

Kajian Simulasi Perbandingan Interpolasi Tetangga Terdekat dan 2-Tetangga Terdekat pada Sebaran Titik Spasial

Retno Ariyanti Pratiwi*, Muhammad Nur Aidi*, Anik Djuraidah*,
*Departemen Statistika Institut Pertanian Bogor

Abstrak—Penyebaran titik spasial pada suatu wilayah mempunyai 3 macam pola yaitu acak, reguler, dan gerombol. Kumpulan titik dalam ruang merupakan informasi mengenai banyaknya kejadian dalam ruang tersebut. Seringkali informasi banyaknya kejadian dalam ruang sulit didapatkan. Sehingga pendugaan nilai diperlukan agar analisis dapat dilakukan dan menghasilkan kesimpulan yang tepat. Interpolasi tetangga terdekat dan 2-tetangga terdekat merupakan metode interpolasi yang digunakan dalam penelitian ini dengan prinsip kedekatan lokasi objek. Ukuran akurasi yang digunakan pada kedua metode ini dapat dilihat dari nilai MAE yang paling kecil. Interpolasi 2-tetangga terdekat memiliki nilai MAE lebih kecil dibandingkan MAE interpolasi tetangga terdekat pada pola penyebaran titik spasial acak, reguler, dan gerombol. Persentase bias nilai amatan dan dugaan kedua metode interpolasi relatif kecil yaitu kurang dari 20%.

Kata kunci-akurasi; interpolasi; pola penyebaran; tetangga terdekat

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kehidupan maupun aktivitas makhluk hidup terdapat di setiap ruang permukaan bumi dan membentuk suatu pola. Pola penyebaran adalah salah satu persoalan yang dapat timbul berkaitan dengan ruang. Contoh dari persoalan pola penyebaran adalah pola penyebaran penduduk, pola penyebaran penyakit (epidemiologi), pola penyebaran flora dan fauna, serta pola penyebaran kompleks perumahan. Penyebaran kejadian dalam ruang pada umumnya ditunjukkan dengan pola titik. Titik-titik berkonfigurasi dalam ruang membentuk tiga macam pola penyebaran, yaitu acak, reguler, dan teratur (Crawley dan Michael 2007). Pola konfigurasi titik dalam ruang penting untuk diteliti agar dapat mengidentifikasi sebab-sebab

pola tersebut berkonfigurasi dalam ruang dan dapat menentukan kebijakan yang tepat berkaitan dengan fenomena yang terjadi. Salah satu metode pendeteksian pola konfigurasi titik dalam ruang adalah analisis kuadran (Rogers 1974).

Kumpulan titik-titik dalam ruang merupakan informasi mengenai banyaknya kejadian dalam ruang tersebut. Namun, seringkali informasi mengenai banyaknya kejadian dalam suatu ruang sulit didapatkan. Kesulitan pengukuran tersebut dapat disebabkan oleh adanya bencana alam, *culture* yang tidak mendukung, adanya kerusakan, sulit dijangkau, keamanan, serta mahal akses dan pengukuran di ruang (wilayah) tersebut. Sulitnya memperoleh informasi kejadian dalam suatu ruang menyebabkan kesulitan dalam analisis dan interpretasi data. Oleh karena itu, interpolasi data pada ruang yang tidak dilakukan pengukuran sangatlah penting agar dapat menghasilkan kesimpulan yang tepat (Li dan Heap 2008).

Menurut Li dan Heap (2008) terdapat 42 metode interpolasi yang terbagi menjadi 3 kategori yaitu, metode non-geostatistik, geostatistik, dan gabungan. Pemilihan metode interpolasi yang tepat sesuai dengan kondisi data dapat menghasilkan nilai dugaan yang mendekati nilai sebenarnya. Boke (2011) membandingkan metode interpolasi *nearest neighbor* (NN), *invers distance weighting average* (IDWA), *modified invers distance weighting average* (MIDWA), *kriging method* (KM), dan *thin plate spline* (TPS) pada data meteorologi (curah hujan, rata-rata suhu, kecepatan angin, dan penyebaran cahaya). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa NN, IDWA, MIDWA memiliki tingkat kesalahan dugaan lebih kecil dibandingkan KM dan TPS berdasarkan nilai

mean error (ME), mean absolut error (MAE), mean relative error (MRE), dan root mean square error (RMSE). Selain untuk data yang bersifat kontinu, interpolasi tetangga terdekat juga dapat digunakan untuk data diskret. Sehingga pada penelitian ini digunakan metode interpolasi tetangga terdekat (*nearest neighbor*) pada sebaran titik spasial yang bersifat diskret.

