

Penggunaan *Semivariogram* pada Metode *Ordinary Kriging* untuk Mengestimasi Curah Hujan di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau

Esil Metra¹, Dewi Murni²

^{1,2} Departemen Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang (UNP)

Article Info

Article history:

Received May 26, 2023

Revised June 07, 2023

Accepted June 30, 2023

Keywords:

Rainfall

Semivariogram

Ordinary Kriging

Kata Kunci:

Curah Hujan

Semivariogram

Ordinary Kriging

ABSTRACT

In a measurement of rainfall data, not all points are gauges because of a limitation. So the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) only builds rain gauge posts in areas considered to have potential and can represent the surrounding area. Given these limitations, a method is needed to estimate rainfall data outside the observation post area, namely a geostatistical method called *ordinary kriging*. *Ordinary Kriging* is a method for estimating a non-sampled value based on the sampled values around it. By using an *experimental semivariogram* model compared to several *theoretical semivariograms* (Exponential, Gaussian, and Spherical) and selecting one of the best *semivariogram* models to estimate the value to be searched, so that optimal estimation results are obtained. In this study, estimated rainfall in Kuantan Singingi Regency in February 2023 where the results obtained are the average rainfall in each sub-district, which is 220.3827 mm, while the estimated rainfall in each village is 217.180. So that Kuantan Singingi Regency is an area with moderate rainfall.

ABSTRAK

Dalam pengukuran data curah hujan, tidak semua titik terdapat alat pengukur karena adanya suatu keterbatasan. Maka Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) hanya membangun pos-pos pengukur curah hujan pada daerah yang dianggap memiliki potensi dan dapat mewakili daerah disekitarnya. Dengan adanya keterbatasan tersebut, dibutuhkan suatu metode untuk menaksir data curah hujan diluar dari wilayah pos pengamatan yaitu dengan suatu metode geostatistika yang disebut *ordinary kriging*. *Ordinary kriging* merupakan suatu metode untuk mengestimasi suatu nilai yang tidak tersampel berdasarkan nilai tersampel yang berada disekitarnya. Dengan menggunakan model *semivariogram eksperimental* yang dibandingkan dengan beberapa *semivariogram teoritis* (Eksponensial, Gaussian, dan Spherical) dan dipilih salah satu model *semivariogram* terbaik untuk mengestimasi nilai curah hujan sehingga diperoleh hasil estimasi yang optimal. Dalam penelitian ini, dilakukan estimasi curah hujan di Kabupaten Kuantan Singingi pada bulan Februari 2023 dimana hasil yang diperoleh adalah rata-rata curah hujan di setiap kecamatan yaitu 220.382 mm, sedangkan estimasi curah hujan di setiap desa sebesar 217,180 mm. Sehingga Kabupaten Kuantan Singingi merupakan daerah dengan curah hujan sedang.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Esil Metra

(Esil Metra)

Prodi Matematika, Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Padang, 25171

Padang, Sumatera Barat



Email: esilmetra05@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang mempunyai dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan [1]. Hujan adalah salah satu data spasial yang merupakan suatu data yang memuat informasi lokasi, jadi tidak hanya apa yang diukur tetapi menunjukkan lokasi dimana data itu berada [2]. Hujan yaitu proses pengangkatan air yang telah diuapkan ke atmosfer menuju ke permukaan bumi [3]. Banyaknya hujan dapat diukur dengan suatu ukuran yang disebut curah hujan. Curah hujan adalah salah satu unsur cuaca yang datanya diperoleh dengan cara mengukurnya dengan menggunakan alat penakar hujan, sehingga dapat diketahui jumlahnya dalam satuan millimeter (mm) [4]. Curah hujan dibatasi sebagai tinggi air hujan yang diterima di permukaan sebelum mengalami evaporasi dan peresapan ke dalam tanah [4]. Sedangkan intensitas curah hujan merupakan ukuran jumlah hujan per satuan waktu tertentu selama hujan berlangsung [4]. Curah hujan bulanan dikategorikan menjadi 4 kategori, antara lain kategori curah hujan ringan (0-100 mm), curah hujan sedang (101-300 mm), curah hujan tinggi (301-400 mm), dan kategori curah hujan sangat tinggi (diatas 401 mm) [5].

Data curah hujan yang diperoleh dari BMKG didapat dari pemasangan alat pengukur curah hujan di beberapa titik yang dianggap bisa mewakili suatu daerah. Namun karena keterbatasan biaya dan tempat maka tidak semua kabupaten atau kecamatan di Indonesia memiliki pos pengamatan curah hujan. Dalam mengatasi hal tersebut, BMKG membangun pos-pos hujan di lokasi yang strategis serta dapat mewakili lokasi lain disekitarnya [6]. Maka untuk menaksir suatu nilai curah hujan diluar pos pengamatan dibutuhkan suatu metode yaitu metode *kriging*.

