

**ANALISIS SPASIAL PENYEBARAN PENYAKIT KUSTA  
DENGAN INDEKS MORAN DAN RASIO GEARY'S  
(Studi Kasus : di Provinsi Lampung Tahun 2017)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**RENI YUNITASARI**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## **ABSTRACT**

### **SPATIAL ANALYSIS ABOUT SPREAD OF LEPROSY DISEASE WITH MORAN'S I AND GEARY'S C (Case Study : in Lampung Province in 2017)**

**By**

**Reni Yunitasari**

Spatial analysis is a method often used in viewing patterns of spread infectious diseases. Leprosy is an infectious disease caused by *Mycrobacterium Leprae*. Rate dependence on leprosy in an area is estimated to be affected by leprosy in other neighboring areas. Therefore, a spatial study of leprosy is needed in each district/city in Lampung Province using the Moran's I and Geary's C method with four weighting matrix types. The spatial pattern about spread of leprosy is used to determine whether or not there is spatial autocorelation between regions. The results of the study using the Moran's I method indicate that there are no spatial autocorrelations and diffuse patterns. The Geary's C method with Double Linear Contiguity shows that there are no spatial autocorrelations and diffuse patterns, with Linear Contiguity showing that there are no spatial autocorrelations and cluster patterns, and with Rook Contiguity and Queen Contiguity showing that there are spatial autocorrelations and diffuse patterns. In 2017, East Lampung Regency, South Lampung Regency, Tulang Bawang Regency, and West Tulang Bawang Regency where the highest or the most vulnerable areas about spread of leprosy Lampung Province.

**Key words:** Spatial, Moran's I, Geary's C, Leprosy, Moran Scatterplot, Linear Contiguity, Double Linear Contiguity, Rook Contiguity, Queen Contiguity.

## ABSTRAK

### ANALISIS SPASIAL PENYEBARAN PENYAKIT KUSTA DENGAN INDEKS MORAN DAN RASIO GEARY'S (Studi Kasus : di Provinsi Lampung Tahun 2017)

Oleh

**Reni Yunitasari**

Analisis spasial merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam melihat pola penyebaran penyakit menular. Penyakit Kusta atau *Leprae* merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycrobacterium Leprae*. Tingkat ketergantungan penyakit kusta disuatu daerah diperkirakan dipengaruhi oleh penyakit kusta didaerah lain yang berdekatan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian spasial mengenai penyakit kusta di tiap kabupaten/kota di Provinsi Lampung menggunakan metode Indeks Moran dan Rasio Geary's dengan empat tipe matriks pembobot. Pola spasial pada penyebaran penyakit kusta digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya autokorelasi spasial antar daerah. Hasil penelitian menggunakan metode Indeks Moran menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial dan pola menyebar. Metode Rasio Geary's dengan *Double Linear Contiguity* menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial dan pola menyebar, dengan *Linear Contiguity* menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial dan pola mengelompok, serta dengan *Rook Contiguity* dan *Queen Contiguity* menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial dan pola menyebar. Pada Tahun 2017, Kabupaten Lampung Selatan, Kabupaten Lampung Timur, Kabupaten Tulang Bawang, dan Kabupaten Tulang Bawang Barat merupakan daerah penyebaran penyakit kusta tertinggi atau rawan di Provinsi Lampung.

Kata Kunci : *Spasial, Indeks Moran, Rasio Geary's, Kusta, Moran Scatterplot, Linear Contiguity, Double Linear Contiguity, Rook Contiguity, Queen Contiguity.*

**ANALISIS SPASIAL PENYEBARAN PENYAKIT KUSTA  
DENGAN INDEKS MORAN DAN RASIO GEARY'S  
(Studi Kasus : di Provinsi Lampung Tahun 2017)**

**Oleh**

**Reni Yunitasari**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

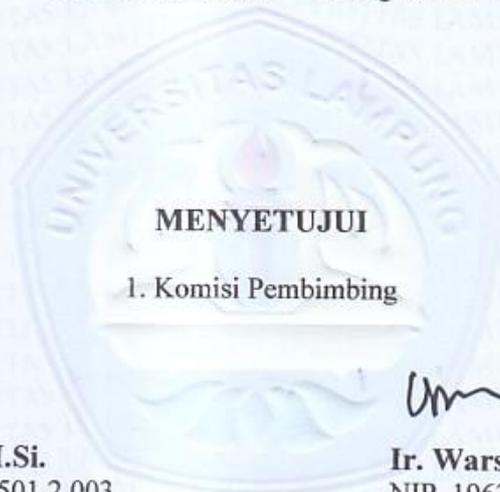
Judul Skripsi : **ANALISIS SPASIAL PENYEBARAN  
PENYAKIT KUSTA DENGAN INDEKS  
MORAN DAN RASIO GEARY'S  
(Studi Kasus : di Provinsi Lampung Tahun 2017)**

Nama Mahasiswa : **Reni Yunitasari**

No. Pokok Mahasiswa : 1517031029

Jurusan : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Widiarti, S.Si., M.Si.**  
NIP 19800502 200501 2 003

**Ir. Warsono, M.S., Ph.D.**  
NIP 19630216 198703 1 003

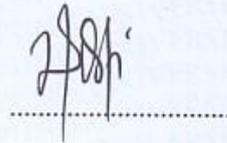
2. Ketua Jurusan Matematika

**Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.**  
NIP 19631108 198902 2 001

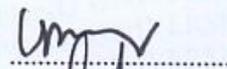
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

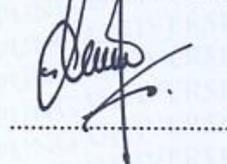
Ketua : **Widiarti, S.Si., M.Si.**



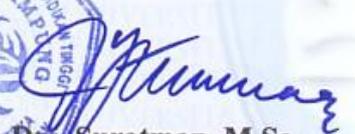
Sekretaris : **Ir. Warsono, M.S., Ph.D.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dian Kurniasari, S.Si., M.Sc.**



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

  
**Drs. Suratman, M.Sc.**  
NIP. 19640604 199003 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **25 Juli 2019**

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reni Yunitasari  
Nomor Pokok Mahasiswa : 1517031029  
Jurusan : Matematika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ANALISIS SPASIAL PENYEBARAN PENYAKIT KUSTA DENGAN INDEKS MORAN DAN RASIO GEARY’S (Studi Kasus : di Provinsi Lampung Tahun 2017)” adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Semua hasil tulisan dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau telah dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 25 Juli 2019

Penulis



**Reni Yunitasari**  
NPM. 1517031029

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Utama Jaya pada tanggal 14 April 1997, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Paidi dan Ibu Umisah.

Penulis memulai pendidikan taman kanak-kanak TK Bina Insani Sumber Agung pada tahun 2003. Pendidikan sekolah dasar di SD N 1 Utama Jaya tahun 2003-2009. Pendidikan sekolah menengah pertama di SMP N 2 Seputih Mataram tahun 2009-2012. Pendidikan sekolah menengah atas di SMA N 1 Seputih Mataram pada tahun 2012-2015.

Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai Mahasiswi Program Studi S1 Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN dan mahasiswi penerima beasiswa BIDIKMISI. Selama menjadi mahasiswi, penulis bergabung di Generasi Muda Matematika (GEMATIKA) periode 2015-2016, pengurus Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) sebagai anggota Biro Dana dan Usaha periode 2016. Sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2018 selama 40 hari di Desa Tanjung Rusia Timur, Kecamatan Pardasuka, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Penulis juga telah menyelesaikan Kerja Praktik (KP) di kantor UPTD Pengelola Pendapatan Wilayah I Bandar Lampung pada tahun 2018.

## KATA INSPIRASI

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji ALLAH adalah benar.”

(Q.S Ar-Rum: 60)

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah: 6)

*Bermimpilah Lebih dari apa yang orang pikir masuk akal*

*(Claude T. Bissell)*

*Nothing is really over until the moment you stop trying*

*(Brian Dyson)*

Takdir Tuhan adalah Anugerah Terindah  
yang sudah direncanakan sebagaimana mestinya.

(Reni Yunitasari)

## **Bismillahirrahmanirrahim**

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wata'ala ku persembahkan karya kecil sangat sederhana ini kepada:

### ***Kedua Orang Tuaku Tercinta & Tersayang***

Almarhum Bapak Paidi Bin Kromorejo  
&  
Almarhumah Mamak Umisah Binti Dulahari

Tidak ada kata yang mampu menjadi ungkapan kebahagiaan selain air mata dan peluk hangat ini. Terima kasih Bapak, Mamak yang telah melahirkanku hingga aku dapat berjuang melawan kerasnya hidup sampai saat ini. Terimakasih untuk pengorbanan yang tak terhingga, pengorbanan yang tak mampu tergantikan dengan hal apapun. Terimakasih atas segalanya, limpahan kasih sayang yang luar biasa. Kalian adalah motivasi terbesar dalam hidupku.

Tanpa kalian aku bukan siapa-siapa.

Semoga kelak anakmu ini menjadi jembatan menuju Surga.

Aamiin

**“Allahumma fighfirlii wa liwaa lidhayya warham  
humaa kamaa rabbayaa nii sokhiroon”**

Artinya: “Ya Allah, ampunilah aku dan kedua orang tuaku, baik ibu dan bapakku, kasihanilah keduanya seperti mereka menyayangi dan merawatku di waktu kecil”

(Q.S Al-Isra': 24)

## SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah Subhanahu wata'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan alam Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi wassalam, penuntun jalan bagi seluruh umat manusia. Skripsi yang berjudul "*Analisis Spasial Penyebaran Penyakit Kusta dengan Indeks Moran dan Rasio Geary's (Studi Kasus: di Provinsi Lampung Tahun 2017)*" adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Universitas Lampung. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing pertama yang memberikan motivasi, bimbingan, pengarahan, dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Warsono, M.S., Ph.D., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan pengarahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dian Kurniasari, S.Si., M.Sc., selaku dosen penguji sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu, memberikan saran selama penyusunan skripsi, dan pengarahan selama masa perkuliahan.
4. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

5. Bapak Drs. Suratman, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Teristimewa untuk kedua orang tua tercinta, Bapak Paidi (Alm) dan Mamak Umisah (Almh), terimakasih atas kasih sayang dan pelajaran hidup yang telah diberikan, serta menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Kakak Andi Susilo dan Adik Ayu Azizah Ramadhani terimakasih atas doa dan dukungan yang diberikan.
8. Bude Wartini dan Nenek tersayang terimakasih atas doa dan dukungan yang luar biasa. Terimakasih karena sudah bersedia berperan sebagai ibu kedua.
9. Sahabat-sahabat terbaik: Shinta, Wulandari, Ratna, Dona, Ayu, Wulan DZ, Elen, Susi, Amirah, Rosita, Meilinda, Purwanti, May, Aulia , Irma Ningsih, Lut, dan Ario Pandu yang menjadi pelipur lara, memberi semangat, dan kebersamaan selama menjalani perjuangan panjang ini.
10. Teman-teman satu bimbingan : Geralda, Anggun, Pipin, Wilda, Dhenty, Kris, Anis, dan Nita atas motivasi yang selalu diberikan satu sama lain.
11. Teman-teman mahasiswa Matematika angkatan 2015 dan keluarga besar Matematika FMIPA Unila.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki ketidak sempurnaan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 25 Juli 2019  
Penulis,

**Reni Yunitasari**  
NPM. 1517031029

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.3 Manfaat Penelitian .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Spasial .....	6
2.2 Analisis Data Spasial.....	7
2.3 Pola Spasial .....	8
2.4 Autokorelasi Spasial.....	9
2.4.1 Indeks Moran .....	10
2.4.2 Rasio Geary's .....	13
2.5 Matriks Pembobot Spasial.....	16
2.6 Matriks <i>Contiguity</i> .....	18
2.7 Moran <i>Scatterplot</i> .....	19
2.8 Kusta ( <i>Mycobacterium Leprae</i> ) .....	21
2.9 Pemetaan (Peta Tematik) .....	22
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.2 Data Penelitian .....	24
3.3 Metode Penelitian.....	25

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Koefisien Autokorelasi Spasial Global .....	28
4.1.1	Koefisien Autokorelasi Spasial Indeks Moran.....	30
4.1.2	Koefisien Autokorelasi Spasial Rasio Geary's .....	31
4.2	Matriks Pembobot Spasial.....	32
4.3	Analisis Data .....	42
4.3.1	Indeks Moran dengan <i>Linear Contiguity</i> .....	42
4.3.2	Indeks Moran dengan <i>Double Linear Contiguity</i> .....	44
4.3.3	Indeks Moran dengan <i>Rook Contiguity</i> .....	46
4.3.4	Indeks Moran dengan <i>Queen Contiguity</i> .....	48
4.3.5	Rasio Geary's dengan <i>Linear Contiguity</i> .....	50
4.3.6	Rasio Geary's dengan <i>Double Linear Contiguity</i> .....	52
4.3.7	Rasio Geary's dengan <i>Rook Contiguity</i> .....	54
4.3.8	Rasio Geary's dengan <i>Queen Contiguity</i> .....	56
4.3.9	Perbandingan Pengujian Autokorelasi Spasial Global.....	58
4.4	Moran <i>Scatterplot</i> .....	59
4.5	Pemetaan Penyakit Kusta di Provinsi Lampung Tahun 2017.....	65
4.5.1	Peta Penyebaran Penyakit Kusta dengan <i>Linear Contiguity</i> .....	66
4.5.2	Peta Penyebaran Penyakit Kusta dengan <i>Double Linear Contiguity</i> .....	68
4.5.3	Peta Penyebaran Penyakit Kusta dengan <i>Rook dan Queen Contiguity</i> .....	70