Tetangga terdekat (TT) merupakan salah satu metode interpolasi non-geostatistik yang menggunakan prinsip pendugaan berdasarkan lokasi kedekatan objek (Li dan Heap 2008). Penentuan banyaknya tetangga terdekat yang digunakan dalam pendugaan berpengaruh terhadap ketepatan dugaan yang diperoleh sesuai dengan nilai yang sebenarnya. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan 1-tetangga terdekat atau tetangga terdekat (TT) dan 2-tetangga terdekat (2-TT) untuk menduga nilai pada sebaran titik spasial. Validasi silang digunakan pada penelitian ini untuk mengevaluasi tingkat akurasi kedua metode berdasarkan nilai *mean absolut error* (MAE).

B. Tujuan

- 1) Membandingkan tingkat akurasi serta persentase bias interpolasi tetangga terdekat dan 2-tetangga terdekat pada data simulasi.
- 2) Membandingkan tingkat akurasi interpolasi tetangga terdekat dan 2-tetangga terdekat pada data jumlah penderita demam berdarah *dengue* (DBD) Provinsi Jawa Tengah tahun 2015).

II. METODOLOGI

A. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data simulasi yang dibangkitkan menggunakan *software* R 3.4.3 dan data riil yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah tahun 2015.

B. Data Simulasi

Data yang dibangkitkan terdiri dari tiga kelompok data yang memiliki pola konfigurasi titik acak, regular, dan gerombol. Masing-masing kelompok

data terdiri dari 100 bilangan acak yang menempati setiap kuadran. Masing-masing kuadran memiliki satu titik pusat koordinat yang dibangkitkan secara acak. Pembangkitan data spasial titik menyebar acak dibangkitkan dengan sebaran poisson (3), poisson (5), poisson (7), dan poisson (10). Pembangkitan data spasial titik menyebar reguler dibangkitkan dengan sebaran binomial (10; 0.3), binomial (10; 0.5), dan binomial (10; 0.7). Pembangkitan data spasial titik menyebar gerombol dibangkitkan dengan sebaran binomial negatif (1; 0.3), binomial negatif (1; 0.2), dan binomial negatif (1; 0.1). Pemilihan parameter ditentukan secara *arbitrer*. *Software* yang digunakan yaitu R 3.4.3.

C. Data Riil

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah mengenai presentase jumlah penderita demam berdarah *dengue* (DBD) setiap kabupaten tahun 2015.

D. Prosedur Analisis Data

Tahapan analisis data pada data simulasi :

- 1) Membangkitkan bilangan acak menyebar poisson, binomial, dan binomial negatif sebanyak 100 bilangan $v_1, v_2, v_3, \dots, v_{100}$. v_i merepresentasikan kejadian (titik) yang tersebar di setiap kuadran.
- 2) Mentransformasi kejadian (titik) di setiap kuadran menjadi satu titik sebagai titik pusat kuadran ke- i dan banyaknya kejadian (titik) di setiap kuadran sebagai nilai di titik pusat kuadran tersebut.
- 3) Menentukan nilai dugaan dengan metode interpolasi tetangga terdekat dan 2-tetangga terdekat.
 - a) Metode interpolasi tetangga terdekat (TT)
 - i) Mengeluarkan data pertama (v_1) sebagai data pada lokasi yang akan ditentukan nilai dugaannya.
 - ii) Menghitung jarak Euclid antara lokasi data pertama (C_{1x}, C_{1y}) dengan lokasi data lainnya.

