

Analisis Pola Sebaran Kasus TBC di Jawa Barat Dengan Pendekatan VTMR dan Autokorelasi Spasial

Luh Gde Trishia Damayanti¹, Ni Wayan Liana Sukmawati², Ni Putu Ananda Puspita Sari³, Ni Luh Putu Suciptawati⁴, I Made Eka Dwipayana⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Udayana, Jalan Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali, trishiadamayanti30@gmail.com

Abstract

The highest Tuberculosis cases were observed in West Java Province. One of the factors are suspected to be the cause is the relationship between neighboring regions. The spread of disease between these areas forms a distribution pattern such as clustered, dispersed, and random which can be detected by the VTMR, Moran's I, and LISA methods. The results of the study with data on Tuberculosis Rates in West Java Province in 2021 showed that with the VTMR method, the distribution pattern of this disease is clustered. Using the spatial autocorrelation such as Moran's I and LISA, it was found that the distribution pattern formed was random. In the LISA test, West Bandung Regency was obtained as a significant area of autocorrelation. While in terms of LISA map visualization, Tasikmalaya, Sukabumi, and West Bandung regencies have a significant effect on the occurrence of spatial patterns. There is a difference in the number of variables that have a significant effect on the calculation in hypothesis testing and GEODA visualization. This indicates that there are variations in spatial patterns between these variables, such as some variables that can form significant groups while others do not.

Keywords: Tuberculosis, Distribution Pattern, VTMR, Moran's I, LISA

Abstrak

Kasus Tuberkulosis tertinggi tercatat ditemukan di Provinsi Jawa Barat. Salah satu faktor yang diduga sebagai penyebabnya yaitu adanya hubungan antar wilayah yang berdekatan. Penyebaran penyakit antar wilayah ini dapat membentuk suatu pola sebaran seperti mengelompok (*clustered*), menyebar (*dispersed*), dan acak (*random*) yang dapat dideteksi dengan metode VTMR, Moran's I, dan LISA. Hasil penelitian dengan data Angka Tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat tahun 2021 menunjukkan bahwa dengan metode VTMR, pola sebaran penyakit ini adalah mengelompok. Menggunakan pendekatan autokorelasi spasial yaitu Moran's I dan LISA, diperoleh bahwa pola sebaran yang terbentuk adalah berpola acak/random. Dalam pengujian LISA diperoleh Kabupaten Bandung Barat sebagai daerah signifikan terjadinya autokorelasi. Sedangkan ditinjau dari visualisasi peta LISA, Kabupaten Tasikmalaya, Sukabumi, dan Bandung Barat berpengaruh signifikan terhadap terjadinya pola spasial. Terjadi perbedaan banyaknya variabel yang berpengaruh signifikan pada perhitungan dalam pengujian hipotesis dan visualisasi GEODA. Ini menunjukkan adanya variasi dalam pola spasial antara variabel-variabel tersebut, seperti beberapa variabel yang dapat membentuk kelompok yang signifikan sementara variabel lainnya tidak.

Kata Kunci: Tuberkulosis, Pola Sebaran, VTMR, Moran's I, LISA

Copyright (c) 2024 Luh Gde Trishia Damayanti, Ni Wayan Liana Sukmawati, Ni Putu Ananda Puspita Sari, Ni Luh Putu Suciptawati, I Made Eka Dwipayana

□ Corresponding author: Luh Gde Trishia Damayanti

Email Address : trishiadamayanti30@gmail.com (Jalan Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali)

Received 3 March 2024, Accepted 10 March 2024, Published 13 March 2024

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Global Tuberculosis Report 2022 yang diterbitkan *World Health Organization* (WHO) (World Health Organization, 2022), pada tahun 2020 Indonesia berada pada posisi ketiga dengan beban jumlah kasus terbanyak di dunia setelah India dan China, yakni dengan jumlah kasus 824 ribu dan kematian 93 ribu per tahun atau setara dengan 11 kematian per jam. Sedangkan pada tahun 2021, Indonesia berada pada peringkat kedua dengan jumlah penderita TBC terbanyak di dunia setelah India, diikuti oleh China, Filipina, Pakistan, Nigeria, Bangladesh dan

Republik Demokratik Kongo secara berurutan. Kasus TBC di Indonesia diperkirakan sebanyak 969,000 kasus TBC (satu orang setiap 33 detik).

Provinsi Jawa Barat menjadi provinsi dengan kontribusi jumlah kasus Tuberkulosis tertinggi di Indonesia yang berjumlah 91,368 kasus yang disusul oleh Provinsi Jawa Tengah sebanyak 43,121 kasus dan Jawa Timur sebanyak 42,193 kasus (Ahdiat, 2022). Kasus tuberkulosis di ketiga provinsi tersebut menyumbang angka sebesar 44% dari jumlah seluruh kasus tuberkulosis di Indonesia. Provinsi Jawa Barat terdiri dari 27 Kabupaten/Kota di mana setiap wilayahnya pasti memiliki kondisi geografis yang berbeda sehingga menyebabkan adanya perbedaan jumlah kasus TBC antara wilayah satu dengan wilayah yang lainnya sesuai dengan karakteristik wilayah tersebut dikaitkan dengan kondisi lingkungan dalam rumah tangga penduduk.

Tingginya kasus Tuberkulosis tidak lepas dari besarnya pengaruh variabel kepadatan penduduk serta mobilitas penduduk antar provinsi yang cukup tinggi. Kepadatan penduduk dan mobilitas penduduk dapat menyebabkan terjadinya interaksi antar manusia sehingga semakin besar peluang terjadinya penularan Tuberkulosis. Hal ini mengindikasikan adanya keterkaitan antara penularan penyakit TBC dengan difusi geografis dan demografis. Geografis dan demografis sangat erat kaitannya dengan lingkungan, yaitu sebagai salah satu faktor yang ikut menentukan kondisi kesehatan masyarakat. Kepadatan penduduk yang tinggi akan mengakibatkan munculnya permasalahan seperti kawasan kumuh, turunnya kualitas lingkungan dan kualitas hidup yang akan mempercepat proses penyebaran TBC.

