

## Analisis Moran's I, Geary's C, dan Getis-Ord G pada Penerapan Jumlah Penderita Kusta di Kabupaten Gowa

Sukarna<sup>1,a)</sup>, Wahidah Sanusi<sup>1,b)</sup>, dan Hafilah. H<sup>1,c)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Makassar, 90224

<sup>a)</sup>sukarna@unm.ac.id, <sup>b)</sup>wahidah.sanusi@unm.ac.id, <sup>c)</sup>hafilahardiono@gmail.com

**Abstrak.** Analisis spasial merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam melihat pola penyebaran penyakit menular. Penyakit Kusta atau lepra merupakan penyakit menular kronis yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium Leprae* yang penyebarannya melalui droplet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola spasial pada Kusta dengan menggunakan metode *Quadrat Analysis*, untuk mengetahui ada atau tidaknya autokorelasi spasial antar daerah dengan menggunakan Moran's I, Geary's C, Getis-Ord G, dan pemetaan penyebaran penyakit Kusta di Kabupaten Gowa. Pada penelitian ini diperoleh bahwa pola spasial penyebaran penyakit Kusta pada Tahun 2016 dan 2017 di Kabupaten Gowa bersifat mengelompok (*clustered*). Pada Tahun 2016 terdapat autokorelasi spasial dengan pengujian Moran's I dan Geary's C, sedangkan pengujian Getis-Ord G tidak terdapat autokorelasi spasial antar daerah. Pada Tahun 2017 tidak terdapat autokorelasi spasial antar daerah dengan menggunakan ke tiga pengujian tersebut. Pada Tahun 2016 daerah yang rawan adalah Barombong, daerah yang harus berhati-hati dengan daerah sekitarnya adalah Bontonompo dan daerah yang termasuk kategori aman adalah Tompobulu. Sedangkan pada tahun 2017 daerah yang rawan terhadap penyakit Kusta adalah Bajeng dan Manuju.

**Kata kunci :** Moran's I, Geary's C, Getis-Ord G, Moran Scatterplot, Kusta

**Abstract.** Spatial analysis is one of the methods that is often used to observe spreading pattern of infectious diseases. Leprosy is a chronic infectious disease caused by bacterium *Mycobacterium Leprae* which spreads through droplets. This study aims to determine the spatial pattern of leprosy using the *Quadrat Analysis* method, to determine whether there is spatial autocorrelation between regions using Moran's I, Geary's C, Getis-Ord G, and mapping the spread of leprosy in Gowa Regency. In this study it was found that the spatial patterns of the spread of leprosy in 2016 and 2017 in Gowa Regency was clustered. In 2016 there were spatial autocorrelations with the tests of Moran's I and Geary's C, while the testing of Getis-Ord G did not have spatial autocorrelation between regions. In 2017 there is no spatial autocorrelation between regions using the three tests. In 2016 the vulnerable areas was Barombong, the area that had to be careful with the surrounding areas was Bontonompo and the area included in the safe category was Tompobulu. Whereas in 2017 areas prone to leprosy were Bajeng and Manuju.

**Keywords :** Moran's I, Geary's C, Getis-Ord G, Moran Scatterplot, Leprosy

### PENDAHULUAN

Penyakit menular dikenal sebagai penyakit infeksi dalam istilah medis yaitu suatu penyakit yang disebabkan oleh agen biologi (seperti virus, bakteri, atau parasit). Salah satu penyakit menular yang penularannya dapat terjadi secara langsung adalah penyakit Kusta. Menurut Schgal (2006), kusta atau lepra adalah penyakit menular kronis yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium Leprae*. Penyebaran bakteri tersebut melalui droplet yaitu partikel air kecil yang dihasilkan ketika

batuk atau bersin. Penyakit ini merupakan penyakit yang dapat menyebabkan cacat permanen bahkan kematian bagi penderitanya.

Penyakit Kusta di Indonesia merupakan penyakit terbesar ketiga di dunia setelah India dan Brasil. Salah satu yang terbesar di Indonesia adalah di Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. Hingga 2016 kasus kusta di Kabupaten Gowa sudah terjadi sebanyak 114 kasus dan menempatkan penyakit tersebut diposisi kedua, sedangkan di posisi pertama adalah Tuberkulosis (Tribun Gowa, 2016). Oleh karena itu, penting untuk melihat penyebaran penyakit Kusta di kabupaten Gowa. Metode yang dapat digunakan untuk melihat penyebaran penyakit Kusta adalah autokorelasi spasial. Autokorelasi spasial dapat di uji pada suatu wilayah secara global maupun lokal. Beberapa pengujian autokorelasi spasial secara global adalah *Moran's I*, *Geary's C*, dan *Getis-Ord G*.

*Moran's I* merupakan pengujian adanya autokorelasi dengan asumsi lokasi sama tetapi variabel berbeda dan berbasis kovarian. Beberapa penelitian telah menggunakan pengujian *Moran's I* dalam kasus sosial (Puspitasari & Susanto, 2011; Wuryandari, Hoyyi, Kusumawardani, & Rahmawati, 2014; Kumboro, Martha, & Prihandono, 2016). Puspitasari dan Susanto (2011) mengkaji tentang analisis spasial kasus demam berdarah dengue di Sukoharjo Jawa Tengah. Wuryandari, dkk (2014) mengkaji tentang autokorelasi spasial jumlah pengangguran di Jawa Tengah. Kumboro, dkk (2016) mengkaji tentang autokorelasi spasial penyebaran anak terlantar di Kabupaten Ketapang.