- iii) Mengambil nilai pada lokasi yang memiliki jarak paling dekat dengan v_1 sebagai nilai dugaan bagi v_1 .
- iv) Mengulangi langkah (i) sampai (iii) untuk data v_2 dan selanjutnya.
- v) Menghitung tingkat akurasinya menggunakan MAE.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |v'_i - v_i| \quad (1)$$

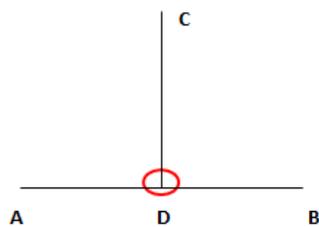
Keterangan:

n : banyaknya data

v'_i : nilai dugaan pada lokasi ke- i

v_i : nilai amatan pada lokasi ke- i

- vi) Mengulangi langkah (i) sampai (v) sebanyak 10 kali.
 - vii) Menghitung rata-rata dari 10 MAE yang diperoleh.
- b) Metode interpolasi 2-tetangga terdekat (2-TT)
- i) Mengeluarkan data pertama (v_1) sebagai data pada lokasi yang akan ditentukan nilai dugaannya.
 - ii) Menghitung jarak Euclid antara lokasi data pertama (C_{1x}, C_{1y}) dengan lokasi data lainnya.
 - iii) Mengambil 2 nilai pada lokasi yang memiliki jarak paling dekat dengan v_1 . Menghitung titik proyeksi or-



Gambar 1. Proyeksi titik ortogonal

gonal dari titik lokasi (C_{1x}, C_{1y}) terhadap 2 titik lokasi data terdekat (A_{1x}, A_{1y}) dan (B_{1x}, B_{1y}) yang dihubungkan oleh sebuah garis. Sehingga diperoleh proyeksi titik (C_{1x}, C_{1y}) terhadap garis \overline{AB} yang

disebut titik (D_{1x}, D_{1y}) dengan formula:

$$D_x = A_x + t(B_x - A_x) \quad (2)$$

$$D_y = A_y + t(B_y - A_y) \quad (3)$$

dengan nilai t sebagai berikut

$$\frac{(C_x - A_x)(B_x - A_x) + (C_y - A_y)(B_y - A_y)}{[(B_x - A_x)^2 + (B_y - A_y)^2]} \quad (4)$$

- iv) Menentukan jarak antara lokasi data terdekat pertama (v_2) dan data terdekat kedua (v_3) dilambangkan (d), jarak lokasi data v_2 ke v'_1 (a) dan jarak lokasi data v'_1 ke v_3 (b). v'_1 merupakan nilai pada titik proyeksi (D_{1x}, D_{1y}). Menghitung nilai v'_1 dengan rumus:

$$\frac{v_2 - v'_1}{v_2 - v_3} = \frac{a}{d} \quad (5)$$

Nilai yang diperoleh merupakan dugaan bagi v_1 .

- v) Mengulangi langkah (i) sampai (iv) untuk data v_2 dan selanjutnya.
 - vi) Menghitung tingkat akurasinya menggunakan MAE.
 - vii) Mengulangi langkah (i) sampai (vi) sebanyak 10 kali.
 - viii) Menghitung rata-rata dari 10 MAE yang diperoleh.
- 4) Membandingkan tingkat akurasi dari kedua metode.
 - 5) Menghitung persentase bias nilai amatan dan dugaan.

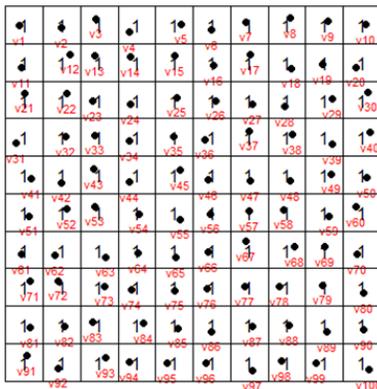
Tahapan analisis data pada data riil :