Seperti dalam beberapa penelitian, salah satunya di Provinsi Jawa Timur tahun 2018, faktor kepadatan penduduk memberikan pengaruh signifikan terhadap banyaknya kasus tuberkulosis dan dapat divisualisasikan pola sebaran spasialnya (Nariswari, 2022). Selain itu, juga terdapat penelitian yang menggunakan pendekatan Moran's I dan LISA untuk mendeteksi pola spasial dari kasus positif Covid-19 antar provinsi di Pulau Jawa. Penelitian ini mengindikasikan adanya autokorelasi spasial positif berpola mengelompok di Jawa Barat ketika perpanjangan PPKM mikro (Mailanda et al., 2022). Oleh karena itu, pengetahuan tentang pola penyebaran penyakit Tuberkulosis merupakan salah satu hal penting yang perlu diketahui dalam upaya menanggulangi merebaknya penyakit tersebut. Dalam pola spasial, metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya suatu pola spasial adalah dengan metode *Quadran Analysis* seperti pendekatan *Variance to Mean Ratio* (VTMR) dan *K-Nearest Neighbor* dan metode lainnya dengan pendekatan autokorelasi spasial. Penelitian saat ini berfokus dalam mendeteksi pola spasial penyebaran kasus Tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat Tahun 2021 melalui beberapa pendekatan yaitu pendekatan VTMR karena VTMR mampu mendeteksi pola spasial penyebaran kasus Tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat tanpa informasi titik koordinat suatu lokasi dan pendekatan autokorelasi spasial yang dapat dianalisis menggunakan Moran's I yaitu pendekatan secara global dengan asumsi lokasi sama dengan variabel berbeda dan berbasis kovarian serta pendekatan secara lokal dengan asumsi nilai pada setiap lokasi berbeda melalui *Local Indicator of Spatial Autocorrelation* (LISA). Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai tambahan

informasi dan pengetahuan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil kebijakan untuk mengatasi masalah tuberkulosis di wilayah provinsi Jawa Barat.

METODE

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang bersifat numerik (angka) atau data kuantitatif. Data yang digunakan diambil dari data BPS Provinsi Jawa Barat yang terdiri dari 27 Kabupaten/Kota mengenai angka kasus penemuan Tuberkulosis pada Tahun 2021.

Tahapan Analisis Data

Adapun tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data (*Data collecting*) Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dengan mengambil data kasus penyakit menurut Kabupaten/Kota dan jenis penyakit di Provinsi Jawa Barat. Terdapat data mengenai angka penemuan TBC, angka keberhasilan pengobatan TBC, dan lainnya pada *website* BPS Provinsi Jawa Barat Tahun 2021 (BPS Jawa Barat, 2021). Penelitian ini menggunakan data angka penemuan penyakit Tuberkulosis yang terdiri dari 27 Kota/Kabupaten. Adapun gambaran faktor penyebab penyebaran TBC di wilayah tersebut adalah sebagai berikut.
2. Mengidentifikasi pola spasial sebaran besarnya angka penemuan TBC melalui pendekatan *Quadran Analysis* khususnya *Variance to Mean Ratio* (VTMR).

VTMR menggunakan perhitungan rasio antara *mean* (\bar{x}) dan *variance* (S^2), dengan \bar{x} dan S^2 sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^m x_i}{m} \quad (1)$$

$$S^2 = \frac{\sum_i^m (x_i - \bar{x})^2}{m - 1} \quad (2)$$

Perhitungan VTMR dirumuskan sebagai berikut:

$$VTMR = \frac{S^2}{\bar{x}} \quad (3)$$

Dengan m adalah banyaknya quadran, x_i adalah jumlah titik pada quadran ke- i . Apabila nilai $VTMR > 1$ maka akan cenderung berpola mengelompok (klaster). Apabila nilai $VTMR$ mendekati 1 maka cenderung berpola random, di mana *mean* dan *variance* bernilai hampir sama. Apabila $VTMR$ mendekati 0 atau kurang dari 1 maka cenderung berpola seragam (uniform), di mana *variance* bernilai mendekati 0. Hal ini menunjukkan bahwa titik-titik menyebar secara teratur di semua lokasi.

Pengujian Hipotesisnya adalah:

H_0 : Data tidak berpola mengelompok

H_1 : Data berpola mengelompok

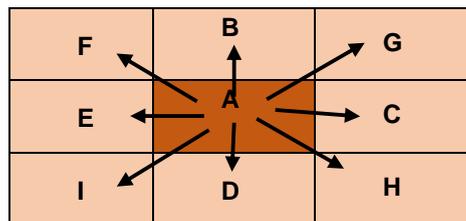
Statistik uji yang digunakan adalah:

$$\chi^2 = \frac{(m - 1)S^2}{\bar{x}} \quad (4)$$

Tidak cukup bukti menerima H_0 dilakukan jika nilai statistik tersebut lebih besar dari nilai $\chi_{m-1, \alpha}^2$.

3. Mencari matriks pembobot spasial dengan pendekatan *queen contiguity*.

Dalam mengidentifikasi pola sebaran spasial dengan pendekatan Moran's I maupun LISA, perlu dilakukan pembobotan spasial (Yakhmid, 2021). Matriks Pembobot spasial, biasanya dituliskan dalam matriks W merupakan suatu representasi matematis yang digunakan dalam analisis spasial untuk menggambarkan bobot antar setiap lokasi pada unit spasial. Matriks W berukuran $n \times n$ (LeSage & Kelley Pace, 2009). Salah satu pendekatan yang digunakan adalah *queen contiguity*. Pada pendekatan ini, unit spasial dikatakan tetangga dari unit spasial/lokasi yang lain jika wilayah dari keduanya saling berbagi sudut atau sisi.



Gambar 1. Kedekatan Ratu (Yasin et al., 2020).

4. Melakukan uji autokorelasi spasial secara global dengan Moran's I.

Perumusan Moran's I yaitu:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{W \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

Apabila dinotasikan dengan matriks diperoleh persamaan berikut.

$$I = \frac{n(x - \bar{x})^T w_{ij} (x - \bar{x})}{W(x - \bar{x})^T (-\bar{x})} \quad (6)$$

Dengan, I adalah Indeks Moran, n adalah jumlah lokasi, x_i adalah nilai amatan pada lokasi ke- i , x_j adalah nilai amatan pada lokasi ke- j , \bar{x} adalah nilai rata-rata amatan lokasi, W adalah elemen dari matriks setiap lokasi ke- i dan lokasi ke- j

Nilai dari Indeks Moran berkisar antara -1 hingga 1 ($-1 \leq I \leq 1$). Kriteria menurut Pfeiffer yaitu (Wardana et al., 2023):

1. Jika $I = 0$ menunjukkan tidak terjadinya autokorelasi spasial.
2. Jika $0 < I \leq 1$ menunjukkan terjadinya autokorelasi spasial positif yaitu nilai sebaran data pada wilayah yang berdekatan cenderung sama (Yakhmid, 2021). Pola yang dibentuk adalah pola mengelompok.
3. Jika $-1 \leq I < 0$ menunjukkan terjadinya autokorelasi spasial negatif dengan wilayah yang berdekatan. Pola yang dibentuk adalah menyebar.