Menurut Pfeiffer (2008) metode lain yang dapat digunakan untuk mengukur autokorelasi spasial secara global adalah *Geary's C* yang berbasis pada varians. Beberapa penelitian telah menggunakan pengujian *Geary's C* (Faiz, Rahmawati, & Safitri, 2013; Burhan, 2015; Nisa, 2017). Faiz, dkk (2013) mengkaji tentang penyebaran penyakit demam berdarah *dengue* di Kota Semarang Tahun 2011. Burhan (2015) menganalisis penyebaran penyakit HIV/AIDS di Kota Makassar. Nisa (2017) menganalisis pola spasial indeks pembangunan manusia Provinsi Papua Barat Tahun 2012.

Statistik Getis-Ord *G* memiliki sedikit perbedaan pendekatan dependensi spasial dalam menggunakan matriks contiguity dimana mendasar pada jarak. Beberapa penelitian menggunakan pengujian *Getis-Ord G* (Prasetyo, 2015; Gunawan, Sumarno, & Indrianawati, 2016; Zulhamdi & Dewi, 2018). Prasetyo (2015) menganalisis pemetaan sistem peringatan dini serangan hama penyakit padi di Jawa Tengah. Gunawan, dkk (2016) menganalisis pemetaan psikografis kependudukan untuk kepentingan kampanye Pilkada Kota Cimahi. Zulhamdi dan Dewi (2018) menganalisis pola spasial penggunaan mobil dan motor di Kelurahan Pedurungan Tengah Kota Semarang.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian *Moran's I*, *Geary's C*, dan *Getis-Ord G* pada jumlah penderita Kusta di Kabupaten Gowa. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat ada tidaknya autokorelasi spasial pada jumlah penderita Kusta di Kabupaten Gowa. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk melihat pola penyebaran penyakit Kusta di Kabupaten Gowa.

## KAJIAN PUSTAKA

### Pola Spasial

Metode yang dapat digunakan untuk melihat pola spasial yaitu Metode *Quadrat Analysis*. Metode ini mengevaluasi distribusi pola titik dengan memeriksa perubahan kepadatan suatu lokasi (Guisepe & Badi, 2009). Kepadatan yang diukur tersebut dibandingkan untuk mengetahui apakah pola titik-titik tersebut memiliki pola *random*, *uniform* atau *clustered*. Pendekatan yang digunakan dalam metode *Quadrat Analysis* adalah *Variance-to-Mean Ratio* (VTMR) yaitu menggunakan perhitungan rasio antara *mean* ( $\bar{x}$ ) dan *variance* ( $\sigma^2$ ).

$$VTMR = \frac{s^2}{\bar{x}} \quad (1)$$

Dimana  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{n}$  dan  $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$

$n$  adalah banyaknya pengamatan dan  $x_i$  adalah jumlah titik pada pengamatan ke- $i$ .

Interpretasi VTMR yaitu sebagai berikut:

1. Apabila VTMR > 1 maka akan cenderung berpola *clustered* (mengelompok).
2. Apabila VTMR mendekati 1 maka cenderung berpola *random*, dimana *mean* dan *variance* bernilai hampir sama.
3. Apabila VTMR mendekati 0 atau kurang dari 1 maka cenderung berpola *uniform*, dimana *variance* bernilai mendekati 0. Hal ini menunjukkan bahwa titik-titik menyebar secara teratur di semua lokasi.

Pengujian Hipotesis metode *Quadrat Analysis* adalah :

$H_0$  : data tidak berpola mengelompok (*clustered*)

$H_1$  : data berpola mengelompok (*clustered*)

$$\text{Statistik Uji} = \frac{(n-1)S^2}{\bar{x}} \quad (2)$$

Pengambilan keputusan adalah  $H_0$  ditolak apabila nilai statistik uji lebih dari  $\chi^2_{(n-1),\alpha}$ .

### **Pengujian *Global Spasial Autocorrelation***

#### *Moran's I*

Pengujian secara global melalui statistik Moran's I merupakan pengujian adanya autokorelasi dengan asumsi lokasi sama tetapi variabel berbeda dan berbasis kovarian (Nisa, 2017). Perhitungan autokorelasi spasial menggunakan *Moran's I* dengan matriks pembobot  $W$  dengan matriks terstandarisasi adalah sebagai berikut:

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

Nilai yang dihasilkan dalam perhitungan Moran's I berkisar antara -1 sampai 1. Nilai Moran's I bernilai nol mengindikasikan tidak berkelompok, nilai Moran's I yang positif mengindikasikan autokorelasi spasial yang positif yang berarti lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang mirip dan cenderung berkelompok (Cluster), Moran's I yang bernilai positif mengindikasikan autokorelasi spasial negatif yang berarti lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang berbeda (Pfeiffer, 2008). Signifikansi indeks Moran dapat ditaksir di bawah pendekatan normal dengan ketentuan.:

Statistik uji

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{Var}(I)}}$$

dengan nilai harapan

$$E(I) = I_0 = \frac{-1}{(n-1)}$$

Ragam untuk pendekatan normal (Baneerjee, 2004):

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

dengan:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

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

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

Beberapa penelitian telah menggunakan pengujian *Moran's I*. Puspitasari dan Susanto (2011) mengkaji tentang analisis spasial kasus demam berdarah dengue di Sukoharjo Jawa Tengah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat autokorelasi spasial positif pada penyebaran penyakit DBD di sukoharjo dengan pola kejadian penyakit tersebut adalah *clustered* (mengelompok). Wuryandari, dkk (2014) mengkaji tentang autokorelasi spasial jumlah pengangguran di Jawa Tengah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat autokorelasi spasial positif, namun korelasinya dapat dikatakan lemah karena mendekati nol, sehingga menyebabkan tidak terdapat autokorelasi spasial pada pengujian signifikansi indeks Moran. Kumboro, dkk (2016) mengkaji tentang autokorelasi spasial penyebaran anak terlantar di Kabupaten Ketapang. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pada penyebaran anak terlantar di Kabupaten Ketapang tidak terdapat autokorelasi spasial sehingga pola yang terjadi adalah pola acak.

