

ANALISIS SPASIAL MODEL *INVERSE DISTANCE WEIGHTING* PADA PENYEBARAN KASUS POSITIF COVID-19 PER KABUPATEN DI PULAU JAWA

NUR'AINUL MIFTAHUL HUDA^a, NURFITRI IMRO'AH^{b*}

^a Program Studi Matematika, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia,

^b Program Studi Statistika, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia,
email : nur'ainul@fmipa.untan.ac.id, nurfitriimroah@math.untan.ac.id

Diterima Direvisi Dipublikasikan

Abstrak. Suatu lokasi saling berhubungan satu dengan yang lainnya dan sesuatu yang berjarak dekat memiliki pengaruh yang lebih dibandingkan dengan lokasi yang jauh. Hal ini yang mendasari adanya keterkaitan suatu kejadian antar lokasi atau disebut autokorelasi spasial. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melihat pola keterkaitan tersebut adalah metode *Inverse Distance Weighting* (IDW). Metode ini menggunakan faktor parameter pengaruh yaitu *power* (p) dalam melihat pengaruh lokal antar titik lokasi. Semakin besar nilai p berarti nilai titik tak tersampel menjadi lebih terlokalisasi dan sebaliknya. *Input* yang digunakan pada model ini adalah koordinat titik untuk titik tersampel beserta nilai dari setiap titik yang akan diestimasi. Pada penelitian ini kasus yang digunakan adalah kasus terkonfirmasi positif virus Covid-19 per 76 kabupaten/kota di Pulau Jawa hingga tanggal 26 Februari 2022. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pemetaan kasus terkonfirmasi positif di Pulau Jawa per kabupaten melalui peta kontur menggunakan model IDW. Kabupaten/kota yang tidak dijadikan lokasi tersampel dapat diestimasi melalui model ini. Langkah pertama adalah membuat peta grid, kemudian menghitung jarak antar lokasi tersampel. Selanjutnya jarak tersebut digunakan untuk menghitung bobot setiap lokasi tersampel. Langkah berikutnya adalah estimasi nilai di lokasi tak tersampel menggunakan nilai *power*. Nilai *power* yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,5;1;2;3;4;5. Pemilihan nilai *power* yang tepat didasarkan pada nilai RMSE terkecil. Hasilnya diperoleh nilai *power* yang optimal adalah saat $p = 2$ dan diperoleh estimasi kasus positif Covid-19 di lokasi tak tersampel sehingga diperoleh peta kontur.

Kata Kunci: Covid-19, IDW, spasial, kontur

1. Pendahuluan

Segala sesuatu saling berhubungan satu dengan yang lainnya, tetapi sesuatu yang dekat lebih mempunyai pengaruh daripada sesuatu yang jauh [1]. Hal ini yang mendasari munculnya analisis data spasial. Analisis ini berhubungan dengan lokasi yang saling berpengaruh. Pada data spasial, pengamatan yang memiliki jarak antar lokasi

*Nurfitri Imro'ah

yang berdekatan seringkali saling berpengaruh. Hal ini dalam ilmu Statistika dikenal dengan autokorelasi spasial yang membahas pola korelasi antar lokasi. *Moran's I*, *Rasio Geary's*, dan *Local Indicator of Spatial Autocorrelation* (LISA) adalah metode yang dapat digunakan untuk menguji nilai autokorelasi spasial. Metode ini terus berkembang dan banyak digunakan oleh para peneliti, diantaranya pemodelan di bidang ekologi oleh Kissiling dan Carl [2], dan pada data kemiskinan oleh Okwi, et al. [3] dan Bakti dan Sutikno [4]. Autokorelasi spasial juga menjadi alat untuk indentifikasi pada pemodelan spasial lainnya. Pada penelitian ini, diasumsikan setiap lokasi memiliki autokorelasi spasial. Namun, penelitian ini difokuskan pada pemetaan lokasi tak tersampel berdasarkan lokasi tersampel menggunakan peta kontur. Salah satu cara untuk mengetahui nilai dari lokasi tak tersampel adalah dengan metode interpolasi.

