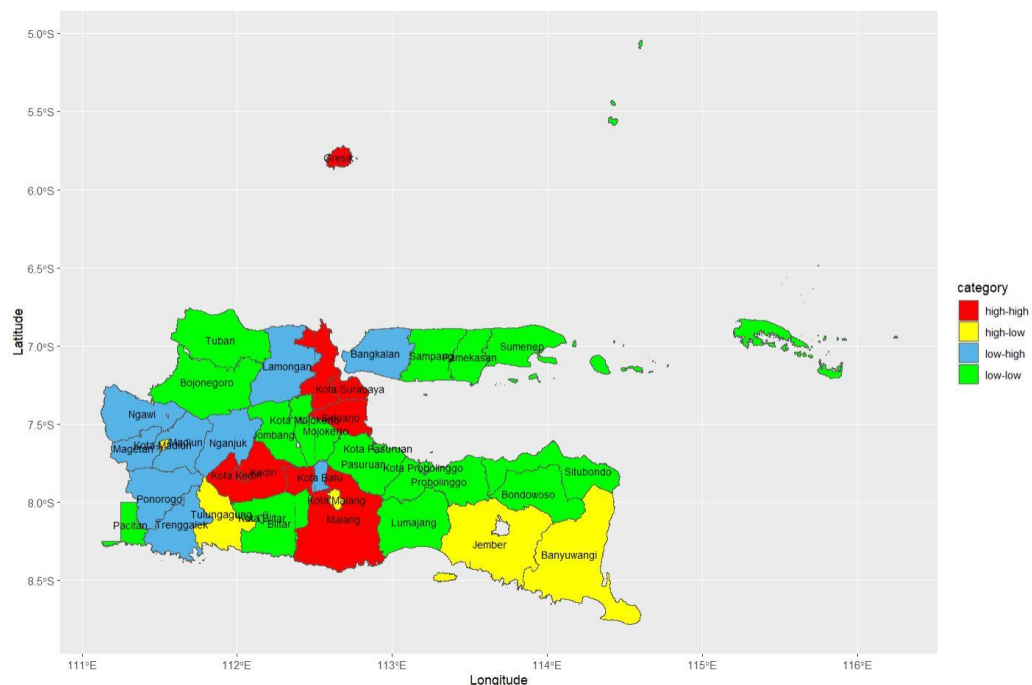
Gambar 1. Spasial Data Tenaga Perawat Tahun 2023

Wilayah dalam kategori High-High (Merah) ini (Gambar 1), seperti Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kota Malang, Kota Batu, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Gresik, memiliki konsentrasi tenaga kesehatan yang tinggi dan dikelilingi oleh wilayah dengan konsentrasi serupa. Konsentrasi ini dapat dikaitkan dengan keberadaan fasilitas kesehatan yang memadai, institusi pendidikan kesehatan, dan daya tarik ekonomi yang tinggi. Sebagai contoh, Surabaya sebagai ibu kota provinsi memiliki banyak rumah sakit besar dan institusi pendidikan seperti Universitas Airlangga yang menghasilkan tenaga kesehatan berkualitas.

Wilayah dalam kategori High-Low (Kuning), seperti Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Bondowoso, dan Kabupaten Jember memiliki konsentrasi tenaga kesehatan tinggi tetapi dikelilingi oleh wilayah dengan konsentrasi rendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya fasilitas kesehatan utama di kabupaten tersebut yang menarik tenaga kesehatan, sementara daerah sekitarnya kurang berkembang dalam hal fasilitas kesehatan. Distribusi yang tidak merata ini dapat menyebabkan ketimpangan akses layanan kesehatan bagi masyarakat di daerah perbatasan.

Kabupaten Bangkalan merupakan contoh wilayah dengan konsentrasi tenaga kesehatan rendah kategori Low-High (Biru) yang dikelilingi oleh daerah dengan konsentrasi tinggi. Meskipun dekat dengan pusat ekonomi seperti Surabaya, keterbatasan infrastruktur dan aksesibilitas dapat menjadi faktor penghambat distribusi tenaga kesehatan ke wilayah ini. Akibatnya, masyarakat mungkin bergantung pada layanan kesehatan di wilayah tetangga, yang dapat membebani fasilitas di daerah tersebut.

Wilayah dalam kategori Low-Low (Hijau), seperti Kabupaten Sumenep, Pamekasan, Sampang, Ponorogo, Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Situbondo, Probolinggo, dan Lumajang memiliki konsentrasi tenaga kesehatan rendah dan dikelilingi oleh wilayah dengan kondisi serupa. Faktor seperti keterbatasan fasilitas kesehatan, kondisi geografis yang sulit dijangkau, dan kurangnya insentif bagi tenaga kesehatan untuk bekerja di daerah terpencil berkontribusi pada rendahnya distribusi tenaga kesehatan di wilayah ini. Kondisi ini dapat mengakibatkan akses layanan kesehatan yang terbatas bagi masyarakat setempat. Analisis ini pun dilakukan pula pada tenaga farmasi seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.