## V. KESIMPULAN

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jumlah Penderita Penyakit Kusta di Provinsi Lampung Tahun 2017 .....	24
2. Tetangga setiap Kabupaten/Kota dengan <i>Linear Contiguity</i> .....	34
3. Tetangga setiap Kabupaten/Kota dengan <i>Double Linear Contiguity</i> .....	36
4. Tetangga setiap Kabupaten/Kota dengan <i>Rook Contiguity</i> .....	38
5. Tetangga setiap Kabupaten/Kota dengan <i>Queen Contiguity</i> .....	40
6. Perbandingan Pengujian Autokorelasi Spasial Global .....	58
7. Standarisasi Nilai $X_i$ dan $WX_i$ dengan <i>Linear Contiguity</i> .....	59
8. Standarisasi Nilai $X_i$ dan $WX_i$ dengan <i>Double Linear Contiguity</i> .....	60
9. Standarisasi Nilai $X_i$ dan $WX_i$ dengan <i>Rook Contiguity</i> .....	60
10. Standarisasi Nilai $X_i$ dan $WX_i$ dengan <i>Queen Contiguity</i> .....	61
11. Tipe Hubungan Lokal Spasial .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kriteria Ketetanggaan (a) <i>Linear Contiguity</i> (b) <i>Rook Contiguity</i> (c) <i>Bishop Contiguity</i> (d) <i>Double Linear Contiguity</i> (e) <i>Double Rook Contiguity</i> (f) <i>Queen Contiguity</i> .....	19
2. Moran <i>Scatterplot</i> .....	20
3. (a) Moran <i>Scatterplot</i> dengan <i>Linear Contiguity</i> .....	62
(b) Moran <i>Scatterplot</i> dengan <i>Double Linear Contiguity</i> .....	62
(c) Moran <i>Scatterplot</i> dengan <i>Rook Contiguity</i> .....	62
(d) Moran <i>Scatterplot</i> dengan <i>Queen Contiguity</i> .....	62
4. Peta Penyebaran Penyakit Kusta dengan <i>Linear Contiguity</i> .....	66
5. Peta Penyebaran Penyakit Kusta dengan <i>Double Linear Contiguity</i> .....	68
6. Peta Penyebaran Penyakit Kusta dengan <i>Rook</i> dan <i>Queen Contiguity</i> .....	70

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Analisis spasial merupakan analisis yang berhubungan dengan pengaruh lokasi. Pernyataan tersebut didukung oleh Hukum Geografi Pertama yang diungkapkan Tobler. Tobler dalam Anselin (1993) menyatakan, “Segala sesuatu saling berhubungan satu dengan yang lain, tetapi sesuatu yang dekat lebih mempunyai pengaruh dari pada sesuatu yang berjauhan”. Pada data spasial, seringkali pengamatan di suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang berdekatan (*neighboring*).

Autokorelasi spasial merupakan salah satu analisis spasial untuk mengetahui pola hubungan atau korelasi antar lokasi (amatan) terhadap masalah yang menjadi pusat penelitian. Besaran autokorelasi spasial dapat digunakan untuk mengidentifikasi hubungan spasial antar daerah. Untuk mengukur nilai autokorelasi spasial dapat digunakan berbagai metode seperti Indeks Moran, Rasio Geary's, dan Indeks *Local Indicator of Spatial Autocorrelation* (LISA). Indeks Moran dan Rasio Geary's digunakan untuk menghitung autokorelasi spasial secara global sedangkan Indeks LISA untuk menghitung autokorelasi spasial secara lokal.

Indeks Moran adalah metode yang paling banyak digunakan untuk menghitung autokorelasi spasial secara global. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi permulaan dari keacakan spasial. Keacakan spasial ini dapat mengindikasikan adanya pola-pola yang mengelompok atau tren terhadap ruang. Indeks Moran merupakan salah satu indikator tertua dari autokorelasi spasial dan statistik yang membandingkan nilai pengamatan di suatu daerah dengan nilai pengamatan di daerah lainnya yang saling berdekatan. Pengujian autokorelasi spasial secara global lainnya yaitu metode Rasio Geary's. Rasio Geary's adalah perbandingan antara dua nilai daerah yang berdekatan secara langsung. Dua nilai daerah yang berdekatan ( $x_i$  dan  $x_j$ ) dibandingkan dengan yang lainnya secara langsung (Lee and Wong, 2001).

Pengujian autokorelasi spasial baik secara global maupun lokal melibatkan suatu bobot yang disebut matriks pembobot spasial. Matriks pembobot spasial merupakan matriks yang menggambarkan hubungan keterkaitan/ketetanggaan antar lokasi. Tingkat keterkaitan dapat dilakukan dengan melihat wilayah yang berbatasan terhadap wilayah lain. Menurut Lee and Wong (2001), dalam menentukan hubungan ketetanggaan dapat dilakukan dengan beberapa jenis matriks pembobot yaitu tipe *Linear Contiguity*, *Rook Contiguity*, *Bishop Contiguity*, *Double Linear Contiguity*, *Double Rook Contiguity*, dan *Queen Contiguity*.

Pola penyebaran spasial secara global menggunakan Indeks Moran dan Rasio Geary's telah dilakukan oleh Faiz *et al.* (2013) mengenai penyakit Demam Berdarah *Dengue* di kota Semarang dengan menggunakan matriks pembobot tipe

*Rook Contiguity*. Dalam penelitian ini, penulis akan mengidentifikasi autokorelasi spasial secara global yaitu dengan metode Indeks Moran dan Rasio Geary's dengan menggunakan data penyakit Kusta di Provinsi Lampung tahun 2017. Penentuan bobot yang diamati didasarkan pada hubungan ketetanggaan antar lokasi yaitu menggunakan 4 tipe matriks pembobot spasial, antara lain tipe *Linear Contiguity*, *Double Linear Contiguity*, *Rook Contiguity*, dan *Queen Contiguity*.

Matriks *Linear Contiguity* yaitu wilayah tetangga ditentukan berdasarkan tepi-tepi yang saling bersinggungan (berbatasan) dengan wilayah lain yang berada disebelah kiri dan kanan (barat dan timur). Matriks pembobot tipe *Double Linear Contiguity* yaitu wilayah tetangga ditentukan berdasarkan tepi-tepi yang saling bersinggungan (berbatasan) dengan 2 wilayah lain yang berada disebelah kiri dan kanan (barat dan timur). Matriks pembobot tipe *Rook Contiguity* yaitu wilayah tetangga ditentukan berdasarkan sisi-sisi yang saling bersinggungan dengan wilayah lain yang berada disebelah atas, bawah, kanan, dan kiri (utara, selatan, timur, dan barat). Sedangkan matriks tipe *Queen Contiguity* yaitu wilayah tetangga ditentukan berdasarkan persinggungan sisi-sisi perbatasan dan persinggungan sudut-sudut perbatasan wilayah lain.

Penyakit kusta menjadi hal penting yang harus diperhatikan oleh Indonesia karena jumlahnya masih cukup tinggi. Penyakit kusta disebut juga Morbus Hansen merupakan penyakit menular disebabkan oleh *Mycobacterium Leprae*, penyakit ini bersifat menahun dan menyerang kulit, saraf tepi, dan jaringan tubuh lainnya.

