

**ANALISIS SPASIAL
PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH *DENGUE* DENGAN
INDEKS MORAN DAN GEARY'S C
(STUDI KASUS DI KOTA SEMARANG TAHUN 2011)**

Nuril Faiz¹, Rita Rahmawati², Diah Safitri³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

ABSTRAK

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) adalah penyakit menular yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* melalui virus yang dimilikinya yaitu virus *dengue* dari penderita kepada orang lain melalui gigitannya. Tingkat ketergantungan penyakit DBD di suatu daerah diperkirakan dipengaruhi oleh penyakit DBD di daerah lain yang berdekatan. Pernyataan tersebut didukung oleh Hukum Geografi Pertama yang diungkapkan Tobler yang menyatakan "Semua hal berhubungan dengan hal lainnya, tetapi hal yang dekat lebih berhubungan dibandingkan dengan hal yang berjauhan". Oleh karena itu, jika suatu wilayah menjadi endemi penyakit DBD, maka diduga wilayah tersebut akan membuat wilayah yang berbatasan langsung dengannya menjadi endemi penyakit DBD yang baru. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya autokorelasi spasial dalam penyebaran penyakit DBD di wilayah Kota Semarang. Dibatasi pada metode Indeks Moran dan Geary's c serta pemetaan penyebaran penyakit DBD di wilayah Kota Semarang dengan memperhatikan lokasi (kecamatan) pada tahun 2011. Dari kedua metode yang digunakan menunjukkan adanya pola penyebaran penyakit DBD secara spasial di Kota Semarang dan menunjukkan autokorelasi spasial positif, yang mengindikasikan lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang mirip, dan cenderung berkelompok.

Kata Kunci: Demam Berdarah *Dengue* (DBD), spasial, Indeks Moran, Geary's c.

ABSTRACT

Dengue Haemorrhagic Fever (DHF) is an infectious disease transmitted by the mosquito *Aedes aegypti* through its the virus dengue virus from patient to another via the bite. Rate dependence dengue in an area estimated to be affected by dengue fever in other neighboring areas. The statement was supported by the First Law of Geography expressed Tobler that all things related to everything else, but near things are more related than distant things. Therefore, if a dengue endemic area, the suspected region make the area immediately adjacent to endemic dengue with a new one. The purpose of this study was to determine whether there is spatial autocorrelation in the spread of dengue fever in the city of Semarang. Limited to methods index and Geary's C Moran and mapping the spread of dengue fever in the city of Semarang with respect to the location (district) in 2011. Of the two methods used showed a pattern of spread of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) are spatially in Semarang and show positive spatial autocorrelation, indicating a nearby location to have similar values, and tend to cluster.

Keyword: Dengue Hemorrhagic Fever (DHF), Spatial, Moran Index, Geary's c.

1. PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) adalah penyakit menular yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* melalui virus yang dimilikinya yaitu virus *dengue* dari penderita kepada orang lain melalui gigitannya. Virus ini berkembang biak di dalam kelenjar liur di pangkal belalai nyamuk dan berkembang subur di dalam darah manusia (Yatim, 2007).

Tingkat ketergantungan penyakit DBD di suatu daerah diperkirakan dipengaruhi oleh penyakit DBD di daerah lain yang berdekatan. Yatim (2007) menyatakan DBD menyebar secara ruang dan waktu melalui gigitan nyamuk dari penderita ke orang lain dari suatu tempat ke tempat lain di mana penderita lain tersebut berada. Pernyataan mengenai penyebaran penyakit DBD yang diperkirakan dipengaruhi oleh penyakit DBD di daerah lain yang berdekatan didukung oleh Hukum Geografi Pertama yang diungkapkan Tobler. Tobler dalam Anselin (1993) mengatakan, “Semua hal berhubungan dengan hal lainnya, tetapi hal yang dekat lebih berhubungan dibandingkan dengan hal yang berjauhan”. Oleh karena itu, jika suatu wilayah menjadi endemi penyakit DBD, maka diduga wilayah tersebut akan membuat wilayah yang berbatasan langsung dengannya menjadi endemi penyakit DBD yang baru.