- 1) Melakukan eksplorasi data untuk melihat pola penyebaran titik dari data.
- 2) Melakukan pendugaan nilai dengan interpolasi tetangga terdekat dan 2-tetangga terdekat.
- 3) Menghitung nilai akurasi menggunakan MAE.
- 4) Membandingkan nilai akurasi dari kedua metode.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembangkitan Data Simulasi

Pembangkitan data simulasi dilakukan pada wilayah persegi berukuran 25×25 sebagai batas wilayah studi yang akan dianalisis dan 1000 titik sebagai batas penyebaran kejadian yang akan berkonfigurasi membentuk sebaran titik acak, reguler, dan gerombol. Wilayah studi yang diperoleh terbagi menjadi 10×10 kuadran berbentuk persegi dengan luas masing-masing kuadran sebesar $2A/r$ (Niknami 2008). A merupakan luas wilayah studi dan r merupakan jumlah individu atau kejadian. Sehingga diasumsikan terdapat sepuluh kejadian yang tersebar di setiap kuadran.



Gambar 2. Konfigurasi titik pusat dalam setiap kuadran

Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa banyaknya titik yang berkonfigurasi dalam sebuah kuadran ($v_1, v_2, v_3, \dots, v_{100}$) merupakan jumlah individu (kejadian) yang menempati kuadran tersebut dengan satu titik koordinat sebagai pusat koordinat kuadran. Informasi mengenai banyaknya titik per kuadran dapat digunakan untuk mengetahui pola penyebaran titik spasial. Menurut Rogers (1974) rasio ragam dan nilai tengah jumlah titik per kuadran digunakan untuk mengetahui pola penyebaran titik spasial (acak, reguler, dan gerombol). Ragam pada sebaran poisson sama dengan nilai tengahnya, sehingga rasio ragam dan nilai tengahnya sama dengan satu. Rasio ragam dan nilai tengah jumlah titik per kuadran yang kurang dari satu mengindikasikan penyebaran titik spasial

cenderung reguler, sedangkan rasio ragam dan nilai tengah jumlah titik per kuadran yang lebih besar dari satu mengindikasikan penyebaran titik spasial cenderung bergerombol.

B. Interpolasi Sebaran Titik Spasial Acak

Tabel 1 menunjukkan penggalan hasil simulasi untuk sebaran titik spasial acak yang menyebar Poisson pada tingkat iterasi 10, 50, 100, 200, 500, dan 1000. Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa tingkat kesalahan dugaan interpolasi 2-tetangga terdekat memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan interpolasi tetangga terdekat pada semua tingkat iterasi. Hal ini memperlihatkan bahwa interpolasi 2-tetangga terdekat memberikan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan interpolasi tetangga terdekat berdasarkan nilai MAE pada sebaran titik spasial acak yang menyebar Poisson.

Tabel I
HASIL SIMULASI SEBARAN POISSON

| | Ulangan | MAE | |
|-------------|---------|--------------------|--------------------|
| | | TT | 2-TT |
| Poisson(10) | 10 | 3.38 | 2.96 |
| | 50 | 3.65 | 3.15 |
| | 100 | 3.56 | 3.11 |
| | 200 | 3.48 | 3.05 |
| | 500 | 3.54 | 3.10 |
| | 1000 | 3.53 | 3.08 |
| Rata-rata | | 3.52 | 3.07 |
| Ragam | | 8×10^{-3} | 4×10^{-3} |

C. Interpolasi Sebaran Titik Spasial Reguler

Tabel 2 menunjukkan penggalan hasil simulasi untuk sebaran titik spasial reguler yang menyebar binomial pada tingkat iterasi 10, 50, 100, 200, 500, dan 1000. Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa tingkat kesalahan dugaan interpolasi 2-tetangga terdekat memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan interpolasi tetangga terdekat pada semua tingkat iterasi. Hal tersebut memperlihatkan bahwa interpolasi 2-tetangga terdekat memberikan

Tabel II
HASIL SIMULASI SEBARAN BINOMIAL

| | Ulangan | MAE | |
|------------------|---------|----------------------|----------------------|
| | | TT | 2-TT |
| Binomial(10;0.7) | 10 | 1.60 | 1.41 |
| | 50 | 1.65 | 1.45 |
| | 100 | 1.61 | 1.40 |
| | 200 | 1.59 | 1.41 |
| | 500 | 1.61 | 1.42 |
| | 1000 | 1.60 | 1.41 |
| Rata-rata | | 1.61 | 1.41 |
| Ragam | | 3.2×10^{-4} | 3.1×10^{-4} |

tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan interpolasi tetangga terdekat berdasarkan nilai MAE pada sebaran titik spasial reguler yang menyebar binomial.