Jika tidak ada autokorelasi spasial, nilai harapan untuk Moran's I yaitu (Lee & Wong, 2001):

$$E(I) = -\frac{1}{(n-1)} \quad (7)$$

Pengujian hipotesis untuk Moran's I yaitu:

H_0 : $I = 0$ (Tidak ada autokorelasi spasial atau tidak ada dependensi spasial antar lokasi)

H_1 : $I \neq 0$ (Terdapat autokorelasi spasial atau ada dependensi spasial antar lokasi)

Statistik ujinya menggunakan pendekatan normal sebagai berikut.

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \sim N(0,1) \quad (8)$$

Dengan,

$$E(I) = I_0 \quad (9)$$

$$Var(I) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I)]^2 \quad (10)$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \quad (11)$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2 \quad (12)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji} \right)^2 = \sum_{i=1}^n (w_{i.} + w_{.i})^2 \quad (13)$$

Keterangan:

w_{ij} : Elemen matriks pembobot terstandarisasi

$w_{i.}$: Jumlah baris ke-i pada matriks pembobot terstandarisasi

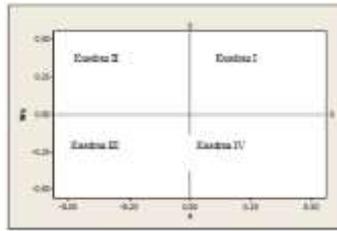
$w_{.i}$: Jumlah kolom ke-j pada matriks pembobot terstandarisasi

Kriteria pengambilan keputusan:

Tolak H_0 jika $|Z_{hitung}| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$

- Jika $I > E(I)$ maka berpola cluster.
- Jika $I \cong E(I)$ maka berpola acak.
- Jika $I < E(I)$ maka berpola menyebar atau uniform.

Moran scatterplot memberikan pemahaman visual yang lebih baik tentang pola spasial dalam data. Pada scatterplot Moran, sumbu X menunjukkan nilai atribut pada suatu lokasi, sedangkan sumbu Y menunjukkan nilai rata-rata atribut dari lokasi tetangganya. Setiap titik pada scatterplot mewakili satu lokasi dalam data.



Gambar 2. Scatterplot Moran (Sukarna et al., 2019).

Terdapat empat hubungan yang digambarkan melalui gambar tersebut yaitu:

1. Kuadran I (High-High) mengartikan wilayah dengan nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi.
2. Kuadran II (Low-High) mengartikan wilayah dengan nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi.
3. Kuadran III (Low-Low) mengartikan wilayah dengan nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai nilai pengamatan rendah.
4. Kuadran IV (High-Low) mengartikan wilayah dengan nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai nilai pengamatan rendah.

Moran scatterplot yang mayoritas berada pada kuadran I dan III cenderung mempunyai nilai autokorelasi spasial positif (cluster), sedangkan yang berada pada kuadran II dan IV mempunyai nilai autokorelasi spasial negatif (Nisa, 2017).

5. Melakukan uji autokorelasi spasial secara lokal dengan *Local Indicators of Spatial Association* (LISA).

Statistik yang umum digunakan dalam LISA adalah Local Moran's I. Statistik ini mengukur tingkat ketergantungan spasial di suatu lokasi dengan membandingkan nilai atribut pada lokasi tersebut dengan nilai atribut pada lokasi tetangganya. *LISA cluster map* atau peta kluster merupakan output yang dihasilkan dengan bantuan *software* seperti Geoda yang menunjukkan adanya kluster spasial dengan konsentrasi tinggi atau rendah (Pratiwi & Kuncoro, 2016). Semakin tinggi nilai lokal mengindikasikan wilayah yang bertetangga memiliki nilai yang hampir sama atau membentuk suatu pengelompokan (Fawwaz, 2016). Melalui analisis LISA, kita dapat mengidentifikasi dan memahami pola spasial yang terdapat dalam data. Informasi ini dapat berguna dalam berbagai konteks, seperti perencanaan perkotaan, analisis kesehatan masyarakat, atau pemodelan ekologi. Statistik uji untuk LISA sebagai *Local Moran's* yaitu (Nisa, 2017):

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n w_{ij}(x_j - \bar{x})}{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n}} \quad (14)$$

Statistik ini berhubungan dengan *Global Moran's* sebagai berikut.

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i \quad (15)$$

Dengan,

- I_i : LISA pada lokasi ke-i
 n : Banyak lokasi pengamatan
 x_i : Nilai pengamatan pada lokasi ke-i
 x_j : Nilai pengamatan pada lokasi ke-j
 \bar{x} : Nilai rata-rata pengamatan
 w_{ij} : Elemen matriks pembobot antara lokasi i dan j

Pengujian hipotesis dengan LISA dapat dilakukan sebagai berikut.

H_0 : $I_i = 0$ (Tidak terdapat autokorelasi spasial pada lokasi ke-i)

H_1 : $I_i \neq 0$ (Terdapat autokorelasi spasial pada lokasi ke-i)

Statistik uji:

$$Z(I_i) = \frac{I_i - E(I_i)}{\sqrt{Var(I_i)}} \quad (16)$$

Yang kemudian dapat disederhanakan menjadi (Saputro et al., 2018):

$$Var(I_i) = E(I_i^2) - (E(I_i))^2 \quad (17)$$

Kriteria pengambilan keputusan:

Tolak H_0 jika $|Z(I_i)| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$

Terdapat lima hubungan yang dapat digambarkan melalui visualisasi LISA *cluster map* antara lain (Lina et al., 2017):

1. High-High (H-H) atau *hotspots* mengartikan wilayah dengan nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi. Ditandai dengan warna merah.
2. Low-High (L-H) atau *outlier* mengartikan wilayah dengan nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi. Ditandai dengan warna biru muda.
3. Low-Low (L-L) atau *coldspots* mengartikan wilayah dengan nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai nilai pengamatan rendah. Ditandai dengan warna biru.
4. High-Low (H-L) atau *outlier* mengartikan wilayah dengan nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai nilai pengamatan rendah. Ditandai dengan warna biru tua.
5. *Not-significant* mengartikan wilayah yang tidak memiliki autokorelasi spasial. Ditandai dengan warna putih.