Menurut data dari Dinas Kesehatan Kota Semarang, di wilayah Kota Semarang jumlah penderita DBD mengalami kenaikan dari tahun 2009 ke 2010, yaitu dari 3.883 penderita menjadi 5.556 dan di tahun 2011 mengalami penurunan menjadi 1.317 dengan 10 penderita meninggal. Meskipun mengalami penurunan di tahun 2011, jumlah penderita yang meninggal pada tahun 2012 sampai minggu ke-37 sebanyak 17 orang (Dinas Kesehatan Kota Semarang, 2012). Melihat meningkatnya jumlah penderita DBD yang meninggal dari tahun 2011 ke 2012 maka DBD tetap menjadi penyakit yang tingkat endemisitasnya tinggi di wilayah Kota Semarang, sehingga diperlukan suatu analisis yang dapat digunakan untuk melihat bagaimana pola penyebaran penyakit DBD secara spasial di wilayah Kota Semarang.

Pada penelitian ini dibatasi pada metode Indeks Moran dan Geary's c dan pemetaan penyebaran penyakit DBD di wilayah Kota Semarang dengan memperhatikan lokasi (kecamatan) pada tahun 2011.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Data Spasial

Statistika spasial adalah metode statistika yang digunakan untuk menganalisis data spasial. Metode ini telah digunakan dalam berbagai bidang antara lain sosial, ekonomi, alam dan lingkungan, kesehatan, meteorologi, serta klimatologi. Sedangkan data spasial adalah data yang memuat informasi “lokasi”, jadi tidak hanya “apa” yang diukur tetapi menunjukkan lokasi dimana data itu berada (Banerjee, 2004). Menurut Rajabidfard dan Williamson dalam Suryantoro (2009), data spasial adalah salah satu item dari informasi di mana di dalamnya terdapat informasi mengenai bumi, termasuk permukaan bumi, di bawah permukaan bumi, perairan, kelautan dan bawah atmosfer.

2.2 Analisis Data Spasial

Data spasial adalah data yang berkaitan dengan lokasi berdasarkan geografi yang terdiri dari lintang-bujur dan wilayah. 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. Peta-peta tematik menekankan pada variasi penggunaan ruangan dari distribusi geografis. Distribusi geografis bisa berupa fenomena fisik seperti iklim, kepadatan penduduk atau permasalahan kesehatan (Pfeiffer dkk, 2008).

2.3 Autokorelasi Spasial

Autokorelasi Spasial adalah suatu korelasi antara variabel dengan dirinya sendiri atau dapat juga diartikan ukuran kemiripan dari objek dalam suatu ruang. Permulaan dari keacakan spasial mengindikasikan pola spasial seperti *clustered* (berkelompok), *dispersed* (menyebar), atau *random* (acak). Autokorelasi spasial positif mengindikasikan lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang mirip dan cenderung berkelompok. Autokorelasi spasial negatif mengindikasikan lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang berbeda dan cenderung menyebar. Dan tidak ada autokorelasi spasial mengindikasikan pola lokasi acak (Lee dan Wong, 2001).

Pengukuran Autokorelasi Spasial untuk data spasial area dapat dihitung menggunakan metode Moran's I (Indeks Moran), Geary's c, dan Tango's excess (Pfeiffer dkk, 2008). Akan tetapi pada penelitian ini akan dibatasi pada metode Indeks Moran dan Geary's c.

2.3.1 Indeks Moran

Indeks Moran paling sering digunakan untuk mengukur autokorelasi spasial global dan mengkuantifikasi kesamaan dari variabel hasil antar wilayah (area) yang didefinisikan sebagai spasial terkait. Hal tersebut dapat diterapkan untuk mendeteksi permulaan dari keacakan spasial. Permulaan dari keacakan spasial mengindikasikan pola spasial seperti berkelompok atau membentuk tren terhadap ruang (Pfeiffer dkk, 2008).