#### Geary's C

Menurut Pfeiffer (2008) metode lain yang dapat digunakan untuk mengukur autokorelasi spasial secara global adalah Geary's C yang berbasis pada varians. Menurut Lee dan Wong (2001) statistic Geary's C dapat diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{(n - 1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - x_j)^2}{2S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Identifikasi pola sebaran menggunakan indek C, jika nilai C terletak diantara nol dan satu, maka pola sebarannya adalah mengelompok (Cluster), jika nilai C mendekati satu, pola menyebar tidak merata (tidak ada autokorelasi), dan pada nilai C terletak diantara satu dan dua, pola sebarannya merata (Lee dan Wong, 2001). Pengujian terhadap parameter C dapat dilakukan dengan ketentuan.

Statistik uji

$$Z(I) = \frac{C - E(C)}{\sqrt{Var(C)}}$$

dengan nilai harapan

$$E(C) = 1$$

Ragam untuk pendekatan normal (Lee dan Wong, 2001):

$$Var(C) = \frac{(2S_1 + S_2)(n - 1) - 4S_0^2}{2(n + 1)S_0^2}$$

dengan:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

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

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

Beberapa penelitian telah menggunakan pengujian *Geary's C*. Faiz, dkk (2013) menganalisis penyebaran penyakit demam berdarah *dengue* di Kota Semarang Tahun 2011. Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat autokorelasi spasial dalam penyebaran penyakit DBD di Kota Semarang dengan metode Indeks Moran dan *Geary's C*. Burhan (2015) menganalisis penyebaran penyakit HIV/AIDS di Kota Makassar. Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial dalam penyebaran penyakit HIV/AIDS tahun 2011 dan 2012 di Kota Makassar dengan metode Moran's I, akan tetapi terdapat autokorelasi spasial positif dengan metode *Geary's C* tahun 2011 dan 2012. Nisa (2017) menganalisis pola spasial indeks pembangunan manusia Provinsi Papua Barat Tahun 2012. Penelitian ini menyimpulkan bahwa tidak terdapat dependensi spasial terhadap angka IPM pada Tahun 2012.

*Getis-Ord G*

Statistik *Getis-Ord G* memiliki sedikit perbedaan pendekatan dependensi spasial dalam menggunakan matriks contiguity dimana mendasar pada jarak. Kebertetanggan atau kedekatan didefinisikan dalam sebuah jarak  $d$ . Statistik  $G$  persamaannya adalah sebagai berikut:

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j}, j \neq i$$

$G$  bernilai antara 0 dan 1.  $G(d)$  menunjukkan adanya dependensi global dari suatu fenomena *Spatial Clustering* yang tinggi (atau wilayah *hotspots*). Pengujian terhadap parameter  $G$  dapat dilakukan dengan ketentuan.

Statistik uji

$$Z(G) = \frac{G - E(G)}{\sqrt{Var(G)}}$$

dengan nilai harapan

$$E(G(d)) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d)}{n(n-1)}; j \neq i$$

Ragam untuk pendekatan normal (Lee dan Wong, 2001):

$$Var(G) = E(G^2) - [E(G)]^2$$

dengan:

$$E(G^2) = \frac{1}{(m_1^2 - m_2)^2 \cdot n(n-1)(n-2)(n-3)} (B_0 m_2^2 + B_1 m_4 + B_2 m_1^2 m_2 + B_3 m_1 m_3 + B_4 m_1^4)$$

$$m_j = \sum_{i=1}^n x_i^j$$

$$B_0 = (n^2 - 3n + 3)S_1 - nS_2 + 3W^2$$

$$B_1 = -[(n^2 - n)S_1 - 2nS_2 + 3W^2]$$

$$B_2 = -[2nS_1 - (n + 3)S_2 + 6W^2]$$

$$B_3 = 4(n - 1)S_1 - 2(n + 1)S_2 + 8W^2$$

$$B_4 = S_1 - S_2 + W^2$$

$$S_0 = W = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n [w_{ij}(d) + w_{ji}(d)]^2$$

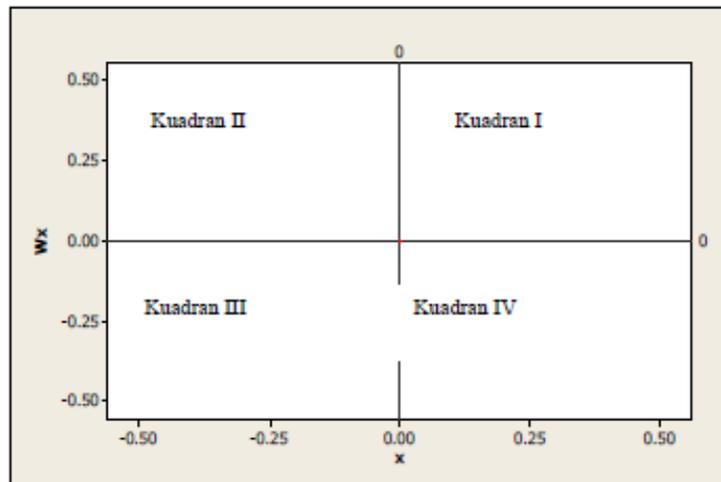
$$S_2 = \sum_{i=1}^n (\sum_{j \neq i}^n w_{ij}(d) + \sum_{j \neq i}^n w_{ji}(d))^2 = \sum_{i=1}^n (w_{i \cdot} + w_{\cdot i})^2$$