Interpolasi adalah metode untuk memprediksi nilai yang tidak diketahui dari rentang nilai yang diketahui [5]. Berdasarkan definisi tersebut, diperlukan beberapa nilai yang diketahui (tersampel) untuk melakukan interpolasi menggunakan metode interpolasi apapun. Nilai yang diketahui disebut titik pengambilan sampel, dapat dikumpulkan dari beberapa pengukuran dan penyelidikan lokasi seperti pengeboran, survei, dll. Sedangkan lokasi dari titik pengambilan sampel tersebut disebut sebagai lokasi tersampel. Sebaliknya lokasi yang akan diinterpolasi disebut lokasi tak tersampel. Dengan menggunakan nilai yang diketahui dari beberapa lokasi, selanjutnya diprediksi nilai lokasi lain yang dekat dengan lokasi yang diketahui (lokasi tak tersampel). Ada banyak metode interpolasi yang tersedia dari yang sederhana hingga yang canggih, beberapa diantaranya adalah: interpolasi linier, *Inverse Distance Weighting* (IDW) dan *Kriging* [6]. Pada penelitian ini akan dibahas suatu metode interpolasi spasial yang disebut dengan *Inverse Distance Weighting* (IDW).

Metode IDW ini dapat digunakan untuk menangani kasus yang memiliki autokorelasi spasial antar lokasi. Salah satu kasus yang hingga kini masih berkembang adalah kasus pandemi Covid-19. Kunci utama dari kasus pandemi Covid-19 adalah transmisi virus yang dapat terjadi melalui kontak langsung, kontak tidak langsung, atau kontak erat dengan orang yang terinfeksi melalui sekresi seperti air liur dan sekresi saluran pernapasan atau droplet saluran napas yang keluar saat orang yang terinfeksi batuk, bersin, berbicara, atau menyanyi [7]. Akibatnya perpindahan orang menjadi fokus perhatian. Jika orang yang terinfeksi berpindah ke suatu lokasi lain, maka berpotensi membawa virus dan menularkannya ke orang lain di daerah tersebut. Hal ini membuat hampir seluruh negara menerapkan berbagai kebijakan, diantaranya *lockdown*, isolasi mandiri, Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM), dan lain lain. Khusus di Indonesia, kebijakan yang dipilih untuk menekan perpindahan virus adalah memberlakukan kebijakan PPKM level 1 - 4 [8].

Pandemi Covid-19 di Indonesia hingga 14 Maret 2022 untuk kasus terkonfirmasi positif mencapai 56,41/100 penduduk/minggu. Kebijakan yang ditetapkan pemerintah untuk Indonesia dengan situasi tersebut adalah PPKM Level 2 [8]. Namun penyebaran virus tersebut hingga kini terus bertambah di setiap daerah. Salah satu daerah yang memiliki potensi besar dalam penyebaran virus antar daerah adalah Pulau Jawa. Hal ini dikarenakan kondisi geografis daerah-daerah yang ada di Pulau

Jawa yang mudah dijangkau, termasuk antar provinsi-provinsi yang ada di Pulau Jawa. Salah satu penyebabnya adalah jalur dan alat transportasi yang memungkinkan untuk terjadinya perpindahan tersebut. Hal yang sama juga berlaku untuk antar kabupaten/kota yang ada di Pulau Jawa. Akses transportasi antar kabupaten/kota tergolong mudah, jika dibandingkan dengan pulau lainnya. Mudah akses tersebut bisa berdampak negatif terhadap penyebaran kasus Covid-19, karena masyarakat akan dengan mudah berpindah dan membawa virus tersebut. Hingga 14 Maret 2022, provinsi-provinsi di Pulau Jawa menempati posisi teratas untuk kasus positif Covid-19. Provinsi dengan tingkat terkonfirmasi positif Covid-19 adalah DKI Jakarta yaitu 180,28/100 penduduk/minggu [8]. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pemetaan kasus terkonfirmasi positif Covid-19 di kabupaten/kota pada Pulau Jawa melalui peta kontur menggunakan metode *Inverse Distance Weighting*.