Perhitungan autokorelasi spasial menggunakan Indeks Moran dengan matriks pembobot W berdasarkan perkalian silang adalah sebagai berikut :

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

(Banerjee, 2004)

Nilai yang dihasilkan dalam perhitungan Indeks Moran berkisar antara -1 sampai 1. Nilai indeks moran bernilai nol mengindikasikan tidak berkelompok, nilai indeks moran yang positif mengindikasikan autokorelasi spasial yang positif yang berarti lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang mirip dan cenderung berkelompok, dan nilai indeks moran yang negatif mengindikasikan autokorelasi spasial negatif yang berarti lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang berbeda (Pfeiffer dkk, 2008).

Signifikansi Indeks Moran dapat ditaksir di bawah pendekatan normal. Uji signifikansi Indeks Moran dilakukan dengan pendekatan normal dengan ketentuan sebagai berikut :

i. Hipotesis

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

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

ii. tingkat signifikansi (α)

iii. statistik uji

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \sim N(0;1) \quad (2)$$

dengan nilai harapan :

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

ragam untuk pendekatan normal (Banerjee, 2004) :

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

dengan

$$S_0 = \sum_{i \neq j} w_{ij}, \quad S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i \neq j} (w_{ij} + w_{ji})^2,$$

$$S_2 = \sum_k (\sum_j w_{kj} + \sum_i w_{ik})^2$$

iv. daerah kritis

dengan uji dua arah H_0 akan ditolak jika $|Z(I)| > Z_{(1-\alpha/2)}$

v. kesimpulan

2.3.2 Geary's c

Menurut Pfeiffer dkk (2008) metode lain untuk mengukur autokorelasi spasial global adalah Geary's c. Metode ini membandingkan antara dua nilai daerah secara langsung. Dua nilai daerah yang berdekatan (x_i dan x_j) dibandingkan dengan yang lainnya secara langsung.

Perhitungan autokorelasi spasial menggunakan Geary's c adalah sebagai berikut :

$$c = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - x_j)^2}{2 \left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right)} \quad (4)$$

Nilai yang dihasilkan dalam perhitungan Geary's berkisar antara nol sampai dua. Nilai c bernilai nol mengindikasikan autokorelasi spasial positif yang sempurna, dan c bernilai dua mengindikasikan autokorelasi spasial negatif yang sempurna (Pfeiffer dkk, (2008).

Signifikansi Geary's c dapat ditaksir di bawah pendekatan normal. Uji signifikansi Geary's c dilakukan dengan pendekatan normal dengan ketentuan sebagai berikut :

i. Hipotesis

$H_0: c = 1$ (tidak ada autokorelasi spasial)

$H_1: c \neq 1$ (ada autokorelasi spasial)

ii. tingkat signifikansi (α)

iii. statistik uji

$$Z(c) = \frac{c-1}{\sqrt{Var(c)}} \overset{\alpha}{\sim} N(0;1) \quad (5)$$

dengan nilai harapan untuk Geary's c selalu 1

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

$$Var(c) = \frac{(2S_1 + S_2)(n-1) - 4S_0^2}{2(n+1)S_0^2} \quad (6)$$

dengan

$$S_0 = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right), \quad S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i \neq j} (w_{ij} + w_{ji})^2,$$

$$S_2 = \sum_k (\sum_j w_{kj} + \sum_i w_{ik})^2$$

iv. daerah kritis

dengan uji dua arah H_0 akan ditolak jika $|Z(c)| > Z_{(1-\alpha/2)}$

v. kesimpulan

2.4 Matriks Pembobot Spasial

Salah satu hal yang sangat penting dalam analisis spasial adalah penentuan bobot. Cara untuk memperoleh matriks pembobot spasial (**W**) yaitu dengan menggunakan informasi jarak dari ketetanggaan (*neighborhood*) kedekatan antara satu region dengan region yang lain. Jika data didapatkan di sejumlah lokasi (n), maka matriks pembobot spasial akan menjadi $n \times n$ (Lee dan Wong, 2001).