Beberapa penelitian menggunakan pengujian *Getis-Ord G*. Prasetyo (2015) menganalisis pemetaan sistem peringatan dini serangan hama penyakit padi di Jawa Tengah. Penelitian ini menunjukkan bahwa persamaan  $GI$  dan  $GI^*$  dalam aplikasi SIG peringatan dini OPT bekerja secara optimal dan memberikan informasi potensi terjadinya *hotspot* sebagai wilayah endemik dan *coldspot*. Gunawan, dkk (2016) menganalisis pemetaan psikografis kependudukan untuk

kepentingan kampanye Pilkada Kota Cimahi. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial positif dan berpola kluster pada wilayah Kota Cimahi. Zulhamdi dan Dewi (2018) menganalisis pola spasial pengguna mobil dan motor di Kelurahan Pedurungan Tengah Kota Semarang. Penelitian ini menunjukkan bahwa pola spasial yang terbentuk dari penggunaan mobil dan motor di Kelurahan Pedurungan Tengah adalah *clustered* (mengelompok).

### ***Moran Scatterplot***

Lee dan Wong (2001) menyebutkan bahwa *Moran's Scatterplot* adalah salah satu cara untuk menginterpretasikan statistik indeks Moran. Interpretasi Moran's I dapat dilihat melalui garis regresi yang menggambarkan hubungan linear antara pengamatan dengan lag spasial dari nilai pengamatan itu sendiri. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 1.



**GAMBAR 1.** *Moran Scatterplot*

Menurut Zhukov (2010), kuadran-kuadran dalam Moran Scatterplot adalah sebagai berikut:

1. Pada kuadran I, HH (High-High) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi.
2. Pada kuadran II, LH (Low-High) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi.
3. Pada kuadran III, LL (Low-low) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah.
4. Pada kuadran IV, HL (High-Low) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*), yang bertujuan untuk mengetahui pola penyebaran dan tingkat penyebaran jumlah penderita Kusta di Kabupaten Gowa. Penelitian ini menggunakan data informasi lokasi berupa peta Kabupaten Gowa dan data jumlah penderita Kusta di Kabupaten Gowa Tahun 2016 dan Tahun 2017. Data informasi lokasi diperoleh dari peta administratif Kabupaten Gowa. Data jumlah penderita Kusta di Kabupaten Gowa Tahun 2016 dan Tahun 2017 diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Gowa.

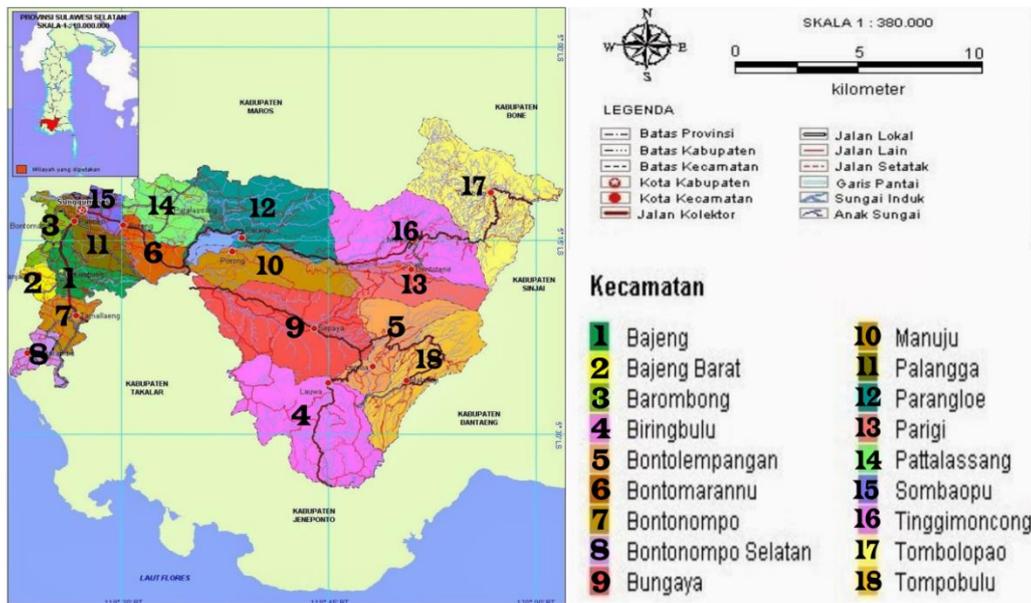
Pengujian pola penyebaran penyakit Kusta berfokus pada pengujian autokorelasi spasial pada jumlah penderita Kusta di Kabupaten Gowa. Pengujian autokorelasi spasial dilakukan menggunakan matriks pembobot spasial jenis *Linear Contiguity*. Matriks pembobot spasial diuji

menggunakan pengujian *Global Spatial Autocorrelation* yaitu *Moran's I*, *Geary's C*, dan *Getis-Ord G*. Sedangkan pengujian tingkat penyebaran penyakit Kusta berfokus pada pengujian *Moran Scatterplot* pada jumlah penderita Kusta di Kabupaten Gowa. Untuk melihat secara konkret gambaran peta tematik hasil penelitian digunakan software ArcGIS dan GeoDa.

## HASIL PENELITIAN

### Data Penelitian

Peta lokasi dan Jumlah Penderita Kusta di Kabupaten Gowa dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 1.