D. Interpolasi Sebaran Titik Spasial Gerombol

Tabel III
HASIL SIMULASI SEBARAN BINOMIAL NEGATIF

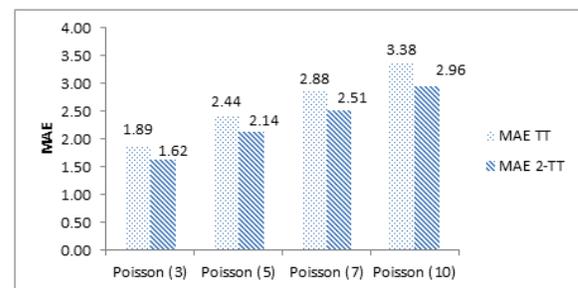
| | Ulangan | MAE | |
|-------------------------|---------|---------------------|----------------------|
| | | TT | 2-TT |
| Binomial Negatif(1;0.1) | 10 | 9.26 | 8.38 |
| | 50 | 9.57 | 8.64 |
| | 100 | 9.53 | 8.47 |
| | 200 | 9.49 | 8.46 |
| | 500 | 9.52 | 8.49 |
| | 1000 | 9.51 | 8.52 |
| Rata-rata | | 9.48 | 8.49 |
| Ragam | | 12×10^{-3} | 7.4×10^{-3} |

Tabel 3 menunjukkan penggalan hasil simulasi untuk sebaran titik spasial gerombol yang menyebar binomial negatif pada tingkat iterasi 10, 50, 100, 200, 500, dan 1000. Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa tingkat kesalahan dugaan interpolasi 2-tetangga terdekat memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan interpolasi tetangga terdekat pada semua tingkat iterasi. Hal tersebut memperlihatkan bahwa interpolasi 2-tetangga terdekat memberikan tingkat akurasi

yang lebih baik dibandingkan interpolasi tetangga terdekat berdasarkan nilai MAE pada sebaran titik spasial gerombol yang menyebar binomial negatif.

E. Tingkat Akurasi Interpolasi

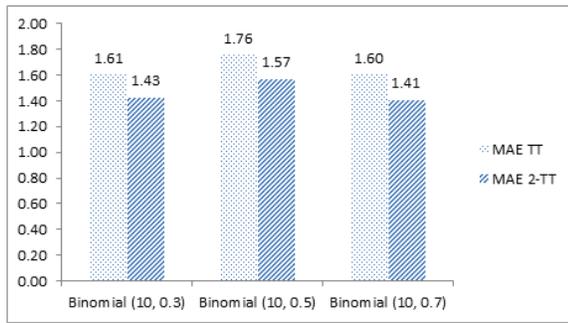
Hasil simulasi menunjukkan nilai MAE interpolasi 2-tetangga terdekat yang konsisten lebih kecil dibandingkan interpolasi tetangga terdekat pada semua sebaran dan tingkat iterasi. Oleh karena itu, untuk mengetahui hasil dugaan yang dihasilkan secara lebih lengkap dilakukan analisis terhadap hasil simulasi pada 10 kali ulangan agar diperoleh gambaran mengenai hasil dugaan yang dihasilkan oleh kedua metode interpolasi. Tingkat akurasi metode interpolasi dapat dilihat dari rata-rata mutlak simpangan nilai amatan dengan nilai dugaan yang diperoleh dari 10 ulangan disajikan dalam Gambar berikut.