2. Model *Inverse Distance Weighting*

Salah satu metode interpolasi spasial yang paling sederhana adalah metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Dalam hal interpolasi tentunya terdapat dua jenis titik, yaitu titik tersampel dan tak tersampel. Titik yang sudah diketahui nilainya dan secara spasial letaknya paling dekat dengan titik yang akan ditentukan nilainya digunakan sebagai acuan dalam penentuan titik tak tersampel dinamakan titik tersampel. Konsep dari model IDW adalah menentukan nilai dari suatu titik yang belum diketahui nilainya berdasarkan kombinasi bobot linier dari suatu set titik-titik sampel. Bobot linier tersebut merupakan fungsi *inverse distance* dari titik-titik sampel terhadap titik yang akan ditentukan nilainya [9]. Pembobotan tersebut dirumuskan dalam persamaan berikut [10]:

$$x^* = \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

dengan x_i untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$ merupakan nilai dari titik tersampel pada titik i , dan bobot *inverse distance*, w_i , dirumuskan sebagai berikut

$$w_i = \frac{d_i^{-p}}{\sum_{j=0}^n d_j^{-p}}$$

dengan p adalah parameter *power* dan d_j merupakan jarak dari sebaran titik ke titik interpolasi yang didefinisikan dengan

$$h_i = \sqrt{(x_0 - x_i)^2 + (y_0 - y_i)^2}$$

dengan (x_0, y_0) adalah koordinat titik tak tersampel dan (x_i, y_i) adalah koordinat titik tersampel.

Selanjutnya estimasi nilai di titik tak tersampel didefinisikan dengan

$$\hat{x}_0^{(p)} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{d_i^p} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^p} \right)}$$

dengan $\hat{x}_0^{(p)}$ adalah nilai tak tersampel dengan parameter *power* sebesar p . Berikut ini merupakan prosedur pemodelan menggunakan metode IDW:

- (1) Membuat peta grid
- (2) Menghitung jarak antar titik tersampel
- (3) Menghitung bobot setiap titik tersampel
- (4) Estimasi titik-titik tak tersampel

Metode ini memiliki asumsi bahwa setiap titik tersampel mempunyai pengaruh yang bersifat lokal terhadap jarak. Pengaruh relatif dari titik-titik sampel tersebut dapat disesuaikan tergantung pada nilai *power*. Semakin dekat jarak antar titik-titik tersebut maka akan semakin menghasilkan pengaruh yang besar sehingga menghasilkan permukaan yang lebih rinci. Sebaliknya pengaruh akan lebih kecil dengan bertambahnya jarak, sehingga permukaan yang dihasilkan kurang rinci dan terlihat lebih halus. Semakin besar nilai *power* berarti nilai titik tak tersampel menjadi lebih terlokalisasi. Sebaliknya penurunan nilai *power* berarti nilai titik tak tersampel memiliki rata-rata yang lebih besar karena memberikan pengaruh untuk lokalisasi yang lebih luas. Pada penelitian ini, pemilihan nilai *power* dievaluasi menggunakan nilai RMSE pada masing-masing *power* untuk $p = 0, 5; 1; 2; 3; 4; 5$.