GAMBAR 2. Peta Administratif Kabupaten Gowa

TABEL 1. Data Jumlah Penderita Kusta di Kabupaten Gowa 2016 dan 2017

No	Kecamatan (i)	2016		2017		Total	
		L	P	L	P	2016	2017
1	Tompobulu	0	0	8	6	0	14
2	Biringbulu	0	0	4	3	0	7
3	Parigi	0	0	0	0	0	0
4	Somba Opu	2	2	10	4	4	14
5	Bontolempangan	2	0	3	3	2	6
6	Bajeng Barat	6	5	1	1	11	2
7	Bungaya	6	5	0	1	11	1
8	Bontonompo	1	1	3	0	2	3
9	Bajeng	5	11	5	2	16	7
10	Parangloe	1	0	1	1	1	2
11	Bontonompo Selatan	7	1	7	3	8	10
12	Pattalassang	1	0	1	2	1	3
13	Pallangga	7	4	3	3	11	6
14	Barombong	7	2	0	1	9	1

15	Tinggimoncong	1	1	3	0	2	3
16	Tombolo Pao	8	6	5	2	14	7
17	Bontomarannu	2	3	2	0	5	2
18	Manuju	3	0	5	1	3	6

**Identifikasi Pola Spasial Data Penderita Kusta di Kabupaten Gowa**

Identifikasi pola spasial atau *spatial pattern* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Quadrat Analysis* dengan pendekatan *Variance to Mean Ratio (VTMR)*. Berdasarkan persamaan (1) dan (2) diperoleh:

**TABEL 2.** Hasil Analisis Menggunakan Metode *Quadrat Analysis*

Tahun	VTMR	Statistik Uji
2016	4,96	84,32
2017	3,35	56,89

Signifikan pada  $\alpha=5\%$

Pengujian menggunakan metode *Quadrat Analysis* pada data penderita Kusta Tahun 2016 dan 2017 menyimpulkan bahwa keduanya memiliki kesimpulan yang sama yaitu pola spasial kasus Kusta Tahun 2016 dan Tahun 2017 bersifat mengelompok (*clustered*).

**Pengujian *Global Spatial Autocorrelation***

Pengujian autokorelasi spasial secara global pada penelitian ini menggunakan statistik uji *Moran's I*, *Geary's C*, dan *Getis-Ord G*.

**Statistik *Moran's I***

Hasil yang diperoleh untuk Statistik *Moran's I* pada Tahun 2016 sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{151,17}{468,44} = 0,32270$$

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} = \frac{0,32270 - (-0,05882)}{\sqrt{0,02289}} = 2,52167$$

Dengan nilai  $\alpha = 0,05$  maka  $Z_{(0,5-\frac{\alpha}{2})} = Z_{(0,475)} = 1,96$  (tabel sebaran normal baku).

Diperoleh  $Z(I) = 2,52167 > 1,96 = Z_{(0,475)}$ , artinya  $H_0$  ditolak. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat autokorelasi spasial antar daerah.

Hasil yang diperoleh untuk Statistik *Moran's I* pada Tahun 2017 sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{-4,66}{297,11} = -0,01569$$

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} = \frac{-0,01569 - (-0,05882)}{\sqrt{0,02289}} = 0,28506$$

Dengan nilai  $\alpha = 0,05$  maka  $Z_{(0,5-\frac{\alpha}{2})} = Z_{(0,475)} = 1,96$  (tabel sebaran normal baku).

Diperoleh  $-1,96 \leq 0,28506 \leq 1,96$ , artinya  $H_0$  diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial antar daerah.

**Statistik *Geary's C***

Hasil yang diperoleh untuk Statistik *Geary's C* pada Tahun 2016 sebagai berikut:

$$C = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - x_j)^2}{2S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{(18-1)(666,77)}{2(18)(468,44)} = 0,67214$$

$$Z(C) = \frac{C - E(C)}{\sqrt{Var(C)}} = \frac{0,67214 - 1}{\sqrt{0,024859}} = -2,07942$$

Dengan nilai  $\alpha = 0,05$  maka  $Z_{(0,5-\frac{\alpha}{2})} = Z_{(0,475)} = 1,96$  (tabel sebaran normal baku). Diperoleh  $Z(C) = -2,07942 < -1,96 = -Z_{(0,475)}$ , artinya  $H_0$  ditolak. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat autokorelasi spasial antar daerah. Nilai  $C = 0,67214$  menunjukkan nilai  $C$  mendekati nol, artinya terdapat autokorelasi spasial positif ini mengindikasikan bahwa lokasi yang berdekatan memiliki nilai yang mirip atau cenderung berkelompok (*Clustered*).

Hasil yang diperoleh untuk Statistik *Geary's C* pada Tahun 2017 sebagai berikut:

$$C = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - x_j)^2}{2S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{(18-1)(619,40)}{2(18)(297,11)} = 0,98446$$

$$Z(C) = \frac{C - E(C)}{\sqrt{Var(C)}} = \frac{0,98446 - 1}{\sqrt{0,024859}} = -0,09855$$

Dengan nilai  $\alpha = 0,05$  maka  $Z_{(0,5-\frac{\alpha}{2})} = Z_{(0,475)} = 1,96$  (tabel sebaran normal baku). Diperoleh  $-Z_{(0,475)} = -1,96 \leq -0,09855 \leq 1,96 = Z_{(0,475)}$ , artinya  $H_0$  diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial antar daerah.