Gambar 3. Tingkat akurasi metode interpolasi pada sebaran poisson

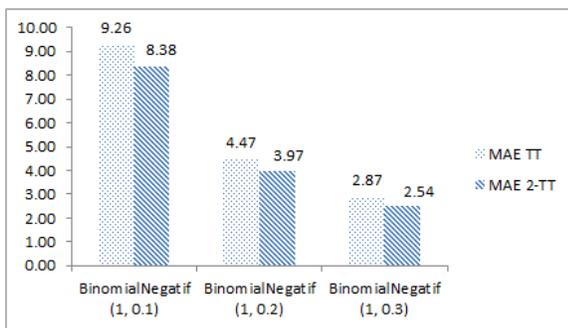
Gambar 3 menunjukkan interpolasi 2-tetangga terdekat memiliki nilai mutlak simpangan antara nilai amatan dengan nilai dugaan yang lebih kecil dibandingkan interpolasi tetangga terdekat pada sebaran Poisson untuk semua kombinasi parameter yang digunakan. Nilai MAE cenderung meningkat bersamaan dengan peningkatan nilai harapan sebaran Poisson. Hal tersebut terjadi karena peningkatan nilai harapan pada sebaran Poisson juga akan meningkatkan rentang nilai amatan yang dibangkitkan. Sehingga simpangan nilai amatan dan nilai dugaan hasil interpolasi juga meningkat.

Berbeda dengan sebaran poisson, sebaran binomial memiliki nilai MAE yang cenderung stabil pada semua kombinasi parameter yang digunakan



Gambar 4. Tingkat akurasi metode interpolasi pada sebaran binomial

seperti pada Gambar 4. Tingkat kesalahan dugaan kedua metode interpolasi pada sebaran titik spasial reguler yang menyebar binomial cenderung stabil terhadap peningkatan peluang kejadian. Hal tersebut terjadi karena pembangkitan bilangan acak melalui sebaran binomial menghasilkan konfigurasi banyaknya titik setiap kuadran yang cenderung sama bergantung pada nilai harapan dari sebaran binomial. Sehingga ketika dilakukan interpolasi tetangga terdekat maupun 2-tetangga terdekat akan menghasilkan nilai yang hampir sama dengan nilai amatannya.



Gambar 5. Tingkat akurasi metode interpolasi pada sebaran binomial negatif

Sedangkan sebaran binomial negatif memiliki nilai MAE yang paling besar dibandingkan sebaran Poisson dan binomial seperti pada Gambar 5. Hal tersebut terjadi karena pembangkitan bilangan acak melalui sebaran binomial negatif membentuk sebaran titik spasial gerombol yang mengindikasikan terdapat konfigurasi titik-titik yang cenderung menempati beberapa kuadran

saja. Sehingga apabila dilakukan interpolasi yang menggunakan prinsip kedekatan geografis menghasilkan nilai dugaan yang jauh menyimpang dengan nilai amatannya. Hal tersebut terjadi pada kuadran yang sebenarnya memiliki konfigurasi titik yang senggang, namun karena kuadran terdekatnya memiliki konfigurasi titik kejadian yang padat maka kuadran tersebut memiliki konfigurasi titik yang padat pula apabila dilakukan interpolasi tetangga terdekat maupun 2-tetangga terdekat. Begitu pun sebaliknya apabila *cross validation* dilakukan pada kuadran yang memiliki konfigurasi titik yang padat, namun kuadrat terdekatnya memiliki konfigurasi titik yang senggang maka dugaan konfigurasi titik di kuadran tersebut mengikuti konfigurasi titik dari kuadran terdekatnya yaitu konfigurasi titik yang senggang. Tingkat kesalahan dugaan kedua metode interpolasi pada sebaran titik spasial gerombol yang menyebar binomial negatif cenderung meningkat apabila peluang banyaknya kejadian dalam suatu kuadran untuk memperoleh k kejadian sukses kecil.