Menurut data dari Dinas Kesehatan Provinsi Lampung, di wilayah Provinsi Lampung jumlah penderita kusta mengalami penurunan dari tahun 2015 ke 2016,

yaitu dari 122 menjadi 84 dan di tahun 2017 mengalami peningkatan menjadi 190. Melihat meningkatnya jumlah penderita kusta dari tahun 2016 ke 2017 maka kusta tetap menjadi penyakit yang tingkat endemisitasnya tinggi di wilayah Provinsi Lampung, sehingga diperlukan analisis yang dapat digunakan untuk melihat bagaimana pola penyebaran penyakit kusta secara spasial di Provinsi Lampung.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis spasial dengan menggunakan matriks tipe *Linear Contiguity*, *Double Linear Contiguity*, *Rook Contiguity*, dan *Queen Contiguity* dengan melihat autokorelasi spasial menggunakan metode Indeks Moran dan Rasio Geary's pada penyebaran penyakit kusta di wilayah Provinsi Lampung dengan memperhatikan lokasi (kabupaten/kota) pada tahun 2017.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi autokorelasi spasial secara global dengan statistik pengukuran Indeks Moran dan Rasio Geary's penyakit kusta di Provinsi Lampung tahun 2017 .
2. Melihat pola penyebaran spasial kusta di Provinsi Lampung tahun 2017 dengan menggunakan matriks pembobot tipe *Linear Contiguity*, *Double Linear Contiguity*, *Rook Contiguity*, dan *Queen Contiguity*.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah menambah pengetahuan tentang analisis spasial dengan pola spasial (autokorelasi spasial) pada kasus penyebaran penyakit kusta dengan menggunakan Indeks Moran dan Rasio Geary's.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Statistika Spasial**

Statistika spasial adalah metode statistika yang digunakan untuk menganalisis data spasial. Metode spasial merupakan metode untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dipengaruhi efek ruang atau lokasi. Metode ini telah digunakan dalam berbagai bidang antara lain sosial, ekonomi, alam dan lingkungan, kesehatan, meteorologi, serta klimatologi.

Menurut De Mers dalam Budiyanto (2010), analisis spasial mengarah pada banyak macam operasi dan konsep termasuk dalam perhitungan sederhana, klasifikasi, pemodelan geografis dan lain-lain. Analisis spasial terdiri dari tiga kelompok yaitu visualisasi, eksplorasi, dan pemodelan. Visualisasi adalah menginformasikan hasil analisis spasial. Eksplorasi adalah mengolah data spasial dengan metode statistika. Pemodelan adalah menunjukkan adanya konsep sebab akibat dengan menggunakan metode dari sumber data spasial dan data non spasial untuk memprediksi adanya pola spasial (Preiffer, 2008).

Hukum pertama tentang geografis dikemukakan oleh Tobler. Tobler mengemukakan bahwa, "Semua hal saling berkaitan satu dengan yang lainnya, tetapi sesuatu yang dekat akan lebih berkaitan dari pada hal yang berjauhan".

Hukum inilah yang menjadi pilar mengenai kajian sains regional. Dapat disimpulkan bahwa efek spasial merupakan hal yang wajar terjadi antara satu daerah dengan daerah yang lainnya (Anselin, 1993).

## **2.2 Analisis Data Spasial**

Data spasial adalah data yang memuat informasi lokasi atau geografis dari suatu wilayah. Menurut Banerjee (2004), “Data spasial adalah data yang memuat informasi “lokasi”, jadi tidak hanya “apa” yang diukur tetapi menunjukkan lokasi dimana data itu berada”. Data spasial dapat berupa informasi mengenai lokasi geografis seperti letak garis lintang dan garis bujur dari masing-masing wilayah dan perbatasan antar daerah. Secara sederhana data spasial dinyatakan sebagai data alamat. Dalam bentuk yang lain, data spasial dinyatakan dalam bentuk grid koordinat seperti sajian peta ataupun dalam bentuk pixel seperti dalam bentuk citra satelit (Budiyanto, 2010).

Analisis data spasial tidak dapat dilakukan secara global, artinya setiap lokasi mempunyai karakteristik sendiri. Sebagian besar pendekatan analisisnya merupakan eksplorasi data yang disajikan dalam bentuk peta tematik. Peta tematik juga disebut peta statistik atau peta tujuan khusus, menghasilkan gambaran penggunaan ruangan pada tempat tertentu sesuai dengan tema yang diinginkan. Lokasi pada data spasial harus diukur agar dapat mengetahui efek spasial yang terjadi.

Menurut Kosfeld (2006), informasi lokasi dapat diketahui dari dua sumber yaitu :

1. Hubungan ketetanggaan (*neighborhood*)

Hubungan ketetanggaan mencerminkan lokasi relatif dari satu unit spasial atau lokasi satu ke lokasi yang lainnya dalam ruang tertentu. Hubungan ketetanggaan dari unit-unit spasial biasanya dibentuk berdasarkan peta. Ketetanggaan dari unit-unit spasial ini dapat mencerminkan derajat ketergantungan spasial yang tinggi jika dibandingkan dengan unit spasial yang letaknya terpisah jauh.

2. Jarak (*distance*)

Lokasi yang terletak dalam suatu ruang tertentu dengan adanya garis lintang dan garis bujur menjadi sebuah sumber informasi. Informasi inilah yang digunakan untuk menghitung jarak antar titik yang terdapat dalam ruang.

### **2.3 Pola Spasial**

Menurut Lee and Wong (2001), “Pola spasial adalah sesuatu yang berhubungan dengan penempatan atau susunan benda-benda di permukaan bumi”. Setiap perubahan pola spasial akan mengilustrasikan proses spasial yang ditunjukkan oleh faktor lingkungan atau budaya. Pola spasial menjelaskan tentang bagaimana fenomena geografis terdistribusi dan bagaimana perbandingan dengan fenomena-fenomena lainnya. Dalam hal ini, spasial statistik merupakan alat yang banyak digunakan untuk mendeskripsikan dan menganalisis pola spasial, yaitu bagaimana objek-objek geografis terjadi dan berubah di suatu lokasi. Pola spasial dapat ditunjukkan dengan autokorelasi spasial.

## 2.4 Autokorelasi Spasial

Autokorelasi spasial merupakan korelasi antar variabel dengan dirinya sendiri berdasarkan ruang atau dapat juga diartikan suatu ukuran kemiripan dari objek di dalam suatu ruang (jarak, waktu, dan wilayah) yang saling berhubungan. Jika ukuran kemiripan objek menunjukkan saling ketergantungan terhadap ruang dan terdapat pola sistematis di dalam penyebaran variabel, maka data tersebut terdapat autokorelasi secara spasial. Adanya autokorelasi spasial mengindikasikan bahwa nilai atribut pada daerah tertentu terkait oleh nilai atribut pada daerah lain yang letaknya berdekatan (bertetangga).

Autokorelasi spasial digunakan untuk menganalisis pola spasial dari penyebaran titik-titik dengan membedakan lokasi dan atributnya. Permulaan dari keacakan spasial mengindikasikan pola spasial seperti *clustered* (berkelompok), *dispersed* (menyebar), dan *random* (acak). Autokorelasi berbasis data area ada yang bersifat positif dan negatif. Autokorelasi spasial bersifat positif menunjukkan adanya kemiripan nilai dari lokasi-lokasi yang berdekatan dan cenderung berkelompok. Autokorelasi bersifat negatif menunjukkan bahwa lokasi-lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang berbeda dan cenderung menyebar. Tidak adanya autokorelasi spasial mengindikasikan pola lokasi acak (Lee and Wong, 2001).

Karakteristik dari autokorelasi spasial yang diungkapkan oleh Kosfled (2006), yaitu :

1. Jika terdapat pola sistematis pada distribusi spasial dari variabel yang diamati, maka terdapat autokorelasi spasial.

2. Jika kedekatan atau ketetanggaan antar daerah lebih dekat, maka dapat dikatakan ada autokorelasi spasial positif.
3. Autokorelasi spasial negatif menggambarkan pola ketergantungan yang tidak simetris.
4. Pola acak dari data spasial menunjukkan tidak ada autokorelasi spasial.