*Statistik Getis-Ord G*

Hasil yang diperoleh untuk Statistik *Getis-Ord G* pada Tahun 2016 sebagai berikut:

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j} = \frac{592,17}{8976} = 0,06597$$

$$Z(G) = \frac{G - E(G)}{\sqrt{Var(G)}} = \frac{0,06597 - 0,05882}{\sqrt{0,00012}} = 0,65187$$

Dengan nilai  $\alpha = 0,05$  maka  $Z_{(0,5-\frac{\alpha}{2})} = Z_{(0,475)} = 1,96$  (tabel sebaran normal baku). Diperoleh  $-1,96 \leq 0,65187 \leq 1,96$ , artinya  $H_0$  diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada autokorelasi spasial antar daerah.

Hasil yang diperoleh untuk Statistik *Getis-Ord G* pada Tahun 2017 sebagai berikut:

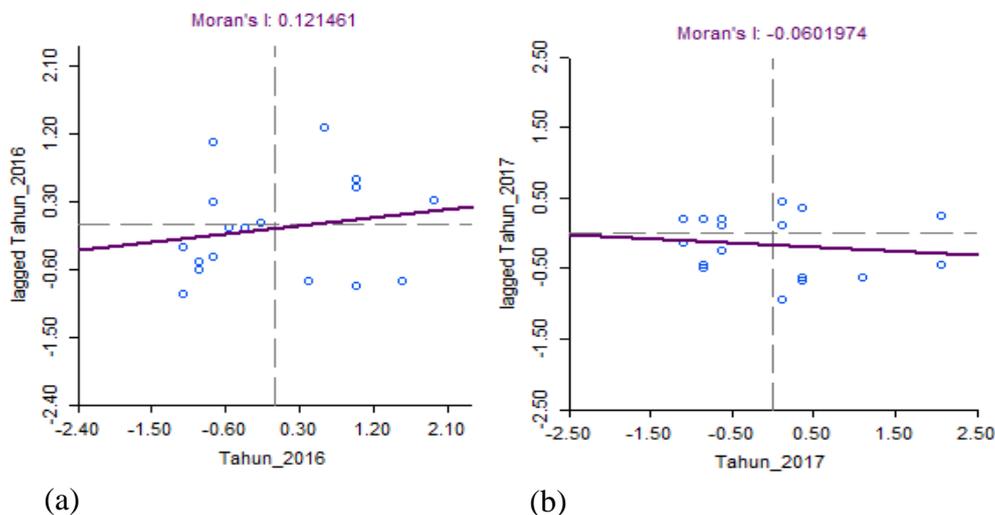
$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j} = \frac{474}{8048} = 0,05890$$

$$Z(G) = \frac{G - E(G)}{\sqrt{Var(G)}} = \frac{0,05890 - 0,05882}{\sqrt{0,0000703}} = 0,0097$$

Dengan nilai  $\alpha = 0,05$  maka  $Z_{(0,5-\frac{\alpha}{2})} = Z_{(0,475)} = 1,96$  (tabel sebaran normal baku). Diperoleh  $-Z_{(0,475)} = -1,96 \leq 0,0097 \leq 1,96 = Z_{(0,475)}$ , artinya  $H_0$  diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial antar daerah.

### Moran Scatterplot

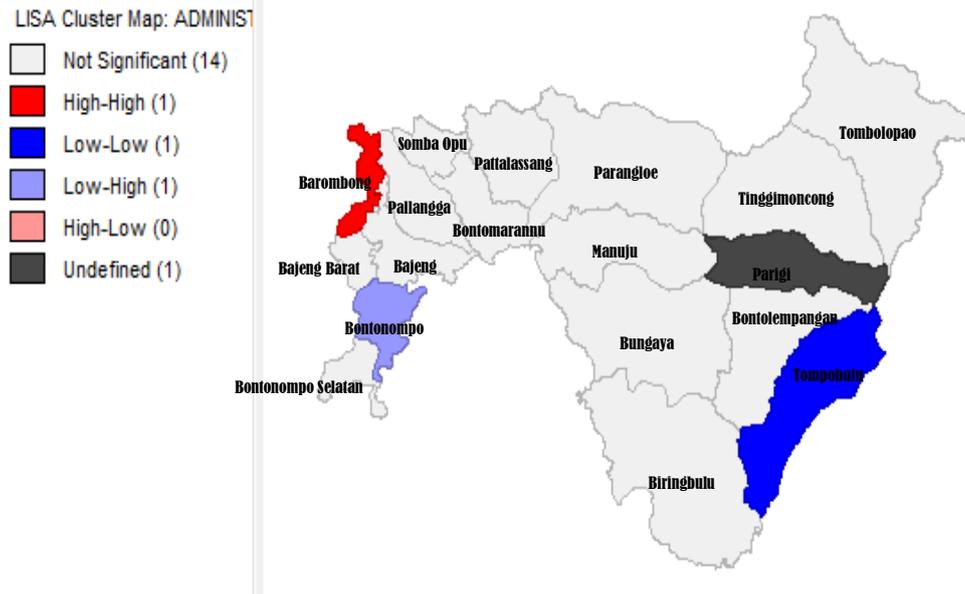
Hasil *moran scatterplot* dapat dilihat pada Gambar 3, titik-titik menyebar diantara Kuadran I, II, III, dan IV.