3. Hasil

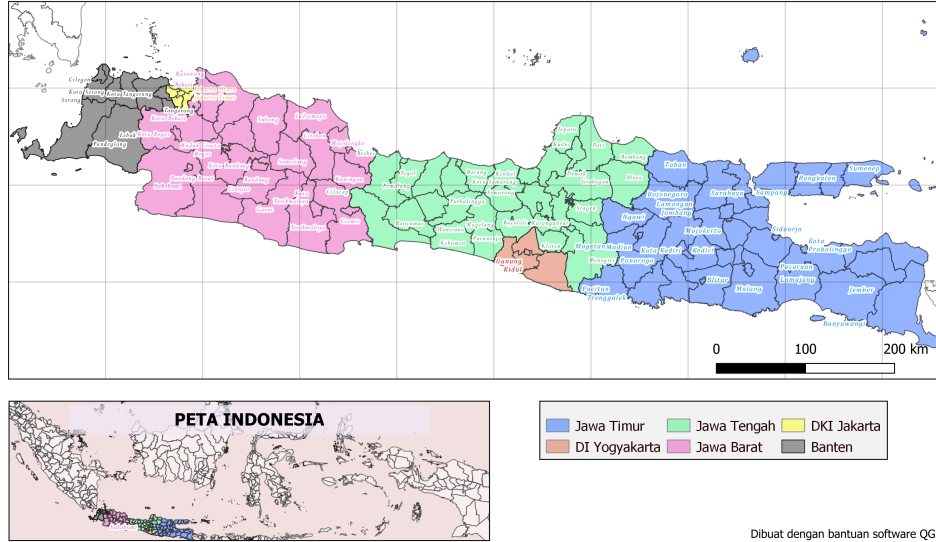
3.1. *Deskriptif Data*

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kumulatif terkonfirmasi positif Covid-19 di kabupaten/kota di Pulau Jawa hingga tanggal 26 Februari 2022 [8]. Banyaknya observasi adalah 76 observasi (kabupaten/kota). Data terkonfirmasi positif Covid-19 diperoleh dari informasi data Covid-19 di enam provinsi di Pulau Jawa, yaitu Banten (8 kab/kota), DKI Jakarta (6 kab/kota), Jawa Barat (10 kab/kota), Jawa Tengah (35 kab/kota), DI Yogyakarta (5 kab/kota), dan Jawa Timur (10 kab/kota). Gambar 1 menunjukkan peta administrasi Kabupaten/Kota di Pulau Jawa yang dibuat dengan bantuan *software QGIS*. Masing-masing wilayah kabupaten/kota dibatasi dengan garis berwarna hitam, sedangkan masing-masing provinsi dibedakan dengan warna abu-abu (Banten), kuning (DKI Jakarta), merah muda (Jawa Barat), hijau (Jawa Tengah), orange (DI Yogyakarta), dan Biru (Jawa Timur).

Selanjutnya pemetaan banyaknya kasus positif Covid-19 berdasarkan koordinat lokasi di setiap kabupaten/kota ditunjukkan pada Gambar 2a. Koordinat lokasi yang digunakan adalah *latitude* dan *longitude* setiap titik di kabupaten/kota. Koordinat tersebut diperoleh dari letak geografis kabupaten/kota tersebut. Pada Gambar 2a, semakin besar diameter lingkaran berwarna biru maka semakin banyak kasus terkonfirmasi positif Covid-19 di lokasi tersebut dan sebaliknya. Selanjutnya untuk gambaran banyaknya kasus positif Covid-19 per provinsi dapat dilihat pada diagram batang di Gambar 2b. Warna-warna tersebut merepresentasikan letak kabupaten/kota tersebut berdasarkan provinsi. Pewarnaannya disesuaikan dengan Gambar 1. Provinsi dengan jumlah kasus positif Covid-19 tertinggi diperlihatkan pada batang berwarna kuning, yaitu DKI Jakarta. Sedangkan Jawa Tengah merupakan provinsi dengan jumlah kasus positif Covid-19 terendah, ditandai dengan batang berwarna hijau pada Gambar 2b.

PETA ADMINISTRASI KABUPATEN DI PULAU JAWA

Disusun Oleh: Nur'ainul Miftahul Huda



Gambar 1: Peta Administratif Pulau Jawa per Kabupaten

Secara matematis, rata-rata ($\bar{p}^{(j)} = \sum_{i=1}^k \frac{p_i^{(j)}}{k}$) dan total ($p_{tot} = \sum_{i=1}^k p_i^{(j)}$) kasus positif Covid-19 di setiap provinsi untuk $i = 1, 2, \dots, k$ adalah banyaknya kabupaten/kota dan j merupakan provinsi diberikan pada vektor berikut