HASIL DAN DISKUSI

Quadran Analysis

Untuk mengetahui pola penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat, metode yang dapat digunakan adalah metode *Quadran Analysis* dengan pendekatan *Variance to Mean Ratio* (VTMR). Melalui perhitungan manual, diperoleh nilai rata-rata dan ragam sebagai berikut.

Tabel 1. Perhitungan Nilai Rata-rata dan Ragam.

Kabupaten	Kasus TBC	\bar{x}	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
Bogor	71.1	65.3185	5.78148	33.425511
Sukabumi	58.4	65.3185	-6.91852	47.865919
Cianjur	77.1	65.3185	11.78148	138.803271
Bandung	60.9	65.3185	-4.41852	19.523319
Garut	57.2	65.3185	-8.11852	65.910367
Tasikmalaya	43.8	65.3185	-21.51852	463.046703
Ciamis	53.9	65.3185	-11.41852	130.382599
Kuningan	73.1	65.3185	7.78148	60.551431
Cirebon	58.9	65.3185	-6.41852	41.197399
Majalengka	62.6	65.3185	-2.71852	7.39035099
Sumedang	47	65.3185	-18.31852	335.568175
Indramayu	37	65.3185	-28.31852	801.938575
Subang	87.7	65.3185	22.38148	500.930647
Purwakarta	75.2	65.3185	9.88148	97.643647
Karawang	70.7	65.3185	5.38148	28.960327
Bekasi	52.2	65.3185	-13.11852	172.095567
Bandung Barat	35.7	65.3185	-29.61852	877.256727
Pangandaran	45.6	65.3185	-19.71852	388.820031
Kota Bogor	56.4	65.3185	-8.91852	79.539999
Kota Sukabumi	115.3	65.3185	49.98148	2498.14834
Kota Bandung	102.1	65.3185	36.78148	1352.87727
Kota Cirebon	122.3	65.3185	56.98148	3246.88906
Kota Bekasi	59.1	65.3185	-6.21852	38.669991
Kota Depok	48.1	65.3185	-17.21852	296.477431
Kota Cimahi	87.3	65.3185	21.98148	483.185463
Kota Tasikmalaya	48.7	65.3185	-16.61852	276.175207
Kota Banjar	56.2	65.3185	-9.11852	83.147407
Total	1763.6			12566.4207

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^m x_i}{m} = \frac{1763.6}{27} = 65.3185$$

$$S^2 = \frac{\sum_i^m (x_i - \bar{x})^2}{m - 1} = \frac{12566.4207}{27 - 1} = 483.3239$$

Menggunakan informasi tersebut, diperoleh nilai VTMR adalah sebagai berikut:

$$VTMR = \frac{S^2}{\bar{x}} = \frac{483.3239}{65.3185} = 7.39949$$

Nilai VTMR ini > 1 sehingga sebaran jumlah penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2021 akan cenderung berpola mengelompok. Dengan menggunakan pengujian hipotesis metode *Quadran Analysis* dapat dilihat sebagai berikut:

H_0 : Penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat tidak berpola mengelompok

H_1 : Penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat berpola mengelompok

Statistik Uji:

$$\chi^2 = \frac{(m-1)S^2}{\bar{x}} = \frac{(27-1)483.3239}{65.3185} = \frac{12566.4}{65.3185} = 192.387$$

$$\text{Nilai } \chi_{m-1, \alpha=0.05}^2 = \chi_{26, \alpha=0.05}^2 = 38.8851$$

Keputusan yang diperoleh adalah tidak cukup bukti menerima H_0 atau Tolak H_0 , karena nilai $\chi^2 = 192,387 > \chi_{26, \alpha=0.05}^2 = 38.8851$. Kesimpulan yang diperoleh adalah penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat Tahun 2021 berpola **mengelompok**.

Pengujian Moran's I

Pengujian autokorelasi spasial dengan menggunakan persamaan Moran's I digunakan untuk mendeteksi keacakan spasial yang dapat mengindikasikan pola spasial. Metode ini mengevaluasi apakah pola suatu data menunjukkan berkerumun (*Cluster*), tersebar (*Dispersed*), atau acak (*Random*) (Pratiwi & Kuncoro, 2016). Menggunakan pendekatan *queen contiguity order 1*, nilai Moran's I diperoleh sebagai berikut.

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{W \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$I = \frac{27(-529,402)}{27(12,566,42)}$$

$$I = -0.04213$$

Karena diperoleh nilai Moran's I sebesar -0.04213 yang mendekati nol, hal ini menunjukkan tidak terjadinya autokorelasi spasial dengan wilayah yang berdekatan. Untuk mendapatkan informasi lebih jelas mengenai pola spasial dan pembuktian ada atau tidaknya autokorelasi spasial maka dilanjutkan dengan uji signifikansi autokorelasi spasial berikut.

Pengujian hipotesis untuk Moran's I yaitu:

H_0 : $I = 0$ (Tidak ada autokorelasi spasial atau tidak ada dependensi spasial antar lokasi di Provinsi Jawa Barat terhadap penyebaran penyakit TBC)

H_1 : $I \neq 0$ (Terdapat autokorelasi spasial atau ada dependensi spasial antar lokasi di Provinsi Jawa Barat terhadap penyebaran penyakit TBC)

Statistik ujinya menggunakan pendekatan normal seperti pada Persamaan (8).

Maka diperoleh:

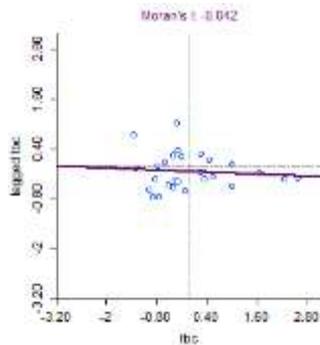
$$Z(I) = \frac{-0.04213 - (-0.038462)}{\sqrt{0.46624049}} \sim N(0,1)$$

$$Z(I) = \frac{-0.00367}{0.682818} \sim N(0,1)$$

$$Z(I) = -0.00537 \sim N(0,1)$$

$$\text{Dengan } Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{\frac{0.05}{2}} = Z_{0.025} = 1.96$$

Karena nilai $|Z(I)| < Z_{\frac{\alpha}{2}} = (0,00537) < (1.96)$ maka tidak ada alasan untuk menolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada autokorelasi spasial atau tidak ada dependensi spasial antar lokasi. Oleh karena nilai $I \cong E(I)$, ini juga mengindikasikan bahwa distribusi atau pola spasial cenderung **acak/random** dan tidak memiliki ketergantungan spasial yang signifikan.