Matriks pembobot spasial dapat diklasifikasikan 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.

(Lee dan Wong, 2001)

2.5 Moran Scatterplot

Langkah untuk menginterpretasikan statistik Indeks Moran adalah melalui *Moran's Scatterplot*, yaitu alat untuk melihat hubungan antara nilai pengamatan yang sudah distandarisasi dengan nilai rata-rata daerah tetangga yang sudah distandarisasi (Zhukov, 2010).

2.6 Pemetaan

Peta adalah gambaran sebagian atau seluruh muka bumi baik yang terletak di atas maupun di bawah permukaan dan disajikan pada bidang datar pada skala dan proyeksi tertentu secara matematis (GIS Konsorsium Aceh Nias, 2007).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian dalam penulisan tugas akhir ini diuraikan sebagai berikut :

1. Menggunakan peta Kota Semarang untuk menentukan kedekatan antar kecamatan di Kota Semarang dengan membuat matriks *Rook Contiguity*.
2. Menghitung Indeks Moran dari data jumlah penderita DBD tiap kecamatan di Kota Semarang.
3. Menguji ada tidaknya autokorelasi spasial menggunakan Indeks Moran. Selanjutnya dilihat apakah autokorelasi yang terjadi positif apa negatif.
4. Menghitung Geary's c dari data jumlah penderita DBD tiap kecamatan di Kota Semarang.
5. Menguji ada tidaknya autokorelasi spasial menggunakan Geary's c .
6. Selanjutnya dilihat apakah autokorelasi yang terjadi positif apa negatif.
7. Membuat Moran's Scatterplot
8. Membuat peta hasil Moran's Scatterplot. Pemetaan digunakan untuk menunjukkan tingkat penyebaran penyakit DBD di wilayah Kota Semarang.
9. Software yang digunakan adalah Microsoft Excel, GeoDa, ArcGis 9.3 dan ArcView 3.3.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari Dinas Kesehatan Kota Semarang pada tahun 2011 berupa data jumlah penderita DBD per kecamatan dan data posisi (*contiguity* atau ketersinggungan) antar kecamatan dan data jumlah penderita DBD tiap kecamatan di Kota Semarang.

4.2 Kota Semarang



Gambar 1. Peta Kota Semarang

Kota Semarang adalah ibukota dari provinsi Jawa Tengah, berbatasan Laut Jawa di utara, Kabupaten Demak di timur, Kabupaten Semarang di selatan, dan Kabupaten Kendal di barat. Kota Semarang yang terdiri dari 16 kecamatan (Pemerintah Kota Semarang, 2012).

4.3 Matriks *Contiguity*

Untuk penentuan kedekatan antar kecamatan alat yang digunakan adalah peta Kota Semarang. Diketahui Kota Semarang terbagi menjadi 16 kecamatan sehingga matriks *contiguity* yang terbentuk berukuran 16 x 16. Dengan menggunakan metode *rook contiguity* dari 16 kecamatan tersebut dapat diketahui total dari banyaknya *neighborhood* yang terbentuk adalah 64, yaitu jumlah dari semua elemen matriks *contiguity* yang bernilai 1.