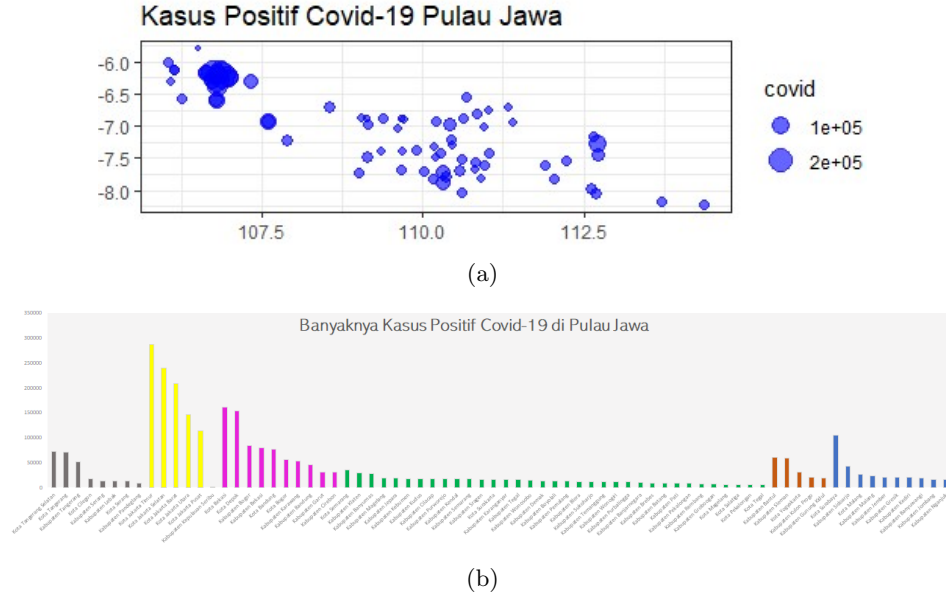
$$\bar{p} = \begin{bmatrix} \bar{p}^{(1)} \\ \bar{p}^{(2)} \\ \bar{p}^{(3)} \\ \bar{p}^{(4)} \\ \bar{p}^{(5)} \\ \bar{p}^{(6)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 32242, 25 \\ 165762, 33 \\ 76783, 40 \\ 13767, 57 \\ 37570, 00 \\ 30383, 50 \end{bmatrix}; p_{tot} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^k p_i^{(1)} \\ \sum_{i=1}^k p_i^{(2)} \\ \sum_{i=1}^k p_i^{(3)} \\ \sum_{i=1}^k p_i^{(4)} \\ \sum_{i=1}^k p_i^{(5)} \\ \sum_{i=1}^k p_i^{(6)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 257938, 00 \\ 994574, 00 \\ 767834, 00 \\ 481865, 00 \\ 187850, 00 \\ 303835, 00 \end{bmatrix}$$

3.2. Analisis Data

Berikut merupakan langkah-langkah estimasi penyebaran kasus positif Covid-19 per kabupaten di Pulau Jawa menggunakan *Inverse Distance Weighting* (IDW)

- (1) Membuat peta grid setiap lokasi untuk memudahkan dalam perhitungan jarak pada tahap selanjutnya. Peta grid tersebut ditunjukkan pada Gambar 3 berikut. Lingkaran berwarna merah menandakan kota, sedangkan kabupaten ditunjukkan dengan lingkaran berwarna biru.
- (2) Menghitung jarak *euclydean*, d , antara dua titik (\mathbf{u}, \mathbf{v}) pada \mathbf{R}^2 , yaitu

$$d(\mathbf{u}, \mathbf{v}) = \sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2}$$



Gambar 2: Pemetaan Banyaknya Kasus Covid-19 di Kabupaten/Kota Pulau Jawa dalam bentuk (a) Peta Spasial, dan (b) Diagram Batang