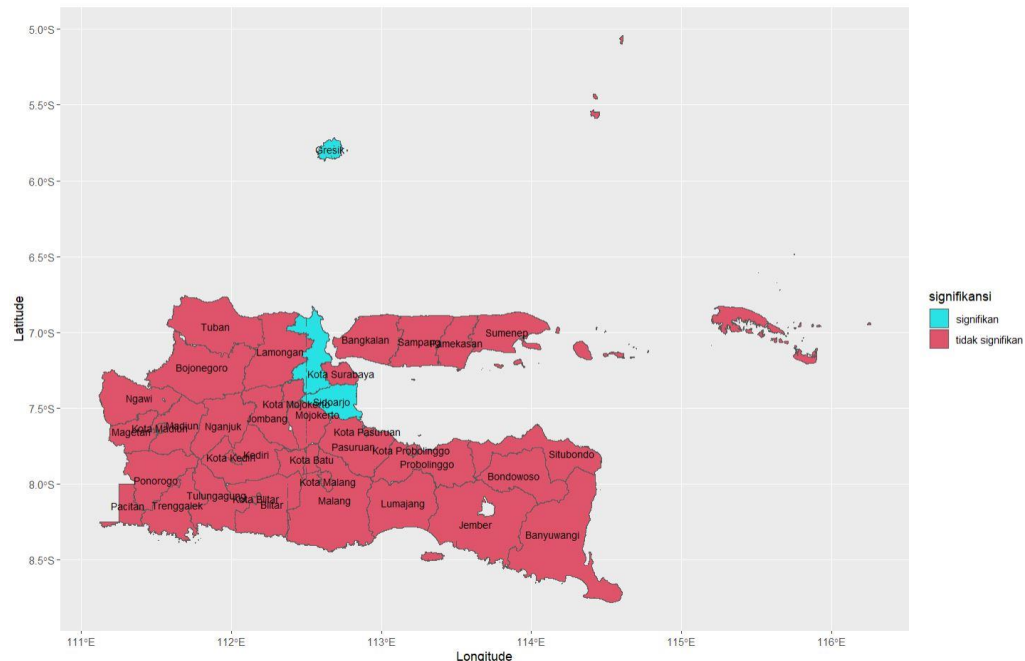


Gambar 2. Spasial Data Tenaga Farmasi Tahun 2023

Wilayah dalam kategori High-High (Merah) ini adalah area Malang, Kediri, Kota Kediri, Sidoarjo, Surabaya, Kota Surabaya, dan Gresik. Kemungkinan besar area ini memiliki fasilitas kesehatan yang baik, seperti rumah sakit besar, apotek, dan industri farmasi, yang menarik tenaga kerja.

Area seperti Banyuwangi, Jember, Kota Malang, Tulungagung, dan Kota Madiun merupakan kategori High-Low (Kuning) menunjukkan ketimpangan spasial, di mana tenaga farmasi terkonsentrasi tetapi wilayah sekitarnya tidak memiliki cukup tenaga farmasi. Hal ini mungkin mencerminkan ketergantungan wilayah tetangga terhadap fasilitas kesehatan di Banyuwangi.

Area Low-High seperti Lamongan dan sekitarnya menunjukkan distribusi tenaga farmasi rendah tetapi dikelilingi oleh wilayah yang memiliki tenaga farmasi lebih banyak. Ini menunjukkan potensi penguatan fasilitas kesehatan untuk menyerap tenaga farmasi lebih banyak. Kemudian sebagian besar wilayah di bagian timur (seperti: Bondowoso, Situbondo, Lumajang) termasuk kategori Low-Low (Hijau). Kekurangan tenaga farmasi di wilayah-wilayah ini mungkin karena keterbatasan infrastruktur kesehatan, aksesibilitas, atau peluang kerja.



Gambar 3. Signifikansi Tenaga Perawat dan Tenaga Farmasi tahun 2023

Hasil perhitungan indeks Moran untuk tenaga perawat dan farmasi divisualisasikan dalam bentuk spasial dengan dua kategori signifikansi (Gambar 3). Warna biru (signifikan) menunjukkan wilayah dengan pola spasial yang signifikan berdasarkan analisis indeks Moran, sedangkan Warna merah (tidak signifikan) menunjukkan wilayah yang tidak memiliki pola spasial signifikan.

Hasil *signifikan* menunjukkan bahwa pola spasial yang terdeteksi pada data tidak terjadi secara kebetulan. Dalam hasil ini, hanya beberapa wilayah (Gresik dan Sidoarjo) yang signifikan. Wilayah lainnya menunjukkan pola yang tidak signifikan secara statistik, sehingga tidak ada indikasi kuat bahwa distribusi tenaga perawat dan farmasi di wilayah tersebut berkorelasi dengan wilayah sekitarnya.