Pengukuran autokorelasi spasial untuk data area dapat dihitung menggunakan metode Indeks Moran, Rasio Geary's, dan *Local Indicator of Spatial Autocorrelation* (LISA). Pada penelitian ini akan dibatasi pada metode Indeks Moran dan Rasio Geary's.

#### 2.4.1 Indeks Moran

Indeks Moran merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk menghitung autokorelasi spasial secara global. Statistik Indeks Moran adalah ukuran dari korelasi (hubungan) antar pengamatan suatu daerah yang saling berdekatan. Statistik ini membandingkan nilai pengamatan di daerah lainnya. Menurut Lee and Wong (2001), perhitungan autokorelasi spasial menggunakan Indeks Moran dapat diukur dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 (\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)} \quad (2.1)$$

dengan  $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$  dan  $w_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$

dimana :

$I$  = Indeks Moran

- $n$  = Banyaknya lokasi kejadian  
 $x_i$  = Nilai pengamatan pada lokasi ke- $i$   
 $x_j$  = Nilai pengamatan pada lokasi ke- $j$   
 $\bar{x}$  = Nilai rata-rata dari  $n$  lokasi  
 $w_{ij}$  = Nilai matriks pembobot spasial pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$   
 $d_{ij}$  = Jarak antara lokasi ke- $i$  dan lokasi ke- $j$

Nilai yang dihasilkan dalam perhitungan Indeks Moran sama dengan koefisien korelasi berkisar antara -1 dan 1. Ketika nilai Indeks Moran mendekati +1 maupun -1, maka autokorelasinya tinggi. Nilai  $-1 \leq I < 0$  menunjukkan adanya pola autokorelasi spasial negatif yang berarti lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang berbeda dan menyebar. Nilai  $0 < I \leq 1$  menunjukkan adanya pola autokorelasi spasial positif yang berarti lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang mirip dan cenderung berkelompok. Sedangkan jika didapatkan nilai Indeks Moran bernilai 0 (nol), maka mengindikasikan pola tidak berkelompok atau tidak terdapat autokorelasi.

Untuk menyimpulkan adanya autokorelasi perlu dibandingkan nilai statistik  $I$  dengan nilai harapannya ( $I_0$ ). Jika nilai  $I \neq I_0$  berarti terjadi autokorelasi positif saat  $I$  bernilai positif menunjukkan pola mengelompok. Sebaliknya terdapat autokorelasi negatif saat  $I$  bernilai negatif yang menunjukkan bahwa pola cenderung menyebar. Jika  $I = I_0$  maka tidak terdapat autokorelasi atau memiliki pola menyebar tidak merata.

Untuk mengidentifikasi adanya autokorelasi spasial atau tidak, perlu dilakukan uji signifikansi Indeks Moran. Uji Hipotesis untuk Indeks Moran adalah sebagai berikut :

i. Hipotesis

$H_0 : I = 0$  (tidak terdapat autokorelasi spasial)

$H_1 : I \neq 0$  (terdapat autokorelasi spasial)

ii. Tingkat signifikansi ( $\alpha$ )

iii. Statistik uji

Menurut Lee and Wong (2001), statistik uji dari Indeks Moran ( $I$ ) diturunkan dalam bentuk statistik peubah acak normal baku. Hal ini didasarkan pada teori Dalil Limit Pusat dimana untuk  $n$  yang besar dan ragam diketahui maka  $Z(I)$  akan menyebar normal baku sebagai berikut :

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{Var}(I)}} \quad (2.2)$$

dengan  $E(I)$  adalah nilai ekspektasi atau nilai harapan dari Indeks Moran :

$$E(I) = I_0 = -\frac{1}{n-1} \quad (2.3)$$

dan  $\text{Var}(I)$  adalah nilai varians (ragam) untuk pendekatan normal :

$$\text{Var}(I) = E[I^2] - [E(I)]^2 \quad (2.4)$$

$$E[I^2] = \frac{A - B}{C}$$

dimana :  $A = n[(n^2 - 3n + 3)S_1 - nS_2 + 3S_0^2]$

$$B = D[(n^2 - n)S_1 - 2nS_2 + 6S_0^2]$$

$$C = (n - 1)(n - 2)(n - 3)S_0^2$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(\sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}^2)^2}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 \text{Var}(I) &= E[I^2] - [E(I)]^2 \\
 &= \frac{A - B}{C} - \left[ -\frac{1}{n-1} \right]^2 \\
 &= \frac{n[(n^2 - 3n + 3)S_1 - nS_2 + 3S_0^2] - D[(n^2 - n)S_1 - 2nS_2 + 6S_0^2]}{(n-1)(n-2)(n-3)S_0^2} \\
 &\quad - [E(I)]^2 \\
 &= \frac{n^2S_1 - nS_2 + 3S_0^2}{(n^2 - 1)S_0^2} - [E(I)]^2
 \end{aligned}$$

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

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

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

iv. Kriteria Uji

Keputusan tolak  $H_0$  jika  $|Z(I)| > Z_{(\alpha/2)}$

v. Kesimpulan

#### 2.4.2 Rasio Geary's

Menurut Lee and Wong (2001), metode lain untuk mengukur autokorelasi spasial global adalah Rasio Geary's. Metode ini membandingkan antara dua nilai dua daerah secara langsung. Dua nilai daerah yang berdekatan ( $x_i$  dan  $x_j$ ) dibandingkan dengan yang lainnya secara langsung. Perhitungan autokorelasi spasial menggunakan Rasio Geary's dapat diukur dengan persamaan sebagai berikut :

$$G = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - x_j)^2}{2S_0 (\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)} \quad (2.5)$$

dimana :

$G$  = Rasio Geary's

$n$  = Banyaknya lokasi kejadian

$x_i$  = Nilai pengamatan pada lokasi ke- $i$

$x_j$  = Nilai pengamatan pada lokasi ke- $j$

$\bar{x}$  = Nilai rata-rata dari  $n$  lokasi

$w_{ij}$  = Nilai matriks pembobot spasial pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$

Nilai yang dihasilkan dalam perhitungan Rasio Geary's berkisar antara 0 sampai 2. Nilai Rasio Geary's  $0 < G < 1$ , mengindikasikan autokorelasi spasial positif yang menunjukkan pola berkelompok. Nilai Rasio Geary's  $1 < G < 2$ , maka mengindikasikan autokorelasi spasial negatif yang berarti pola menyebar. Jika nilai Rasio Geary's 1, maka mengindikasikan tidak adanya autokorelasi spasial.