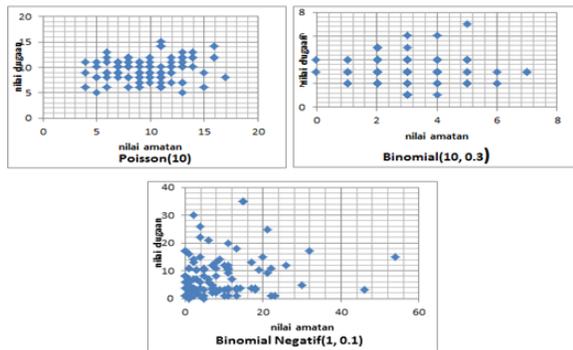
Kriteria kedua dalam menentukan tingkat keakuratan suatu metode interpolasi dapat dilihat dari persentase bias hasil dugaan. Dugaan dikatakan baik apabila nilai dugaan yang dihasilkan berfluktuasi, tidak selalu berada di atas maupun di bawah nilai amatannya. Ketika dugaan cenderung berada di atas nilai amatannya menghasilkan dugaan yang memiliki persentase *overestimate* yang besar. Sedangkan ketika dugaan cenderung berada di bawah nilai amatannya menghasilkan dugaan yang memiliki persentase *underestimate* yang besar.

Tabel IV
RATA-RATA PERSENTASE BIAS HASIL DUGAAN

| | %Bias | Rata-rata |
|-------------------------|-------|-----------|
| Poisson(3) | TT | 3.2% |
| | 2-TT | 4.4% |
| Binomial(10;0.3) | TT | 3.7% |
| | 2-TT | 3.4% |
| Binomial Negatif(1;0.3) | TT | 5.2% |
| | 2-TT | 10.8% |

Tabel 4 di atas memperlihatkan penggalan hasil simulasi rata-rata persentase bias kedua metode interpolasi pada sebaran Poisson, binomial, dan binomial negatif dengan iterasi sebanyak 10 kali. Nilai dugaan hasil *cross validation* kedua metode interpolasi pada sebaran titik spasial acak, reguler, dan gerombol memiliki rata-rata persentase bias dugaan yang relatif kecil, berkisar di bawah 20%.

Sebaran titik spasial mempunyai nilai dugaan dan amatan yang cenderung tidak memiliki korelasi dilihat dari plot antara nilai amatan dan dugaannya. Hasil dugaan interpolasi tetangga terdekat pada sebaran titik spasial menggambarkan karakteristik dari dasar pembangkitan sebaran titik spasial seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Plot amatan dan dugaan interpolasi tetangga terdekat

Pembangkitan dan penempatan bilangan pada kuadran yang bersifat acak menjadi faktor penyebab tidak adanya korelasi antara nilai amatan dan dugaan yang dihasilkan. Pembangkitan bilangan acak menyebar Poisson dan binomial menghasilkan nilai dugaan berada pada rentang nilai amatan yang dibangkitkan. Sebaran binomial negatif membentuk konfigurasi sebaran titik spasial gerombol. Terdapat beberapa kuadran yang memiliki konfigurasi titik-titik lebih rapat dibandingkan kuadran yang lainnya. Sehingga ketika dilakukan interpolasi berdasarkan lokasi kedekatan objek kuadran yang memiliki konfigurasi titik yang sebenarnya rapat akan memiliki nilai dugaan sebesar konfigurasi titik lokasi terdekatnya.

Kriteria selanjutnya dengan menggunakan simpangan baku MAE yang dihasilkan. Nilai MAE interpolasi 2-tetangga terdekat memiliki simpangan

baku yang lebih kecil dibandingkan simpangan baku MAE interpolasi tetangga terdekat yang mengindikasikan interpolasi 2-tetangga terdekat memiliki hasil yang lebih stabil ketika dilakukan perulangan atau iterasi. Nilai simpangan baku MAE interpolasi kedua metode terdapat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel V
SIMPANGAN BAKU MAE HASIL INTERPOLASI

| Simpangan Baku | | |
|-------------------------|-------|--------------|
| Sebaran | TT | 2-TT |
| Poisson(3) | 0.236 | 0.160 |
| Poisson(5) | 0.255 | 0.205 |
| Poisson(7) | 0.349 | 0.272 |
| Poisson(10) | 0.234 | 0.224 |
| Binomial (10;0.3) | 0.199 | 0.157 |
| Binomial (10;0.5) | 0.252 | 0.154 |
| Binomial (10;0.7) | 0.246 | 0.188 |
| Binomial Negatif(1;0.1) | 0.988 | 0.836 |
| Binomial Negatif(1;0.2) | 0.491 | 0.334 |
| Binomial Negatif(1;0.3) | 0.306 | 0.253 |