**GAMBAR 3.** Hasil GeoDa *Moran Scatterplot* (a) Tahun 2016 dan (b) Tahun 2017

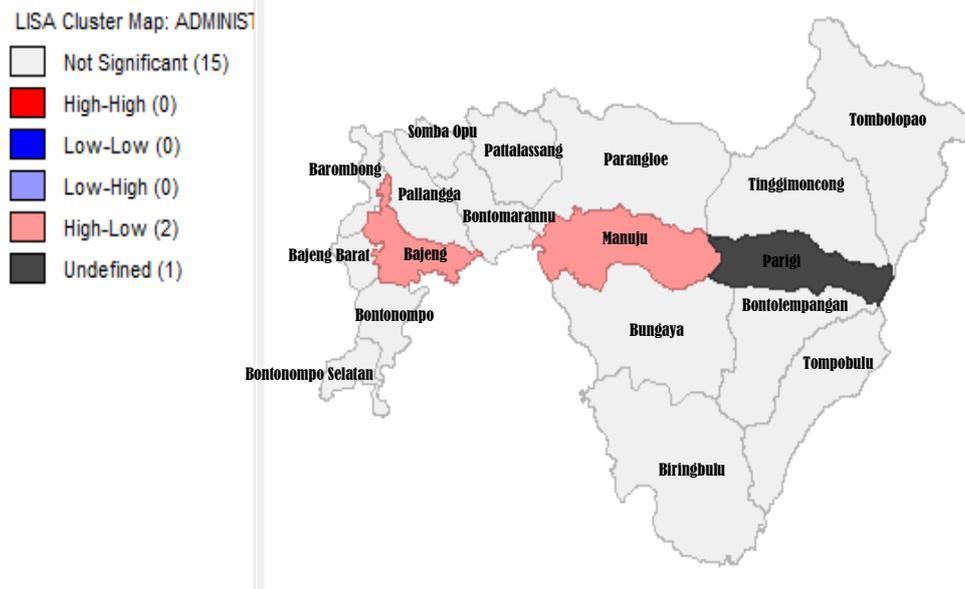
1. Kuadran I, HH (*High-High*) menunjukkan daerah yang mempunyai jumlah penderita Kusta yang tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai jumlah penderita Kusta yang tinggi pula. Pada Tahun 2016, Kecamatan yang berada pada kuadran I adalah Bajeng Barat, Bajeng, Pallangga, dan Barombong. Pada Tahun 2017, Kecamatan yang berada pada kuadran I adalah Tompobulu, Biringbulu, Bontolempangan, dan Pallangga.
2. Kuadran II, LH (*Low-High*) menunjukkan daerah yang mempunyai jumlah penderita Kusta yang rendah tetapi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai jumlah penderita Kusta yang tinggi. Pada Tahun 2016, Kecamatan yang berada di kuadran II adalah Parigi, Somba Opu, Bontonompo, dan Tinggimoncong. Pada Tahun 2017, Kecamatan yang berada di kuadran II adalah Bajeng Barat, Bontonompo, Pattalassang, Barombong, dan Bontomarannu.
3. Kuadran III, LL (*Low-Low*) menunjukkan daerah yang mempunyai jumlah penderita Kusta yang rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai jumlah penderita Kusta yang rendah pula. Pada Tahun 2016, Kecamatan yang berada di kuadran III adalah Tompobulu, Biringbulu, Bontolempangan, Parangloe, Pattalassang, Bontomarannu, dan Manuju. Pada Tahun 2017, Kecamatan yang berada di kuadran III adalah Parigi, Bungaya, Parangloe, dan Tinggimoncong.
4. Kuadran IV, HL (*High-Low*) menunjukkan daerah yang mempunyai jumlah penderita Kusta yang tinggi tetapi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai jumlah penderita Kusta yang rendah. Pada Tahun 2016, Kecamatan yang berada di kuadran IV adalah Bungaya, Bontonompo Selatan, dan Tombolo Pao. Pada Tahun 2017, Kecamatan yang berada di kuadran IV adalah Somba Opu, Bajeng, Bontonompo Selatan, Tombolo Pao, dan Manuju.

Pemetaan



**GAMBAR 4.** Daerah Rawan terhadap Penyakit Kusta Tahun 2016

Gambar 4 menunjukkan bahwa daerah yang rawan terhadap penyebaran penyakit Kusta di Kabupaten Gowa Tahun 2016 adalah Kecamatan Barombong yang berada pada Kuadran *High-High* (HH). Kecamatan Bontononpo Selatan merupakan daerah yang berada di Kuadran *Low-High* (LH), sehingga Kecamatan Bontononpo Selatan harus berhati-hati dengan daerah sekelilingnya. Sedangkan Kecamatan Tompobulu termasuk dalam kategori daerah aman, karena berada pada Kuadran *Low-Low* (LL).



**GAMBAR 5.** Daerah Rawan terhadap Penyakit Kusta tahun 2017

Gambar 5 menunjukkan bahwa daerah yang rawan untuk menularkan penyakit Kusta adalah Kecamatan Bajeng dan Manuju yang berada di Kuadran *High-Low* (HL) sehingga daerah di sekitarnya harus berhati-hati.

Pada pengujian Tahun 2016, Kecamatan Barombong merupakan daerah yang berada di Kuadran HH, yaitu daerah tersebut memiliki jumlah penderita yang Tinggi dan dikelilingi oleh jumlah

penderita yang tinggi pula. Sedangkan Kecamatan Bajeng merupakan daerah yang berada di Kuadran LH, yaitu daerah tersebut memiliki jumlah penderita yang rendah, tetapi di kelilingi oleh jumlah penderita yang tinggi. Kecamatan Bajeng merupakan daerah yang berada di antara Kecamatan Barombong dan Kecamatan Bontonompo. Kecamatan tersebut berpotensi besar untuk terkena penyebaran penyakit Kusta, sehingga pada Tahun 2017 Kecamatan tersebut berada di Kuadran HL, yaitu daerah yang memiliki jumlah pengamatan yang tinggi, tetapi dikelilingi oleh daerah yang memiliki nilai pengamatan yang rendah.