Untuk mengidentifikasi adanya autokorelasi spasial atau tidak, dilakukan uji signifikansi Rasio Geary's. Uji Hipotesis untuk Rasio Geary's adalah sebagai berikut :

i. Hipotesis

$H_0$  :  $G = 1$  (tidak terdapat autokorelasi spasial)

$H_1$  :  $G \neq 1$  (terdapat autokorelasi spasial)

ii. Tingkat signifikansi ( $\alpha$ )

## iii. Statistik uji

Menurut Lee and Wong (2001), statistik uji dari Rasio Geary's ( $G$ ) diturunkan dalam bentuk statistik peubah acak normal baku. Hal ini didasarkan pada teori Dalil Limit Pusat dimana  $n$  yang besar dan ragam diketahui maka  $Z(G)$  akan menyebar normal baku.

$$Z(G) = \frac{G-1}{\sqrt{Var(G)}} \quad (2.6)$$

dengan  $E(G)$  adalah nilai ekspektasi atau nilai harapan dari Rasio Geary's. Nilai harapan dari Rasio Geary's tidak dipengaruhi oleh  $n$  ukuran contoh, tetapi nilai harapannya selalu 1.

$$E(G) = 1 \quad (2.7)$$

Sehingga pendugaan ragam untuk Rasio Geary's dengan asumsi normal adalah :

$$Var(G) = \frac{(2S_1+S_2)(n-1)-4S_0^2}{2(n+1)S_0^2} \quad (2.8)$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(\sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}^2)^2}$$

$$\begin{aligned} Var(G) &= \frac{(n-1)S_1[n^2 - 3n + 3 - (n-1)D]}{n(n-2)(n-3)S_0^2} \\ &\quad - \frac{(n-1)S_2[n^2 + 3n - 6 - (n^2 - n + 2)D]}{4n(n-2)(n-3)S_0^2} \\ &\quad + \frac{n^2 - 3 - (n-1)^2 D}{n(n-2)(n-3)} \\ &= \frac{(2S_1 + S_2)(n-1) - 4S_0^2}{2(n+1)S_0^2} \end{aligned}$$

dengan :

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

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

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

iv. Kriteria Uji

Keputusan tolak  $H_0$  jika  $|Z(G)| > Z_{(\alpha/2)}$

v. Kesimpulan

## 2.5 Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial merupakan matriks yang menggambarkan kedekatan hubungan antar suatu wilayah dengan wilayah lainnya dan diperoleh berdasarkan informasi jarak atau ketetanggaan. Salah satu hal yang sangat penting dalam analisis spasial adalah adanya pembobot atau sering disebut sebagai matriks pembobot spasial. Matriks pembobot spasial dinotasikan dengan  $\mathbf{W}$  dan  $w_{ij}$  merupakan nilai dalam matriks pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$  serta menggambarkan pengaruh alami yang diberikan daerah ke- $j$  untuk daerah ke- $i$  sehingga matriks pembobot spasial dapat dikatakan sebagai matriks yang menggambarkan kekuatan interaksi antar lokasi. Jika data didapatkan di sejumlah lokasi ( $n$ ), maka matriks pembobot spasial akan berukuran  $n \times n$ . Setiap unit wilayah digambarkan sebagai baris dan kolom. Setiap nilai dalam matriks menjelaskan hubungan spasial antara daerah pengamatan dengan daerah tetangganya (*neighborhood*).

Bentuk umum matriks spasial ( $\mathbf{W}$ ) adalah:

$$\mathbf{W} = \begin{pmatrix} \mathbf{w}_{11} & \dots & \mathbf{w}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{w}_{n1} & \dots & \mathbf{w}_{nn} \end{pmatrix}$$

Selanjutnya, isi dari matriks pembobot spasial baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$  yakni  $w_{ij}$  sebagai berikut :

$$w_{ij} = \frac{1}{d_{ij}} \quad (2.9)$$

dengan :

$w_{ij}$  = Nilai matriks pembobot spasial pada baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$

1 = Total nilai matrik *contiguity* baris ke- $i$

$d_{ij}$  = Nilai matrik *contiguity* pada baris ke- $i$  dan baris ke- $j$

Menurut Lee and Wong (2001), matriks pembobot spasial dapat diklarifikasikan melalui beberapa cara sebagai berikut :

1. Bobot untuk dua lokasi yang berbeda konstan.
2. Semua hal yang diteliti dan mempunyai jarak mempunyai bobot tersendiri.
3. Tetangga terdekat mempunyai bobot satu dan yang lainnya nol.

Kriteria ketetanggaan merupakan dasar utama dalam pembentukan matriks pembobot spasial. Matriks pembobot spasial didefinisikan sebagai matriks konektifitas antar wilayah yang menunjukkan proses spasial (autokorelasi spasial), struktur spasial atau interaksi spasial. Menurut Kosfeld (2006), matriks pembobot  $\mathbf{W}$  dapat diperoleh dari dua cara yaitu matriks pembobot terstandarisasi ( $\mathbf{W}$ ) dan matriks pembobot tak terstandarisasi ( $\mathbf{W}^*$ ). Matriks pembobot terstandarisasi merupakan matriks pembobot yang diperoleh dengan cara memberikan bobot yang sama rata terhadap tetangga lokasi terdekat dan yang lainnya nol, sedangkan matriks pembobot tak terstandarisasi merupakan matriks yang diperoleh dengan

cara memberikan bobot satu bagi tetangga terdekat dan yang lainnya nol. Dalam penelitian ini digunakan kriteria ketetanggaan 4 tipe matriks *contiguity* yaitu *Linear Contiguity*, *Double Linear Contiguity*, *Rook Contiguity*, dan *Queen Contiguity*.

## 2.6 Matriks *Contiguity*

Matriks *contiguity* adalah matriks yang menggambarkan hubungan antar lokasi. Unsur-unsur matriks *contiguity* bernilai 1 jika lokasi pengamatan berbatasan langsung dengan lokasi tetangganya dan bernilai 0 jika lokasi pengamatan tidak berbatasan langsung dengan lokasi tetangganya. Jenis-jenis matriks yang digunakan untuk matriks pembobot spasial yaitu sebagai berikut:

1. *Linear Contiguity* (persinggungan tepi)

Wilayah tetangga ditentukan berdasarkan tepi-tepi yang saling bersinggungan dengan wilayah lain yang berada disebelah kiri dan kanan (barat dan timur).

2. *Rook Contiguity* (persinggungan sisi)

Wilayah tetangga ditentukan berdasarkan sisi-sisi yang saling bersinggungan dengan wilayah lain yang berada disebelah atas, bawah, kanan, dan kiri (utara, selatan, timur, dan barat).

3. *Bishop Contiguity* (persinggungan sudut)

Wilayah tetangga ditentukan berdasarkan sudut-sudut yang saling bersinggungan dengan wilayah lain dan sisi tidak diperhitungkan.

4. *Double Linear Contiguity* (persinggungan dua tepi)

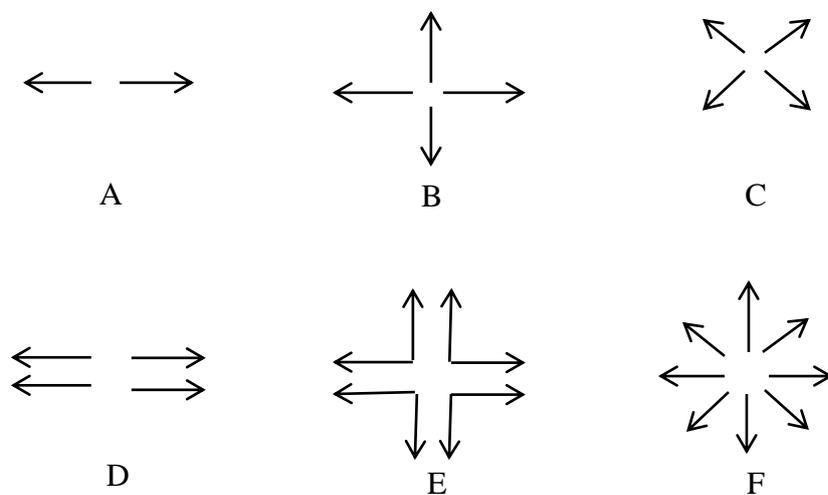
Wilayah tetangga ditentukan berdasarkan persinggungan tepi-tepi dengan 2 wilayah lain yang berada disebelah kanan dan kiri.