Berikut diberikan ilustrasi perhitungan untuk lima kota yang ada di DKI Jakarta (ditunjukkan pada Gambar 4). Misalkan \mathbf{x}_i menunjukkan lokasi x_i dengan titik koordinat (u_i, v_i) , maka dapat dituliskan dengan

$$\mathbf{x}_i = (u_i, v_i)$$

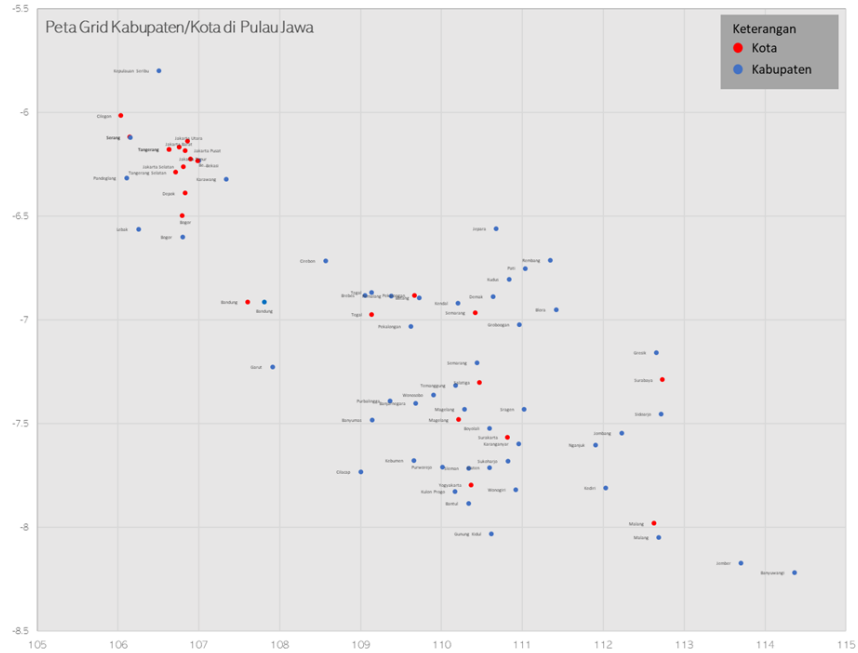
Misalkan akan dihitung jarak antara titik \mathbf{x}_1 dan \mathbf{x}_2 , sehingga

$$\begin{aligned} d(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) &= \sqrt{(106,76 - 106,86)^2 + (-6,17 - (-6,14))^2} \\ &= \sqrt{(-0,1000)^2 + (-0,0300)^2} \\ &= \sqrt{0,0100 + 0,0009} \\ &= 0,1044 \end{aligned}$$

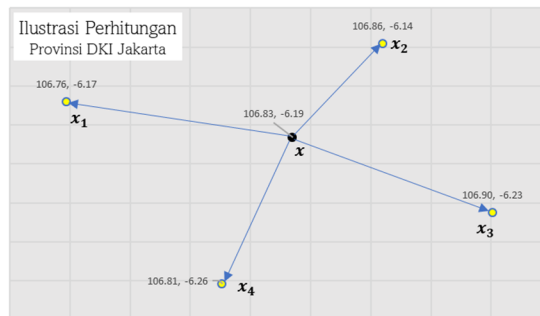
Akibatnya jarak antara \mathbf{x}_1 dan \mathbf{x}_2 adalah sejauh 0,1044. Selanjutnya dengan cara yang sama maka dapat dihitung jarak antar titik.

(3) Menghitung bobot masing-masing lokasi menggunakan rumus berikut

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |\mathbf{x} - \mathbf{x}_1|^{-p} \\ |\mathbf{x} - \mathbf{x}_2|^{-p} \\ \vdots \\ |\mathbf{x} - \mathbf{x}_N|^{-p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2}^{-p}}{\sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2}^{-p}} \\ \vdots \\ \frac{\sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2}^{-p}}{\sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2}^{-p}} \end{bmatrix}$$