Wilayah dengan signifikansi spasial (biru) mungkin memiliki faktor-faktor tertentu, seperti kebutuhan tenaga kesehatan yang serupa, jumlah fasilitas kesehatan yang tinggi, atau kebijakan lokal yang seragam. Sedangkan wilayah dengan tidak signifikan (merah) cenderung menunjukkan distribusi tenaga kesehatan yang lebih acak, tanpa keterkaitan spasial yang kuat dengan wilayah sekitarnya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan adanya ketimpangan distribusi tenaga kesehatan, khususnya perawat dan tenaga farmasi, di wilayah Jawa Timur pada tahun 2023. Hasil analisis spasial dengan metode *K-Nearest Neighbors* (KNN) dan indeks Moran menunjukkan pola distribusi yang tidak merata antara wilayah perkotaan dan pedesaan. Wilayah perkotaan, seperti Surabaya dan Sidoarjo, cenderung memiliki konsentrasi tenaga kesehatan yang tinggi (*High-High cluster*), sedangkan wilayah terpencil, seperti Sumenep dan Trenggalek, tergolong ke dalam konsentrasi rendah (*Low-Low cluster*). Selain itu, analisis indeks Moran menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah memiliki pola distribusi tenaga kesehatan yang tidak signifikan secara spasial, mengindikasikan distribusi yang cenderung acak di beberapa wilayah.

REFERENSI

- [1] World Health Organization, *Global strategy on human resources for health: Workforce 2030*. Geneva, Switzerland: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2016.
- [2] A. Soucat, R. Scheffler, and T. A. Ghebreyesus, *Human resources for health in Africa : a new look at the crisis*. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development/World Bank, 2013. doi: 10.1596/978-0-8213-9555-4.
- [3] N. Fat'Ha and H. T. Sutanto, "Identifikasi Autokorelasi Spasial pada Pengangguran di Jawa Timur Menggunakan Indeks Moran," *MATHunesa J. Ilm. Mat.*, vol. 8, no. 2, pp. 89–92, May 2020, doi: 10.26740/mathunesa.v8n2.p89-92.
- [4] Z. D. Hadisti, M. N. Hayati, and M. Fauziyah, "Analisis Spasial Persebaran Jumlah Kasus Malaria di Kalimantan Timur Menggunakan Indeks Moran dan Local Indicator Spatial of Autocorrelation," *EKSPONENSIAL*, vol. 15, no. 1, p. 29, May 2024, doi: 10.30872/eksponsional.v15i1.1232.
- [5] Maryanto Rompon, Hamim Tsalis Soblia, Putri Monika, Atje Setiawan Abdullah, and Budi Nurani Ruchjana, "Identifikasi Autokorelasi Spasial Warisan Budaya Tak Benda di Indonesia Menggunakan Indeks Moran," *Statistika*, vol. 23, no. 2, pp. 156–163, Dec. 2023, doi: 10.29313/statistika.v23i2.2675.
- [6] A. Septiani, R. H. Hirzi, and N. U. Fikriah, "Analisis Penyebaran Jumlah Kasus PMK pada Hewan Ternak Sapi di Kabupaten Lombok Tengah Menggunakan Indeks Moran Tahun 2022," *Var. J. Stat. Its Appl.*, vol. 5, no. 2, pp. 159–168, Oct. 2023, doi: 10.30598/variancevol5iss2page159-168.
- [7] M. A. Pahlevi, A. Abimanyu, M. H. Arrizqy, and A. Ryaldi, "Analisis Distribusi Tenaga Kesehatan Di Indonesia Menggunakan K-Means Clustering," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 11, no. 3, pp. 2407–4322, Sep. 2024, doi: <https://doi.org/10.35957/jatisi.v11i3.8367>.
- [8] D. R. Yanuar and H. Sutanta, "Pemanfaatan SIG untuk Pemetaan Area Layanan dan Indeks Aksesibilitas Fasilitas Pelayanan Kesehatan di Kabupaten Kulon Progo," *Maj. Ilm. Globe*, vol. 23, no. 2, pp. 81–92, Oct. 2021, [Online]. Available: <http://tides.big.go.id/DEMNAS/>.
- [9] S. Ramadhani, "Analisis Spasial Fasilitas Kesehatan Tingkat Lanjutan (FKTL) di Kota Jambi Tahun 2023," Universitas Jambi, Jambi, 2024.
- [10] N. Hikmah, D. Noerjodianto, and R. Wardiah, "Analisis Spasial Sebaran Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama (FKTP) di Kota Jambi," *JIK J. ILMU Kesehat.*, vol. 7, no. 2, p. 236, Oct. 2023, doi: 10.33757/jik.v7i2.680.