4.4 Indeks Moran dan Geary's c

Hasil analisis menggunakan Indeks Moran dan Geary's c

	Indeks Moran	Geary's c
Nilai Perhitungan	0,1529	0,730
Varian	0,013	0,034
Statistik Uji (Z)	1,928 ^a	1,46 ^b

^a signifikan pada $\alpha = 10\%$, ^b signifikan pada $\alpha = 15\%$

Dari pengujian dengan Indeks Moran didapatkan kesimpulan bahwa terdapat autokorelasi spasial dengan tingkat signifikansi 10% dalam penyebaran DBD di Kota Semarang. Dengan nilai Indeks Moran sebesar 0,1529 berada pada rentang 0 dan 1 maka dapat disimpulkan autokorelasi yang dihasilkan adalah autokorelasi spasial positif. Autokorelasi positif mengindikasikan lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang mirip

dan kasus DBD di Kota Semarang cenderung berkelompok. Dalam analisis digunakan ketentuan ketetangaan berdasarkan kecamatan, oleh karena itu kelompok yang dimaksud ialah antar kecamatan satu dengan kecamatan lainnya berkelompok dengan nilai jumlah penderita yang hampir sama.

Dari pengujian dengan Geary's c kesimpulan yang didapatkan bahwa terdapat autokorelasi spasial dengan tingkat signifikansi 15% dalam penyebaran DBD di Kota Semarang. Sedangkan nilai Geary's c sebesar 0,730 dan berada direntang 0 sampai dengan 1, maka dapat disimpulkan autokorelasi yang dihasilkan adalah autokorelasi spasial positif yang mengindikasikan lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang mirip dan kasus DBD di Kota Semarang cenderung berkelompok.

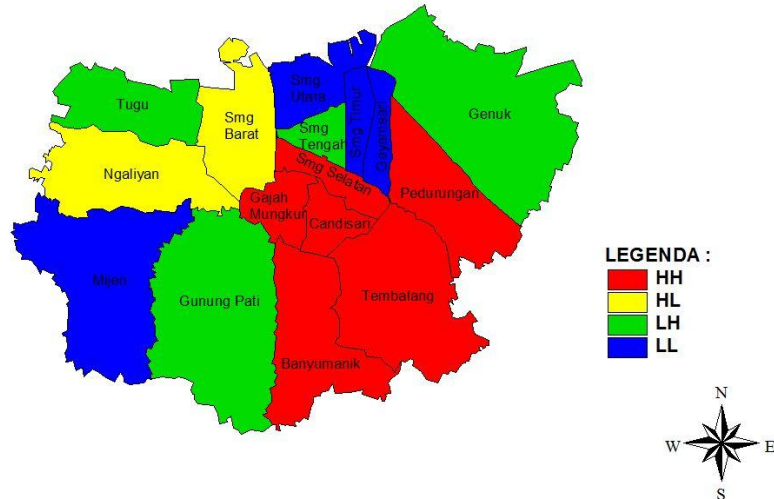
Meskipun mempunyai kesimpulan yang sama yaitu terdapat autokorelasi spasial, namun Indeks Moran dan Geary's c mempunyai tingkat signifikansi yang berbeda. Indeks Moran mempunyai tingkat signifikansi 10% sedangkan Geary's c 15%. Dari sini dapat disimpulkan bahwa Indeks Moran lebih sensitif daripada Geary's c .

4.5 Moran's Scatterplot

Titik-titik menyebar diantara kuadran HH, LH, LL dan HL. Kuadran I disebut *High-High* (HH), menunjukkan daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi. Kecamatan yang berada dalam kuadran I adalah Kecamatan Candisari, Gajahmungkur, Pedurungan, Banyumanik, Semarang Selatan dan Tembalang. Dapat dilihat Tembalang berada di kuadran *High-High* (HH) yaitu daerah mempunyai nilai pengamatan yang tinggi dikelilingi daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi juga yaitu Kecamatan Banyumanik. Kuadran II disebut *Low-High* (LH), menunjukkan daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah tapi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi. Kecamatan yang berada dalam kuadran II adalah Kecamatan Tugu, Gunungpati, Genuk dan Semarang Tengah. Dapat dilihat Gunungpati berada di kuadran *Low-High* (LH) yaitu daerah yang mempunyai nilai pengamatan yang rendah dikelilingi daerah yang mempunyai nilai tinggi yaitu Kecamatan Banyumanik. Kuadran III disebut *Low-Low* (LL), menunjukkan daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah. Kecamatan yang berada dalam kuadran III adalah Kecamatan Mijen, Semarang Timur, Gayamsari dan Semarang Utara. Dapat dilihat Mijen berada di kuadran *Low-Low* (LL) yaitu daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah yaitu kecamatan Gunungpati. Kuadran IV disebut *High-Low* (HL), menunjukkan daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah. Kecamatan yang berada dalam kuadran IV adalah Kecamatan Ngaliyan dan Semarang Barat. Dapat dilihat Kecamatan Ngaliyan berada di kuadran *High-Low* (HL) yaitu daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah yaitu Kecamatan Mijen.