Gambar 3. Scatterplot Moran's I Pembobot Terstandarisasi dengan GEODA.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai Moran I untuk data TBC Provinsi Jawa Barat tahun 2021 sebesar -0.04213 dengan visualisasi *scatterplot* seperti pada Gambar **Terdapat empat hubungan yang digambarkan melalui gambar tersebut yaitu:**

1. Kuadran I (*High-High*) ialah wilayah dengan kasus TBC tinggi yang juga dikelilingi oleh wilayah lain dengan kasus TBC yang tinggi pula. Wilayah yang dimaksud yaitu wilayah dengan kode 8, 9, 14, yaitu wilayah Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Karawang, dan Kota Cimahi. Risiko penularan kasus TBC di wilayah ini cenderung tinggi.
 - a. Suatu penelitian tahun 2016 di Provinsi Jawa Barat memberikan informasi bahwa penyebaran tuberkulosis di Kabupaten Purwakarta dipengaruhi oleh rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat serta mayoritas dialami oleh penduduk laki-laki (Dewi et al., 2020). Informasi spesifik terkait kondisi lingkungan di Kabupaten Purwakarta masih tergolong minim.
 - b. Suatu penelitian di Kabupaten Karawang pada tahun 2022 menunjukkan bahwa di kabupaten tersebut memiliki lingkungan fisik yang tidak memenuhi syarat yaitu: suhu yang rendah, kelembaban yang tinggi, dan pencahayaan minim. Kondisi lingkungan fisik rumah sebagian besar penduduknya tidak memenuhi syarat kesehatan. Selain itu, penduduk di wilayah Kabupaten Karawang juga terpantau minim pengetahuan dan informasi mengenai penyebaran penyakit tuberkulosis yang tampak pada penderita tuberkulosis yang berinteraksi dengan warga lain tanpa mengenakan masker (Yunita et al., 2022).
 - c. Kota Cimahi pada tahun 2021 tercatat sebanyak 1665 terpapat tuberkulosis yang dipicu dikarenakan kepadatan penduduk, rumah yang tidak sehat (sirkulasi udara tidak baik), adanya mobilitas penduduk yang tinggi, dan sebagainya (Ramdhani, 2023).
2. Kuadran II (*Low-High*) mengartikan wilayah kasus TBC rendah dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai kasus TBC tinggi, ialah objek wilayah dengan kode 3, 6, 12, 13, 17, 18 yaitu wilayah Kabupaten Bekasi, Kota Bogor, Kabupaten Cirebon, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Bandung

Barat, dan Kabupaten Bandung. Meskipun wilayah ini tercatat dengan kasus TBC rendah, namun masih terdapat potensi risiko penularan, dikarenakan berada di sekitar wilayah dengan kasus yang tinggi, sehingga diperlukan pengawasan ekstra.

- a. Menurut Manajer Jawa Barat Konsorsium Komunitas Penabulu-STPI Bambang Eko Budiyanto, penyebab kasus ini di Kabupaten Bekasi dikarenakan masih kurangnya kesadaran masyarakat dalam memeriksa diri ketika mengalami gejala batuk berkepanjangan, sehingga sulit untuk mendeteksi individu lain yang melakukan kontak erat dengan penderita (Azizah, 2023).
- b. Di Kota Bogor pada tahun 2022 tercatat anak-anak lebih rentan terkena penyakit TBC yaitu sekitar 1.465 kasus. Menurut kepala Dinkes Kota Bogor, Sri Nowo Retno, hal ini dikarenakan lingkungan padat, minimnya ventilasi di rumah-rumah, serta paparan asap rokok (Zakaria & Azizah, 2023).
- c. Di Kabupaten Cirebon pada tahun 2021 tercatat 3.385 kasus hal ini disebabkan karena rumah-rumah warga yang saling berdekatan sehingga memungkinkan terjadinya interaksi dengan pasien TBC (Toiskandar, 2021).
- d. Di Kabupaten Sukabumi, pengetahuan masyarakat masih minim terkait penyakit ini. Kendala yang dihadapi yaitu banyak pasien yang tidak melanjutkan minum obat dikarenakan bosan, tidak nyaman, efek samping obat, serta merasa sudah sembuh (Dicky, 2022).
- e. Menurut Wakil Supervisor Dinkes Kabupaten Bandung, penyebab penyebaran TBC di Kabupaten Bandung dikarenakan oleh salah satu faktor yaitu minim kesadaran masyarakat yang menganggap bahwa TBC merupakan penyakit biasa (Naviandri, 2023).
- f. Kuadran III (*Low-Low*) mengartikan wilayah dengan kasus TBC rendah dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai kasus TBC rendah, ialah objek wilayah dengan kode 1, 5, 7, 15, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27 yaitu wilayah Kota Depok, Kabupaten Garut, Kabupaten Pangandaran, Kabupaten Indramayu, Kabupaten Ciamis, Kota Bekasi, Kota Tasikmalaya, Kabupaten Tasikmalaya, Kabupaten Majalengka, Kabupaten Sumedang, dan Kota Banjar. Wilayah ini termasuk ke dalam "*Safe zone*" yaitu wilayah dengan risiko rendah karena wilayah tetangganya tidak memiliki potensi kasus TBC yang tinggi.
- g. Di Kabupaten Garut sebelum tahun 2023 tercatat kasus tuberkulosis selama satu tahun hanya 433 (Sugiana, 2023). Menurut Bupati Garut, penyebab penyebaran kasus ini adalah karena rumah yang tak layak huni yaitu terbuat dari bambu dan sudah tua sehingga memungkinkan terdapatnya banyak bakteri (Sagita K, 2020).
- h. Di Kabupaten Majalengka, penyebaran kasus TBC terjadi dikarenakan ketidakpatuhan untuk minum obat TBC sehingga akhirnya resisten terhadap obat tersebut (Wicaksono, 2022).
- i. Kuadran IV (*High-Low*) mengartikan wilayah dengan kasus TBC tinggi dikelilingi oleh wilayah yang mempunyai kasus TBC rendah, ialah objek wilayah dengan kode 2, 4, 10, 11, 16, 20, 24 yaitu wilayah Kabupaten Bogor, Kabupaten Subang, Kota Bandung, Kota Cirebon, Kota

Sukabumi, Kabupaten Kuningan, dan Kabupaten Cianjur. Wilayah ini perlu menjadi perhatian khusus dengan mengencangkan upaya penanggulangan dan pencegahan sehingga tak menyebar pesat ke wilayah yang tercatat dengan kasus rendah.