Gambar 3: Peta Grid



Gambar 4: Ilustrasi

dengan menggunakan ilustrasi yang diberikan pada Gambar 4 dan $p = 2$, maka

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{(106,83 - 106,76)^2 + (-6,19 - (-6,17))^2}^{-2} \\ \sqrt{(106,83 - 106,86)^2 + (-6,19 - (-6,14))^2}^{-2} \\ \sqrt{(106,83 - 106,90)^2 + (-6,19 - (-6,23))^2}^{-2} \\ \sqrt{(106,83 - 106,81)^2 + (-6,19 - (-6,26))^2}^{-2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,077 \\ 0,079 \\ 0,077 \\ 0,057 \end{bmatrix}$$

sehingga

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 0,077 + 0,079 + 0,077 + 0,057 = 0,289$$

- (4) Estimasi titik \hat{x}_0 , telah diketahui sebelumnya bahwa banyaknya kasus positif Covid-19 di keempat lokasi ditunjukkan pada vektor berikut

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 285967 \\ 239320 \\ 208730 \\ 145523 \end{bmatrix}$$

sehingga

$$\begin{aligned} \hat{x}_0 &= \frac{\sum_{i=1}^4 w_i x_i}{\sum_{i=1}^4 w_i} \\ &= \frac{(0,077 \cdot 285967) + (0,079 \cdot 239320) + (0,077 \cdot 208730) + (0,057 \cdot 145523)}{0,077 + 0,079 + 0,077 + 0,057} \\ &= \frac{65144,478}{0,289} = 225160,162 \end{aligned}$$

Artinya hasil estimasi banyaknya kasus positif Covid-19 pada titik \hat{x}_0 adalah 225160,162.

- (5) Membuat peta kontur. Peta ini dibuat berdasarkan hasil estimasi di setiap titik pada peta grid (seperti ditunjukkan pada Gambar 3) dengan grid sebesar 0.02. Pada penelitian ini, estimasi dilakukan untuk beberapa nilai p , yaitu 0,5;1,2,3,4, dan 5. Pemilihan orde p yang paling optimal didasarkan pada nilai RMSE yang ditunjukkan pada Tabel 1.

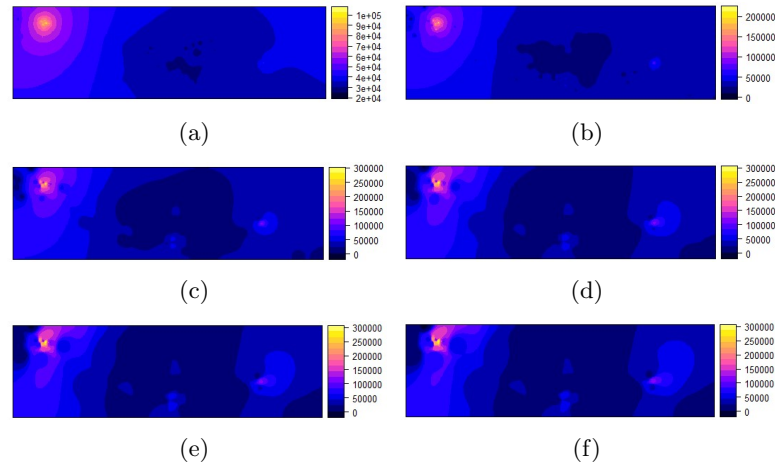
Tabel 1: Evaluasi Orde p untuk Model IDW

p	0.5	1	2	3	4	5
RMSE	44955,32	37739,68	36177,56	37262,09	38116,30	38858,72

Lebih lengkap untuk perbedaan tiap-tiap orde yang dipilih dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan nilai RMSE terkecil pada Tabel 1, maka $p = 2$ merupakan orde terbaik untuk mengestimasi banyaknya kasus positif Covid-19 di kabupaten/kota pada Pulau Jawa. Peta kontur untuk hasil estimasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 6. Titik-titik lingkaran merah merupakan data yang digunakan, sedangkan warna-warna pada peta tersebut merepresentasikan banyaknya kasus positif Covid-19. Semakin pekat warna yang diberikan maka semakin sedikit kasus positif Covid-19 yang terdeteksi di titik tersebut.