4.6 Pemetaan

PETA PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH DENGUE DI KOTA SEMARANG TAHUN 2011



Gambar 2. Peta Penyebaran Penyakit DBD

Daerah *High-High* (HH), menunjukkan daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi. Terdiri dari Kecamatan Candisari, Gajahmungkur, Pedurungan, Banyumanik, Semarang Selatan dan Tembalang. Daerah *Low-High* (LH), menunjukkan daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah tapi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi. Terdiri dari Kecamatan Tugu, Gunungpati, Genuk dan Semarang Tengah. Daerah *Low-Low* (LL), menunjukkan daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah. Terdiri dari Kecamatan Mijen, Semarang Timur, Gayamsari dan Semarang Utara. Daerah *High-Low* (HL), menunjukkan daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah. Terdiri dari Kecamatan Ngaliyan dan Semarang Barat.

5. PENUTUP

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

1. Terdapat autokorelasi spasial dalam penyebaran penyakit DBD di Kota Semarang. Dengan metode Indeks Moran autokorelasi spasial signifikan dengan $\alpha = 10\%$ sedangkan metode geary's c signifikan dengan $\alpha = 15\%$.
2. Terdapat autokorelasi spasial positif yang mengindikasikan lokasi yang berdekatan mempunyai nilai yang mirip, dalam kasus ini kecamatan yang jumlah penderita DBD-nya tinggi berdekatan dengan kecamatan yang jumlah penderita DBD-nya tinggi juga dan cenderung berkelompok.
3. Dari pemetaan diketahui penyebaran penyakit DBD tertinggi berada di daerah Kecamatan Candisari, Gajahmungkur, Pedurungan, Banyumanik, Semarang Selatan dan Tembalang.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Anselin, L. 1993. *Exploratory Spatial Data Analysis and geographic Information Systems*. National Center for Geographic Information and Analysis of California Santa Barbara: CA93106.
2. Banerjee, S. 2004. *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC.
3. Dinas Kesehatan Kota Semarang. 2012. Info Penyakit Terkini. <http://www.dinkes-kotasemarang.go.id>. (diakses pada tanggal 21 September 2012).
4. Lee, J. and Wong, S.D. 2001. *Statistical Analysis With Arcview GIS*. New York: John Willey & Sons. Inc.
5. GIS Konsorsium Aceh Nias. 2007. *Modul Pelatihan ArcGis Tingkat Dasar*. Pemerintah Kota Banda Aceh: Banda Aceh.
6. Pemerintah Kota Semarang. 2012. Kondisi Umum. <http://www.semarangkota.go.id>. (diakses pada tanggal 10 Januari 2012)
7. Pfeiffer, D et al. 2008. *Spatial Analysis in Epidemiologi*. New York: Oxford University Press.
8. Suryantoro, A. 2009. *Integrasi Aplikasi Sistem Informasi Geografi*. Yogyakarta: LP2IP.
9. Yatim, F. 2007. *Macam-Macam Penyakit Menular & Cara Pencegahannya*. Jakarta: Pustaka Obor Populer.
10. Zhukov, Y. 2010. *Spatial Autocorrelation*. Amerika: IQSS, Harvard University.