- j. Suatu penelitian yang dilakukan di wilayah kerja Puskesmas Situ Udik Kabupaten Bogor pada 2021, faktor-faktor yang berhubungan dengan merebaknya penyakit TBC yaitu kepadatan hunian yang tidak memenuhi syarat ($< 8 m^2$), luas ventilasi tidak memenuhi syarat, suhu yang tidak memenuhi syarat ($< 18^\circ C$ atau $> 30^\circ C$), status merokok yaitu perokok, dan gizi tidak memenuhi syarat (Kusumawardani, 2021).
- k. Di Kota Cirebon sepanjang 2022 ditemukan kasus TBC sebanyak 1.906 kasus. Menurut Kepala Dinkes Kota Cirebon, Siri Maria Listiawaty, banyak penyintas berhenti berobat sehingga angka kesembuhan TBC belum ideal (Ashri, 2022).

3. Pengujian LISA

Setelah melakukan pengujian Moran's I atau pengujian autokorelasi secara global, dapat dilanjutkan dengan pengujian mendalam secara lokal. Uji Moran's I tidak memberikan informasi tentang lokasi dan sifat pola spasial yang spesifik. Oleh karena itu, melalui LISA kita dapat mengidentifikasi daerah-daerah dengan pola spasial signifikan secara lokal, baik itu hotspots (daerah dengan nilai tinggi yang signifikan) maupun coldspots (daerah dengan nilai rendah yang signifikan). Melalui Persamaan (14) diperoleh nilai LISA pada masing-masing Kabupaten/Kota sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai LISA Lokasi ke-i

Kabupaten/ Kota	x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$\sum_{j=1}^n w_{ij}(x_j - \bar{x})$	I_i
Bogor	71.1	5.781481	33.42552812	-3.168518519	-0.039359
Sukabumi	58.4	-6.91852	47.86589849	22.51481481	-0.334683
Cianjur	77.1	11.78148	138.8033059	-5.568518519	-0.140959
Bandung	60.9	-4.41852	19.5233059	5.267195767	-0.050004
Garut	57.2	-8.11852	65.91034294	-8.118518519	0.141614
Tasikmalaya	43.8	-21.5185	463.0466392	-12.81851852	0.592656
Ciamis	53.9	-11.4185	130.3825652	-10.31851852	0.253151
Kuningan	73.1	7.781481	60.55145405	-6.851851852	-0.114557
Cirebon	58.9	-6.41852	41.19737997	8.431481481	-0.116276
Majalengka	62.6	-2.71852	7.390342936	-13.03518519	0.076138
Sumedang	47	-18.3185	335.5681207	-7.118518519	0.280177
Indramayu	37	-28.3185	801.9384911	-1.268518519	0.077183
Subang	87.7	22.38148	500.9307133	-10.90185185	-0.524253
Purwakarta	75.2	9.881481	97.64367627	3.141481481	0.066697
Karawang	70.7	5.381481	28.96034294	6.231481481	0.072052
Bekasi	52.2	-13.1185	172.0955281	1.648148148	-0.046455
Bandung Barat	35.7	-29.6185	877.2566392	16.39814815	-1.043543
Pangandaran	45.6	-19.7185	388.8199726	-16.46851852	0.69772
Kota Bogor	56.4	-8.91852	79.53997257	5.781481481	-0.110786
Kota Sukabumi	115.3	49.98148	2498.148491	-6.918518519	-0.742975

Kota Bandung	102.1	36.78148	1352.87738	-4.018518519	-0.317576
Kota Cirebon	122.3	56.98148	3246.889232	-6.418518519	-0.785816
Kota Bekasi	59.1	-6.21852	38.66997257	-8.185185185	0.109362
Kota Depok	48.1	-17.2185	296.47738	-0.218518519	0.008084
Kota Cimahi	87.3	21.98148	483.1855281	0.914814815	0.043206
Kota Tasikmalaya	48.7	-16.6185	276.1751578	-16.46851852	0.588029
Kota Banjar	56.2	-9.11852	83.14737997	-11.41851852	0.22371

$$\sum_{i=1}^n I_i = -1.1375$$

Pengujian hipotesis untuk LISA adalah sebagai berikut.

H_0 : $I_i = 0$ (Tidak terdapat autokorelasi spasial pada lokasi ke-i)

H_1 : $I_i \neq 0$ (Terdapat autokorelasi spasial pada lokasi ke-i)

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{\frac{0.05}{2}} = Z_{0.025} = 1.96$$

Kriteria pengambilan keputusan:

Tolak H_0 jika $|Z(I_i)| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$

Dengan statistik uji seperti pada Persamaan (16) dan menggunakan bantuan *software* R dalam menemukan nilai harapan, varian, dan nilai Z pada lokasi ke-i, diperoleh hasil bahwa seluruh kabupaten/kota tidak terjadi autokorelasi spasial secara lokal, kecuali pada **Kabupaten Bandung Barat** yang mengindikasikan **adanya autokorelasi spasial secara lokal**.

Dengan bantuan *software* R juga diperoleh nilai *p-value* pada masing-masing wilayah. Pengambilan keputusan suatu wilayah dikatakan secara signifikan terjadi autokorelasi spasial ketika nilai *p-value* $< \alpha$ dengan mengambil $\alpha = 5\%$. Diperoleh hasil bahwa **Kabupaten Bandung Barat** secara **signifikan terjadi autokorelasi spasial secara lokal**.



Gambar 4. LISA Significance Map dengan GEODA.

Gambar ini menunjukkan bahwa dalam pengujian autokorelasi spasial lokal di setiap wilayah, terdapat tiga wilayah yang secara signifikan terjadi autokorelasi spasial. Wilayah tersebut antara lain Kabupaten Sukabumi, Bandung Barat, dan Tasikmalaya. Ini mengartikan bahwa terdapat dependensi spasial angka TBC antar beberapa kabupaten di Provinsi Jawa Barat melalui pendekatan *queen contiguity order 1*.



Gambar 5. LISA Cluster Map dengan GEODA.