Pada Tahun 2016, Kecamatan Manuju tidak termasuk dalam daerah yang memiliki signifikansi terhadap Penderita Kusta karena berada di sekitar daerah yang memiliki jumlah penderita yang kecil dan jumlah penderita yang besar, yaitu berada di sekitar Kecamatan Bungaya yang memiliki 11 penderita, Kecamatan Parangloe yang memiliki 1 penderita, Kecamatan Parigi yang memiliki 0 Penderita, dan kecamatan Bontomarannu yang memiliki 5 penderita. Namun pada Tahun 2017, Kecamatan tersebut termasuk dalam daerah yang memiliki signifikansi terhadap Penderita Kusta dan berada di Kuadran HL karena berada di sekitar Kecamatan Bungaya dan Bontomarannu yang memiliki jumlah penderita yang tinggi.

## KESIMPULAN

1. Pengujian *Spatial Pattern* pada data penderita Kusta tahun 2016 dan 2017 di Kabupaten Gowa menggunakan metode *Quadrat Analysis* adalah bersifat mengelompok (*clustered*).
2. Terdapat autokorelasi spasial dalam penyebaran penyakit Kusta tahun 2016 di Kabupaten Gowa dengan menggunakan metode *Moran's I* dan *Geary's C*, akan tetapi tidak terdapat autokorelasi spasial dengan metode *Getis-Ord G*. sedangkan pada tahun 2017 tidak terdapat autokorelasi spasial pada penyebaran penyakit Kusta di Kabupaten Gowa dengan menggunakan *Moran's I*, *Geary's C*, *Getis-Ord G*.
3. Daerah yang signifikan terhadap penyebaran penyakit Kusta di Kabupaten Gowa tahun 2016 adalah kecamatan Barombong yang berada di Kuadran I (HH), Bontonompo yang berada di Kuadran II (LH), dan Tompobulu yang berada di Kuadran III (LL). Hal ini mengindikasikan bahwa kecamatan yang rawan terhadap penyakit Kusta adalah Barombong, kecamatan yang harus berhati-hati terhadap daerah sekelilingnya adalah Bontonompo, dan kecamatan yang termasuk kategori aman adalah Tompobulu. Sedangkan untuk tahun 2017 kecamatan yang signifikan terhadap penyakit Kusta adalah Bajeng dan Manuju yang berada di Kuadran IV (HL). Hal ini mengindikasikan bahwa daerah tersebut rawan untuk menulari penyakit Kusta pada daerah disekitarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Burhan, Nurlina. (2015). *Analisis Spasial Menggunakan Moran's I dan Geary's C (Studi Kasus Penyebaran Penyakit HIV/AIDS di Kota Makassar)*. Makassar: UNM.
- Faiz, N., Rahmawati, R., & Safitri, D. (2013). Analisis Penyebaran Penyakit Demam Berdarah *Dengue* dengan Indeks Moran dan Geary's C (Studi Kasus di Kota Semarang Tahun 2011). *Jurnal Gaussian*, 2(1). 69-78.

- Guissepe, A., & Badi, H.B. (2009). *Spatial Econometrics Method and Applications*. Springer. Germany.
- Gunawan, M., Sumarno., & Indrianawati. (2016). Pemetaan Psikografis Kependudukan untuk Kepentingan Kampanye Pilkada (Studi Kasus: Kota Cimahi). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2016(2). 63-71.
- Kumboro, A.R., Martha, S., & Prihandono, B. (2016). Identifikasi Autokorelasi Spasial pada Penyebaran Anak Terlantar di Kabupaten Ketapang dengan Indeks Moran. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*.
- Lee, J. & Wong, S.D. (2001). *Statistical Analysis with Arcview GIS*. New York: John Willey & Sons. Inc.
- Nisa, E.K. (2017). Identifikasi Spatial Pattern dan Spatial Autocorrelation pada Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Papua Barat Tahun 2012. *Jurnal At-Taqaddum*, 9(2).
- Pfeiffer, U., Robinson, T.P., Stevenson, M., Stevens, K.B, Rogers, D. J., & Clements., C.A. (2008). *Spatial Analysis in Epidemiologi*. New York: Oxford University.
- Prasetyo, S.Y.J. (2015). Sistem Peringatan Dini Serangan Hama Penyakit Padi di Jawa Tengah menggunakan  $GI$  dan  $GI^*$  *STATISTIK. Jurnal Ilmiah MATRIK*, 17(3).205-214.
- Schgal, A. (2006). *Deadly Diseases and Epidemic:leprosy*, Philadelphia:Chelsea House.
- Tribun Gowa. (2016). 114 Kasus, Kusta jadi Penyakit Terbesar di Gowa. <http://www.makassar.tribunnews.com>. diakses pada tanggal 3 Juli 2018.
- Wuryandari, T., Hoyyi, A., Kusumawardani, D.S., & Rahmawati, D. (2014). Identifikasi Autokorelasi Spasial pada Jumlah Pengangguran di Jawa Tengah Menggunakan Indeks Moran. *Jurnal Media Statistika*, 7(1).
- Zhukov, Y. (2010). *Spatial Autocorrelation, IQQS*. Harvard University. Amerika.
- Zulhamdi., & Dewi, D.I.K. (2018). Pola Spasial Penggunaan Mobil dan Motor di Kelurahan Pedurungan Tengah Kota Semarang. *Jurnal Plano Madani*. 7(2). 185-195.