5. *Double Rook Contiguity* (persinggungan dua sisi)

Wilayah tetangga ditentukan berdasarkan persinggungan sisi-sisi dengan 2 wilayah lain yang berada disebelah kanan, kiri, atas dan bawah.

6. *Queen Contiguity* (persinggungan sisi dan sudut)

Wilayah tetangga ditentukan berdasarkan persinggungan sisi-sisi perbatasan dan persinggungan sudut-sudut perbatasan wilayah lain.



Gambar 1. Kriteria Ketetangaan (a) *Linear Contiguity* (b) *Rook Contiguity* (c) *Bishop Contiguity* (d) *Double Linear Contiguity* (e) *Double Rook Contiguity* (f) *Queen Contiguity*

## 2.7 Moran Scatterplot

Lee and Wong (2001), menyebutkan bahwa Moran *Scatterplot* adalah salah satu cara untuk menginterpretasikan statistik Indeks Moran. Moran *Scatterplot*, yaitu alat untuk melihat hubungan antara  $Z_{std}$  (nilai pengamatan yang sudah terstandarisasi) dengan  $WZ_{std}$  (nilai rata-rata daerah tetangga yang sudah terstandarisasi yang dihitung dari matriks pembobot spasial). Diagram yang dapat menggambarkan keterhubungan antara nilai pengamatan dan nilai rata-rata lokal

yang sudah distandarisasi. Jika digabungkan dengan garis regresi maka hal ini dapat digunakan untuk mengetahui derajat kecocokan dan mengidentifikasi adanya outlier.

Menurut Anselin (1993), Moran *Scatterplot* dapat digunakan untuk mengidentifikasi keseimbangan atau pengaruh spasial. Moran *Scatterplot* disajikan dalam nilai *z-score* lokasi pada sumbu (x) dan nilai *z-score* rata-rata tetangganya pada sumbu (y). Standarisasi ini mengacu pada simpangan baku *z-score* berdistribusi normal dan memiliki persamaan sebagai berikut :

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \quad (2.10)$$

dengan :

$x_i$  = Nilai pengamatan pada lokasi ke- $i$

$\bar{x}$  = Nilai rata-rata pada semua lokasi

$s_x$  = Simpangan baku peubah  $x$ .

Moran *scatterplot* terbagi atas empat kuadran seperti pada Gambar 2.

Kuadran II atau LH ( <i>Low-High</i> )	Kuadran I atau HH ( <i>High-High</i> )
Kuadran III atau LL ( <i>Low-Low</i> )	Kuadran IV atau HL ( <i>High-Low</i> )

Gambar 2. Moran *Scatterplot*

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

1. Kuadran I atau HH (*High-High*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi.

2. Kuadran II atau LH (*Low-High*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi.
3. Kuadran III atau LL (*Low-Low*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah.
4. Kuadran IV atau HL (*High-Low*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah.

Moran *Scatterplot* yang banyak menempatkan pengamatan di kuadran HH dan kuadran LL akan cenderung mempunyai nilai autokorelasi spasial yang positif (*cluster*). Sedangkan Moran *Scatterplot* yang banyak menempatkan pengamatan di kuadran HL dan LH akan cenderung mempunyai nilai autokorelasi spasial yang negatif. Untuk memperjelas hasil analisis, maka posisi masing-masing pengamatan pada Moran *Scatterplot* dapat dipetakan pada masing-masing letak geografis daerah suatu peta tematik.

## **2.8 Kusta (*Mycobacterium Leprae*)**

Menurut Schgal dalam (Kamal, 2015), kusta 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.

Kusta adalah penyakit menular yang menyerang saraf tepi, kulit, dan jaringan tubuh lainnya yang dalam jangka panjang dapat mengakibatkan sebagian anggota tubuh tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Cara penularan penyakit kusta yaitu dengan kontak langsung yang erat dan lama dengan penderita kusta. Kusta terdiri dari dua tipe yaitu kusta tipe *Pausi Bacillary* (PB) dan kusta tipe *Multi Bacillary* (MB). PB atau disebut juga kusta kering adalah tipe kusta yang tidak menular dengan tanda-tandanya antara lain bercak berwarna putih seperti panu dan bila disentuh masih terasa. Sedangkan MB atau disebut juga kusta basah adalah tipe kusta yang mudah menular ditandai dengan adanya bercak putih atau kemerahan yang menyebar merata di seluruh badan yang tidak terasa apabila disentuh.

Kelompok yang beresiko tinggi terkena kusta adalah kelompok yang tinggal di daerah endemik dengan kondisi tempat tidur yang tidak memadai, air yang tidak bersih, asupan gizi yang buruk, dan adanya penyertaan penyakit lain yang dapat menekan sistem imun. Daerah endemik merupakan suatu wilayah tertentu dimana suatu penyakit berasal, menyebar, dan sering atau terus-menerus ada dalam wilayah tersebut. Insiden kusta dipengaruhi oleh faktor sosial, ekonomi, lingkungan, demografi, dan faktor perilaku.

## **2.9 Pemetaan (Peta Tematik)**

Peta tematik adalah gambaran dari sebagian atau seluruh muka bumi baik yang terletak diatas maupun dibawah permukaan dan disajikan pada bidang datar pada skala dan proyeksi tertentu secara matematis. Selain itu peta tematik merupakan peta yang memberikan informasi tertentu, baik data kualitatif maupun data

kuantitatif. Peta tematik sangat erat kaitanya dengan SIG (Sistem Informasi Geografi). Pada umumnya output dari proyek SIG adalah berupa peta tematik, baik yang berbentuk digital maupun masih berbentuk peta kertas (GIS Konsorsium Aceh Nias, 2007).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Waktu penelitian ini dilakukan pada semester genap Tahun Ajaran 2018/2019.

#### 3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Lampung yaitu data jumlah penderita kusta pada kabupaten/kota Provinsi Lampung pada tahun 2017 (BPS , 2018 a).

Tabel 1. Jumlah Penderita Penyakit Kusta di Provinsi Lampung Tahun 2017

No.	Kabupaten/Kota	$X_i$	No.	Kabupaten/Kota	$X_i$
1	Lampung Barat	4	9	Pesawaran	7
2	Tanggamus	10	10	Pringsewu	2
3	Lampung Selatan	19	11	Mesuji	25
4	Lampung Timur	16	12	Tulang Bawang Barat	13
5	Lampung Tengah	44	13	Pesisir Barat	1
6	Lampung Utara	7	14	Bandar Lampung	10
7	Way Kanan	10	15	Metro	3
8	Tulang Bawang	19	<b>Jumlah</b>		<b>190</b>

### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk melihat pola penyebaran (autokorelasi spasial) pada kasus penyakit kusta adalah dengan menggunakan metode Indeks Moran dan Rasio Geary's. Pengujian tersebut diolah dengan bantuan *software* Microsoft Excel, R, Geoda, dan ArcGis 10.3. Dalam analisis spasial, untuk menentukan adanya autokorelasi spasial komponen utama yang diperlukan adalah peta lokasi. Peta digunakan untuk menentukan hubungan kedekatan antar kabupaten atau kota di Provinsi Lampung. Dengan demikian akan lebih mudah untuk memberi pembobot pada masing-masing lokasi (kabupaten atau kota). Jenis file yang digunakan dalam pengolahan data tersebut adalah peta dalam format SHP (*Shape File*).