Melalui pengujian LISA yang tampak pada gambar di atas, daerah Kabupaten Sukabumi dan Bandung Barat menunjukkan data *outlier* yang berada pada kuadran Low-High (LH). Nilai pengamatan atau angka penemuan TBC Kabupaten Sukabumi yaitu rendah dan dikelilingi oleh lokasi dengan nilai pengamatan tinggi, begitu pula di Kabupaten Bandung Barat. Ini menyebabkan daerah Kabupaten Sukabumi dan Bandung Barat harus berhati-hati dengan wilayah sekitarnya. Kabupaten Tasikmalaya berada pada kuadran Low-low yang menunjukkan data coldspot yakni nilai pengamatan atau angka penemuan TBC di Kabupaten Tasikmalaya rendah dan dikelilingi lokasi dengan nilai pengamatan yang rendah. Daerah Tasikmalaya termasuk dalam kategori aman karena berada pada kuadran Low-Low. 24 Kabupaten/kota lainnya tidak signifikan atau tidak terdapat dependensi spasial angka TBC antar kabupaten/kota tersebut.

KESIMPULAN

Pada kasus penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat, metode yang dapat digunakan adalah metode *Quadran Analysis* dengan pendekatan *Variance to Mean Ratio* (VTMR) dengan hasil yang diperoleh yaitu penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat Tahun 2021 cenderung berpola mengelompok atau mengklaster dengan nilai tinggi atau rendah yang berdekatan.

Metode lain yang dapat digunakan adalah dengan pendekatan autokorelasi spasial seperti Moran's I dan diperoleh baik dengan perhitungan manual, bantuan *software* GEODA menunjukkan tidak terjadinya autokorelasi spasial dengan pola yang dibentuk adalah **acak/random**. Selain itu, didapatkan bahwa ada 4 tipe hubungan spasial antar Kabupaten/kota di Jawa Barat yaitu 3 wilayah *High-High*, 6 wilayah *Low-High*, 11 wilayah *Low-Low*, serta 7 wilayah *High-Low*. Kesimpulan yang didapat mengenai pola penyebaran kasus TBC di Provinsi Jawa Barat menggunakan VTMR (mengelompok) berbeda dengan Moran's I (*random*). Hal ini dikarenakan pendekatan yang digunakan berbeda yaitu VTMR mengidentifikasi pola spasial dengan memperhitungkan rasio *mean* dan *variance*, sedangkan Moran's I memberikan informasi autokorelasi spasial berdasarkan kovarian antar lokasi dan memberikan informasi lebih spesifik mengenai pola spasial data yang dapat berarti autokorelasi spasial positif, autokorelasi spasial negatif, atau tidak terjadi autokorelasi.

Berikutnya dilakukan uji LISA dan diperoleh bahwa mayoritas nilai pengamatan di setiap lokasi tidak terdapat autokorelasi spasial (meskipun hanya satu saja lokasi yang terdapat autokorelasi

spasial yaitu Kabupaten Bandung Barat). Ini menunjukkan bahwa mayoritas variabel dalam *dataset* tidak menunjukkan pola spasial yang signifikan dan mengindikasikan bahwa distribusi atau pola spasial dari mayoritas lokasi cenderung acak/*random* (seperti hasil yang diperoleh pada Moran's I) yang tidak memiliki ketergantungan spasial yang signifikan. Dengan bantuan *software* GEODA untuk menampilkan LISA *cluster map* dan LISA *significance map* diperoleh terdapat 3 lokasi yang berpengaruh signifikan yaitu Kabupaten Sukabumi (Low-High), Bandung Barat (Low-High), dan Tasikmalaya (Low-Low). Nilai pengamatan atau angka penemuan TBC Kabupaten Sukabumi rendah dan dikelilingi oleh lokasi dengan nilai pengamatan tinggi, begitu pula di Kabupaten Bandung Barat, sehingga daerah Kabupaten Sukabumi dan Bandung Barat harus berhati-hati dengan wilayah sekitarnya. Untuk Kabupaten Tasikmalaya termasuk dalam kategori aman karena berada pada kuadran LL. 24 Kabupaten/kota lainnya tidak signifikan atau tidak terdapat dependensi spasial angka TBC antar kabupaten/kota tersebut. Terjadi perbedaan banyaknya variabel yang berpengaruh signifikan pada perhitungan dalam pengujian hipotesis dan visualisasi Geoda. Ini menunjukkan adanya variasi dalam pola spasial antara variabel-variabel tersebut, seperti beberapa variabel yang dapat membentuk kelompok yang signifikan sementara variabel lainnya mungkin tidak menunjukkan pola spasial yang signifikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bimbingan dari Ibu Dra. Luh Putu Suciptawati, M.Si. dan Bapak I Made Eka Dwipayana, S.Si., M.Si. sebagai dosen pembimbing selama penulisan jurnal ini. Melalui arahan, sasaran, dan wawasan yang telah diberikan oleh Ibu dan Bapak dosen pembimbing, penulis berhasil menyelesaikan penelitian dan memberikan wawasan baru bagi penulis.

REFERENSI

- Ahdiat, A. (2022, August 23). *Ini Provinsi dengan Kasus TBC Terbanyak pada 2021*. Retrieved 10/06/2023 from <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/08/23/ini-provinsi-dengan-kasus-tbc-terbanyak-pada-2021>
- Ashri, A. F. (2022, December 29). *Kasus Tuberkulosis Tinggi di Kota Cirebon, Angka Penyembuhannya Rendah*. Retrieved 01/01/2024 from <https://www.kompas.id/baca/humaniora/2022/12/29/kasus-tuberkulosis-tinggi-di-kota-cirebon-angka-penyembuhannya-rendah>
- Azizah, N. (2023, September 17). *Penyakit TBC di Kabupaten Bekasi Capai 10.000 Kasus hingga September 2023*. Retrieved 12/30/2023 from <https://news.republika.co.id/berita/s14ohq463/penyakit-tbc-di-kabupaten-bekasi-capai-10000-kasus-hingga-september-2023>
- BPS Jawa Barat. (2021). *Kasus Penyakit Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Penyakit di Provinsi*