F. Sebaran *cross validation* hasil interpolasi

Tabel VI
RATA-RATA NILAI VMR HASIL INTERPOLASI

| Poisson(3) | | |
|-------------------------|--------------|--------------|
| VMR | Rata-rata | Ragam |
| Amatan | 1.011 | 0.014 |
| TT | 1.102 | 0.014 |
| 2-TT | 0.529 | 0.002 |
| Binomial(10;0.3) | | |
| VMR | Rata-rata | Ragam |
| Amatan | 0.697 | 0.014 |
| TT | 0.694 | 0.033 |
| 2-TT | 0.391 | 0.002 |
| Binomial Negatif(1;0.3) | | |
| VMR | Rata-rata | Ragam |
| Amatan | 3.447 | 0.373 |
| TT | 3.430 | 0.399 |
| 2-TT | 1.777 | 0.097 |

Tabel 6 menunjukkan bahwa interpolasi tetangga terdekat mempunyai nilai VMR yang sama dengan sebaran titik spasial yang dibangkitkan. Hal tersebut terjadi karena interpolasi tetangga terdekat mengambil nilai pada lokasi terdekatnya, sehingga nilai-nilai dugaan yang dihasilkan sama dengan nilai amatan yang dibangkitkan. Peristiwa tersebut tidak merubah nilai VMR mengindikasikan sebaran titik spasial yang dihasilkan dari nilai dugaan cenderung tidak mengalami perubahan. Sedangkan interpolasi 2-tetangga terdekat memiliki nilai VMR yang mengecil. Hal ini menandakan adanya perubahan konfigurasi titik pada kuadran.

G. Hasil Interpolasi pada Data Riil

Penderita demam berdarah dengue (DBD) di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2015 sebanyak 16 179 kasus dengan jumlah penderita DBD terbanyak di Kota Semarang sebanyak 1 692 penderita. Rata-rata jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Tengah sebanyak 462 di setiap kabupaten. Diasumsikan wilayah kabupaten di Provinsi Jawa Tengah sebagai kuadran dan jumlah penderita DBD di setiap kabupaten sebagai kejadian (titik) di setiap kuadran sehingga diperoleh rasio ragam dan nilai tengah jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Tengah sebesar 309.794 yang mengindikasikan bahwa jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Tengah memiliki pola penyebaran yang cenderung bergerombol. Hasil *cross validation* interpolasi tetangga terdekat dan 2-tetangga terdekat memiliki nilai MAE sebagai berikut.

Tabel VII
MAE HASIL INTERPOLASI DATA RIIL

| MAE | |
|---------|----------------|
| TT | 2-TT |
| 340.286 | 276.200 |

tetangga terdekat pada sebaran titik spasial acak, reguler, dan gerombol berdasarkan nilai *mean absolute error* (MAE). Persentase bias nilai amatan dan dugaan interpolasi tetangga terdekat dan 2-tetangga terdekat relatif kecil berkisar kurang dari 20%. Interpolasi 2-tetangga terdekat pada data jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Tengah juga memiliki nilai MAE yang lebih kecil dibandingkan interpolasi tetangga terdekat sebesar **276.200**.

DAFTAR PUSTAKA

Boke, A. (2011). Comparative evaluation of spatial interpolation methods for estimation of missing meteorological variables over ethiopia. *Journal of Water Resource and Protection* 9, 945–959.

Li dan Heap, A. (2008). *A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists*. Australia (AU): Geoscience Australia.

IV. SIMPULAN

Interpolasi 2-tetangga terdekat memiliki tingkat keakuratan lebih baik dibandingkan interpolasi