Langkah–langkah analisis data adalah sebagai berikut :

1. Menentukan matriks pembobot spasial

Matriks yang digunakan adalah matriks pembobot tipe *Linear Contiguity* (Persinggungan tepi kiri dan kanan), *Double Linear Contiguity* (Persinggungan 2 tepi wilayah kiri dan kanan), *Rook Contiguity* (Persinggungan sisi kiri, kanan, atas, dan bawah), dan *Queen Contiguity* (Persinggungan sisi dan sudut). Provinsi Lampung terdapat 15 kabupaten atau kota, maka matriks *contiguity*nya berukuran 15x15.

2. Menghitung statistik Indeks Moran dan Rasio Geary's

Untuk memperoleh hasil pemeriksaan autokorelasi spasial dengan menggunakan 2 metode. Adapun 2 metode tersebut adalah sebagai berikut :

- Nilai statistik Indeks Moran

a. Perhitungan Indeks Moran dengan rumus :

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

b. Hipotesis yang digunakan adalah

$H_0 : I = 0$  (tidak terdapat autokorelasi spasial)

$H_1 : I \neq 0$  (terdapat autokorelasi spasial)

c. Menghitung nilai statistik uji

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

d. Menarik kesimpulan berdasarkan kriteria uji, yaitu pengambilan

keputusan tolak  $H_0$  jika  $|Z(I)| > Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$

- Nilai statistik Rasio Geary's

a. Perhitungan Rasio Geary's dengan rumus :

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

b. Hipotesis yang digunakan adalah

$H_0 : G = 1$  (tidak terdapat autokorelasi spasial)

$H_1 : G \neq 1$  (terdapat autokorelasi spasial)

c. Menghitung nilai statistik uji

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

d. Menarik kesimpulan berdasarkan kriteria uji, yaitu pengambilan

keputusan tolak  $H_0$  jika  $|Z(G)| > Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$

3. Mengidentifikasi hasil pengujian autokorelasi spasial secara global.

Dilihat apakah terdapat autokorelasi spasial yang terjadi positif atau negatif dalam kusta yang terjadi di Lampung.

4. Membuat Moran *Scatterplot*

5. Membuat peta tematik hasil Moran *Scatterplot*

Pemetaan digunakan untuk menunjukkan daerah yang mempunyai resiko tinggi atau tergolong rawan dalam penyebaran penyakit kusta yang terjadi di Lampung.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan perhitungan autokorelasi spasial secara global pada penyebaran penyakit kusta yang terjadi di Provinsi Lampung tahun 2017 dengan metode Indeks Moran dan Rasio Geary's menggunakan 4 tipe matriks pembobot. Hasil penelitian menggunakan metode Indeks Moran menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial dan pola menyebar. Metode Rasio Geary's dengan *Double Linear Contiguity* menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial dan pola menyebar, dengan *Linear Contiguity* menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial dan pola mengelompok, serta dengan *Rook Contiguity* dan *Queen Contiguity* menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial dan pola menyebar.
2. Dari pemetaan diketahui penyebaran penyakit kusta tertinggi atau rawan di Provinsi Lampung dengan 4 tipe matriks pembobot yaitu Kabupaten Lampung Selatan, Kabupaten Lampung Timur, Kabupaten Tulang Bawang, dan Kabupaten Tulang Bawang Barat. Apabila kasus kusta ini tidak segera ditangani, maka dapat dimungkinkan mengakibatkan penularan wabah penyakit kusta ke tetangga sekitarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. 1993. *Exploratory Spatial Data Analysis and Geographic Information Systems*. National Center for Geographic Information and Analysis of California Santa Barbara, CA93106.
- Badan Pusat Statistik. 2018 a. *Provinsi Lampung dalam Angka Tahun 2018*. BPS Provinsi Lampung, Lampung.
- Badan Pusat Statistik. 2018 b. *Kabupaten Lampung Barat dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Lampung Barat, Lampung Barat.
- Badan Pusat Statistik. 2018 c. *Kabupaten Tanggamus dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Tanggamus, Tanggamus.
- Badan Pusat Statistik. 2018 d. *Kabupaten Lampung Selatan dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Lampung Selatan, Lampung Selatan.
- Badan Pusat Statistik. 2018 e. *Kabupaten Lampung Timur dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Lampung Timur, Lampung Timur.
- Badan Pusat Statistik. 2018 f. *Kabupaten Lampung Tengah dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Lampung Tengah, Lampung Tengah.
- Badan Pusat Statistik. 2018 g. *Kabupaten Lampung Utara dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Lampung Utara, Lampung Utara.
- Badan Pusat Statistik. 2018 h. *Kabupaten Way Kanan dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Way Kanan, Way Kanan.

- Badan Pusat Statistik. 2018 i. *Kabupaten Tulang Bawang dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Tulang Bawang, Tulang Bawang.
- Badan Pusat Statistik. 2018 j. *Kabupaten Pesawaran dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Pesawaran, Pesawaran.
- Badan Pusat Statistik. 2018 k. *Kabupaten Pringsewu dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Pringsewu, Pringsewu.
- Badan Pusat Statistik. 2018 l. *Kabupaten Mesuji dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Mesuji, Mesuji.
- Badan Pusat Statistik. 2018 m. *Kabupaten Tulang Bawang Barat dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Tulang Bawang Barat, Tulang Bawang Barat.
- Badan Pusat Statistik. 2018 n. *Kabupaten Pesisir Barat dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kabupaten Pesisir Barat, Pesisir Barat.
- Badan Pusat Statistik. 2018 o. *Kota Bandar Lampung dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kota Bandar Lampung, Bandar Lampung.
- Badan Pusat Statistik. 2018 p. *Kota Metro dalam Angka Tahun 2018*. BPS Kota Metro, Metro.
- Banerjee, S. 2004. *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton.
- Budiyanto, E. 2010. *Sistem Informasi Geografis dengan ArcView GIS*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Faiz, Nuril. *et al.* 2013. Analisis Spasial Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue dengan Indeks Moran dan Gearys C (Studi Kasus di Kota Semarang Tahun 2011). *Jurnal Gaussian*. Vol 2(1): 69-78.
- GIS Konsorsium Aceh Nias. 2007. *Modul Pelatihan ArcGis Tingkat Dasar*. Pemerintah Kota Banda Aceh, Banda Aceh.

Gittleman, J. L. and M. Kot. 1990. Adaptation : Statistics and A null model for Estimating Phylogenetic Effects. *Systematic Zoology*. 39, 227-241.

Kamal, M. 2015. Pengaruh Pelayanan Kesehatan terhadap Kejadian Kusta Tingkat II di Kabupaten Sampang. Tesis. Universitas Airlangga, Surabaya.

Kosfeld, R. 2006. Spatial Econometric. URL: <http://www.scribd.com>.

Lee, J. and Wong, S.W.D. 2001. *Statistical Analysis with Arcview GIS*. New York: John Willey & Sons. Inc, Unitec State of America.

Pfeiffer, Dirk *et al.* 2008. *Spatial Analysis in Epidemiologi*. Oxford University Press, New York.

Zhukov, Y. 2010. *Spatial Autocorrelation. Amerika: IQSS*, Harvard University.