4. Kesimpulan

Metode IDW dapat digunakan untuk menginterpolasi nilai dari titik tak tersampel berdasarkan titik tersampel yang diketahui. Untuk memperoleh peta kontur, maka



Gambar 5: Peta Kontur menggunakan IDW berdasarkan p untuk (a) 0,5, (b) 1, (c) 2, (d) 3, (e) 4, (f) 5



Gambar 6: Hasil Estimasi Titik Tak Tersampel berdasarkan Model IDW dengan $p = 2$

dilakukan tahapan berikut yaitu membuat peta grid, menghitung jarak dan matriks bobot, dan melakukan estimasi nilai pada titik tak tersampel dengan melibatkan faktor *power* (p). Semakin besar nilai p , maka nilai titik tak tersampel semakin terlokalisasi. Pada kasus penyebaran kasus terkonfirmasi positif Covid-19 di Pulau Jawa per kabupaten/kota, dipilih 76 kabupaten/kota sebagai lokasi tersampel dan selanjutnya lokasi tak tersampel dapat diperoleh menggunakan metode IDW. Pada penelitian ini, digunakan nilai *power* bervariasi yaitu 0,5;1;2;3;4;5. Pemilihan *power* tersebut berdasarkan nilai RMSE. Hasilnya diperoleh $p = 2$ yang merupakan *power* optimal dengan nilai RMSE adalah 36177,56. Peta kontur juga diperoleh dari hasil estimasi menggunakan model IDW. Pada peta tersebut penyebaran kasus positif Covid-19 dapat dilihat dari gradasi warna yang diberikan. Semakin pekat warna yang terdeteksi di suatu lokasi maka semakin rendah kasus Covid-19 yang terkonfirmasi. Pada peta tersebut, provinsi DKI Jakarta menunjukkan warna yang cerah,

artinya penyebaran kasus Covid-19 yang ada di provinsi tersebut tersebar dengan kasus yang lebih tinggi.

5. Ucapan Terima kasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam penulisan artikel ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Daftar Pustaka

- [1] Anselin, Luc dan Rey, Sergio J., 2010, *Perspectives on Spatial Data Analysis*, Springer, New york
- [2] Kissling, W. D., dan Carl, G., 2008, Spatial autocorrelation and the selection of simultaneous autoregressive models, *Global Ecology and Biogeography*, **17**: 59 – 71
- [3] Okwi, P.O., Ndeng'e G, Kristjanson, P., Arunga, M., Notenbaert, A., Omolo, A., Henninger, N., Benson, T., Kariuki, P., dan Ownor, J., 2007, Spatial determinants of poverty in rural Kenya, *National Center for Biology Information*, **104(43)**: 16769 – 16774
- [4] Bkti, R. B., dan Sutikno, 2010, Permodelan spasial pada hubungan antara aset kehidupan masyarakat Jawa Timur dalam memenuhi kebutuhan pangan terhadap kemiskinan, *Seminar Nasional Pasca Sarjana X. Surabaya: Pasca Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember.*, VI-38
- [5] Rosidi, M., 2019, *Metode Numerik Menggunakan R Untuk Teknik Lingkungan*, Piktochart: Bandung
- [6] Pramono, G. H., 2008, Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan, *Forum Geografi*, **22(1)**: 145 – 158
- [7] World Health Organization, 2022, WHO Coronavirus (Covid-19), <https://covid19.who.int/>
- [8] Kementerian Kesehatan, 2022, Situasi Covid-19 berdasarkan kabupaten/kota, <https://vaksin.kemkes.go.id/>
- [9] Merwade V.M., Maidment D.R., dan Golff, J.A., 2006, Anistropic Considerations while Interpolating River Channel Bathymetry, *Journal of Hydrology*, **331**: 731 – 741.
- [10] Azpurua, M., dan Ramos, K.D., 2010, A Comparizon of Spatial Interpolation Methods for Estimation of Average Electromagnetic Field Magnitude, *Progress in Electromagnetics Research M.*, **14**: 135 – 145