- Jawa Barat, 2021. Retrieved 09/15/2023 from https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_pub/3200/api_pub/a05CZmFhT0JWY01Bd2g0cW80S0xiZz09/da_04/2
- Dewi, N. K. A., Sukarsa, I. K. G., & Srinadi, I. G. A. M. (2020). Faktor-faktor yang Memengaruhi Penyebaran Penyakit Tuberkulosis (TBC) di Provinsi Jawa Barat. *E-Jurnal Matematika*, 9(3), 165–170. <https://doi.org/10.24843/mtk.2020.v09.i03.p294>
- Dicky. (2022, September 15). *Kabupaten Sukabumi Rawan Tuberkulosis (TBC), Ini Penyebabnya*. Retrieved 01/01/2024 from <https://www.suaramabes.com/kabupaten-sukabumi-rawan-tuberkulosis-tbc-ini-penyebabnya/>
- Fawwaz, M. (2016). *Analisis Spasial untuk Mengidentifikasi Determinan Angka Kematian Neonatal di Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Kusumawardani, A. (2021). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kejadian TB Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Situ Udik Kabupaten Bogor Tahun 2020. *PROMOTOR Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 4(6), 556–568. Retrieved from <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/PROMOTOR>
- Lee, J., & Wong, D. W. S. (2001). *Statistical Analysis with Arcview GIS*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- LeSage, J., & Kelley Pace, R. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Lina, T. N., Soediyono, E., & Prasetyo, S. Y. J. (2017). Analisis Pemanfaatan Kawasan Wilayah Pesisir Menggunakan Local Indicators of Spatial Association (LISA) (Studi Kasus: Kabupaten Kulon Progo). *Jurnal SIMETRIS*, 8(2), 781–790.
- Mailanda, R., Kusnandar, D., & Huda, N. M. (2022). Analisis Autokorelasi Spasial Kasus Positif COVID-19 menggunakan Indeks Moran dan LISA. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 11(3), 483–492.
- Nariswari, N. A. (2022). Sistem Informasi Geografis Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur pada Tahun 2018. *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 13(4), 558–568. Retrieved from <http://jurnal.fkm.untad.ac.id/index.php/preventif>
- Naviandri. (2023, October 6). *Jumlah Kasus TBC di Kabupaten Bandung Meningkat*. Retrieved 01/01/2024 from <https://mediaindonesia.com/nusantara/619053/jumlah-kasus-tbc-di-kabupaten-bandung-meningkat>
- Nisa, E. K. (2017). Identifikasi Spatial Pattern dan Spatial Autocorrelation pada Indeks Pembangunan Manusia Pwovinsi Papua Barat Tahun 2012. *Jurnal At-Taqaddum*, 9(2), 202–226.
- Pratiwi, M. C. Y., & Kuncoro, M. (2016). Analisis Pusat Pertumbuhan dan Autokorelasi Spasial di Kalimantan: Studi Empiris di 55 Kabupaten/Kota, 2000–2012. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 16(2), 81–104. <https://doi.org/10.21002/jepi.v16i2.574>
- Ramdhani, D. (2023, January 6). *Kasus TBC Capai 3.706, Dinkes Kota Cimahi: Mayoritas*

- Pengidapnya Laki-laki Usia Produktif*. Retrieved 12/15/2023 from <https://www.inilahkoran.id/kasus-tbc-capai-3706-dinkes-kota-cimahi-mayoritas-pengidapnya-laki-laki-usia-produktif>
- Sagita K, N. S. (2020, January 28). *70 Ribu Rumah Tak Layak Huni Jadi Penyebab Tingginya TBC di Garut*. Retrieved 01/03/2024 from <https://health.detik.com/berita-detikhealth/d-4876135/70-ribu-rumah-tak-layak-huni-jadi-penyebab-tingginya-tbc-di-garut>
- Saputro, D. R. S., Widyaningsih, P., Kurdi, N. A., & Susanti, A. (2018). Proporsionalitas Autokorelasi Spasial dengan Indeks Global (Indeks Moran) dan Indeks Lokal (Local Indicator of Spatial Association (LISA)). In *KNPMP III* (pp. 701–710).
- Sugiana, A. (2023, September 28). *Tuberkulosis di Garut mencapai 5.075 kasus, Penderita Kalangan Anak-anak Naik Signifikan*. Retrieved 01/03/2024 from <https://radartasik.id/tuberkulosis-di-garut-mencapai-5-075-kasus/>
- Sukarna, Sanusi, W., & Hafilah. H. (2019). Analisis Moran's I, Geary's C, dan Getis-Ord G pada Penerapan Jumlah Penderita Kusta di Kabupaten Gowa. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 2(2), 151–163.
- Toiskandar. (2021, March 27). *Selama Pandemi Covid-19, Kasus TBC di Cirebon Tinggi, 109 Pasien Meninggal*. Retrieved 01/01/2024 from <https://jabar.inews.id/berita/selama-pandemi-covid-19-kasus-tbc-di-cirebon-tinggi-109-pasien-meninggal/2>
- Wardana, W., Munibah, K., & Baliwati, Y. F. (2023). Pola Sebaran Spasial Stunting di Kabupaten Lampung Selatan dengan Pendekatan Autokorelasi Spasial. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah Dan Pedesaan)*, 7(1), 68–78. <https://doi.org/10.29244/jp2wd.2022.7.1.68-78>
- Wicaksono, R. (2022, October 24). *Kabupaten Majalengka Belum Punya Rumah Sakit Khusus TBC*. Retrieved 01/03/2024 from <https://jabar.times.co.id/news/berita/2xlez5ug62/Kabupaten-Majalengka-Belum-Punya-Rumah-Sakit-Khusus-TBC>
- World Health Organization. (2022). *Global Tuberculosis Report 2022*. Retrieved 12/14/2023 from <http://apps.who.int/bookorders>
- Yakhamid, R. Y. (2021). Spatial Modeling of Covid-19 Alertness Indeks (IKK) Post-Eid Holidays in Central Java. *Jurnal Spatial : Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 21(2), 16–25.
- Yasin, H., Hakim, A. R., & Warsito, B. (2020). *Regresi Spasial (Aplikasi dengan R)*. (Team WADE Publish, Ed.) (1st ed.). WADE Group National Publishing.
- Yunita, S., Nurfadhilah, Srisantyorini, & Herdiansyah, D. (2022). Analisis Spasial Kejadian Tuberkulosis Berdasarkan Lingkungan Fisik. *Environmental Occupational Health and Safety Journal*, 3(1).
- Zakaria, S., & Azizah, N. (2023, July 7). *Kota Bogor Catat 1.465 Kasus TBC Anak di 2022, Ini Penjelasan Dinkes*. Retrieved 01/01/2024 from <https://news.republika.co.id/berita/rxfhfi463/kota-bogor-catat-1465-kasus-tbc-anak-di-2022-ini>

penjelasan-dinkes