Metode *kriging* adalah suatu metode geostatistika yang digunakan untuk memprediksi suatu nilai yang tidak tersampel berdasarkan nilai yang diketahui atau tersampel, karena dalam kasus ini digunakan untuk menduga nilai pada lokasi yang datanya tidak diketahui [7]. *Kriging* digunakan untuk mengestimasi besarnya nilai karakteristik dari estimator \hat{Z} pada titik tidak tersampel berdasarkan informasi dari titik – titik tersampel yang berada disekitarnya. Estimator *kriging* $\hat{Z}(s)$ didefinisikan sebagai berikut [8]. $\hat{Z}(s) - m(s) = \sum_{i=1}^n \lambda_i (Z(\vec{s}_i) - m(s_i))$. (1)

Keterangan

$m(s)$ = Nilai mean estimator

$m(s_i)$ = Nilai mean data ke s_i

λ_i = Bobot $Z(s_i)$ untuk estimasi lokasi s_i .

\vec{s}_i = Lokasi berbeda

n = Banyak data

Kriging merupakan metode yang menghasilkan estimator *Best Linier Unbiased Estimator (BLUE)* [9]. Estimator error $\hat{e}(s) = \hat{Z}(s) - Z(s)$ dan bersifat bias. Maka perlu ditentukan $\lambda_i = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ sehingga penduga atau estimator memenuhi kondisi berikut yaitu $E(\hat{e}(s)) = (Unbiased)$, $Var(\hat{e}(s))_{min}$ (*Best*) [10]. Metode *kriging* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *ordinary kriging* yang merupakan suatu metode analisis data geostatistika yang digunakan untuk menduga besarnya nilai yang mewakili suatu titik yang tidak tersampel berdasarkan titik tersampel yang telah diketahui nilainya. *Ordinary Kriging* mengarah kepada prediksi spasial berdasarkan kepada dua asumsi berikut. Asumsi model $Z(s) = \mu + e(s)$, $s \in D$, dan μ tidak diketahui, dan Asumsi prediksi $\hat{Z}(s) = \sum_i \lambda_i Z(s_i)$ dengan $\sum_i \lambda_i = 1$

Dengan :

$\hat{Z}(s)$ = Nilai pendugaan pada lokasi tidak tersampel

$Z(s_i)$ = Nilai pengamatan pada lokasi tersampel

λ_i = Koefisien bobot dari $Z(s_i)$ dengan $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$

$e(s)$ = Nilai error pada $Z(s)$

n = Banyak data

D = Data himpunan lokasi

Dengan adanya korelasi spasial, maka metode *ordinary kriging* menggunakan model *semivariogram eksperimental* yang dibandingkan dengan beberapa *semivariogram teoritis* (Eksponensial, Gaussian, dan Spherical) dan dipilih salah satu model *semivariogram* terbaik untuk mengestimasi nilai curah hujan [11], sehingga diperoleh hasil estimasi yang optimal.

Kabupaten Kuantan Singingi merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Riau. Terdiri dari 15 kecamatan dan 233 desa, memiliki 13 pos pengamatan curah hujan [12]. Penelitian tentang metode *ordinary kriging* menggunakan *semivariogram isotropik* untuk mengestimasi curah hujan Kota Padang sudah dilakukan [18] dari hasil penelitian diperoleh yaitu bentuk dari model *semivariogram* terbaik, menentukan kategori curah hujan berdasarkan intensitasnya di setiap kecamatan dan kelurahan. Berdasarkan penjelasan tersebut maka penulis tertarik untuk mengetahui penggunaan *semivariogram* pada metode *ordinary kriging* untuk mengestimasi curah di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau.

2. METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian terapan. Penelitian terapan adalah mengumpulkan data, kemudian mengaplikasikan data tersebut ke dalam teori [13]. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder yaitu sebuah data yang tidak langsung dikumpulkan dari sumber pertama, seperti dari orang lain atau dokumen-dokumen [14]. Data diperoleh dari petugas Badan Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau berupa data amatan curah hujan bulan Januari dan Februari 2023 serta titik koordinat kecamatan dan desa di Kabupaten Kuantan Singingi. Adapun variabel terikat (Y) dan variabel bebas (X) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Y sebagai variabel bebas (curah hujan) sedangkan X adalah variabel terikat (jarak antar lokasi pos pengamatan)

Langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah: pertama, melakukan analisis statistik deskriptif guna untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran terhadap data pengamatan. Kedua, menghitung nilai *semivariogram eksperimental* berdasarkan sampel dengan syarat bahwa data sampel tidak mengandung pencilan dan bersifat stasioner. Salah satu cara untuk menguji data sampel tidak mengandung pencilan yaitu dengan menguji data tersebut berdistribusi normal yang kemudian di konversi ke nilai *z score*. Maka statistik hitung yang digunakan adalah sebagai berikut [15] :

$$Z_{s(x)} = \left| \frac{Z(s_i) - \mu_i}{\sigma_i} \right| \quad (2)$$

Dimana:

$Z(s_i)$ = Nilai sampel untuk lokasi ke-*i*

μ_i = Mean dari nilai pengamatan

σ_i = Standar deviasi dari nilai pengamatan

Untuk melakukan pendeteksian dilakukan uji hipotesis dengan kriteria sebagai berikut:

Terima H_0 jika $Z_{s(x)} < Z_\alpha$, artinya data bukan merupakan pencilan.

Tolak H_0 jika $Z_{s(x)} \geq Z_\alpha$, artinya data merupakan pencilan.

Dalam penentuan apakah data sampel terdapat pencilan atau tidak dengan taraf signifikansi 95% atau α (0,05) [15].

Suatu data dikatakan stasioner apabila data tersebut tidak mengandung trend yang merupakan suatu gerakan pada suatu garis yang menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan dan penurunan secara keseluruhan , salah satunya dengan meplotkan data kedalam *software Ms. Excel* [16].

Selanjutnya, memformulasikan model *semivariogram teoritis*. Terdapat 3 model dasar *semivariogram teoritis* yang digunakan sebagai pembanding. Model *semivariogram teoritis* tersebut adalah sebagai berikut [17]:



$$\text{Model Spherical } \gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C \left[\left(\frac{3h}{2a} \right) - 0,5 \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & \text{untuk } h \leq a \\ C_0 + C & \text{untuk } h > a \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{Model Eksponensial } \gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \text{Exp} \left(\frac{-3h}{a} \right) \right] \quad (4)$$

$$\text{Model Gaussian } \gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \text{Exp} \left(\frac{-3h^2}{a^2} \right) \right] \quad (5)$$

Keterangan :

C_0 = Nugget Effect

$C_0 + C$ = Sill

a = Range

h = Jarak antar lokasi

Kemudian ditentukan nilai dari setiap model *semivariogram teoritis* yang sudah dibentuk. Hal ini dibutuhkan untuk menguji kecocokan model dan memilih model *semivariogram* terbaik dengan validasi silang. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q_1 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n \varepsilon_k \text{ Dengan } \varepsilon_k = \frac{Z(s_i) - \hat{Z}(s_i)}{\sigma(Z(s_i))} \quad (6)$$

Dimana model valid jika $Q_1 \leq \frac{2}{\sqrt{n-1}}$ dan *semivariogram* terbaik merupakan *semivariogram teoritis* dengan Q_1 terkecil.

Setelah mendapatkan hasil dari *semivariogram teoritis* dengan nilai validasi silang terkecil, maka selanjutnya melakukan perhitungan estimasi menggunakan metode *ordinary kriging*. Parameter *ordinary kriging* setiap lokasi estimasi merupakan hasil perkalian matriks invers *semivariogram* antar data sampel dan matriks *semivariogram* data sampel dengan lokasi estimasi.

Sistem persamaan tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} \gamma(h_{11}) & \gamma(h_{12}) & \gamma(h_{13}) & 1 \\ \gamma(h_{21}) & \gamma(h_{22}) & \gamma(h_{23}) & 1 \\ \gamma(h_{31}) & \gamma(h_{32}) & \gamma(h_{33}) & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma(h_{1p}) \\ \gamma(h_{2p}) \\ \gamma(h_{3p}) \\ 1 \end{pmatrix}$$

Atau $A\lambda = B$ sehingga $\lambda = A^{-1}B$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Deskriptif

Tujuan dari analisis deskriptif yaitu untuk memaparkan data amatan curah hujan pada 13 pos pengamatan yang telah diukur pada bulan Februari 2023, dan data lokasi pada 13 pos pengamatan curah hujan di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. Statistik deskriptifnya dapat dilihat pada tabel – tabel berikut :

Tabel 1. Data Curah Hujan Hasil Pengukuran 13 Pos Pengamatan Curah Hujan Kabupaten Kuantan Singingi

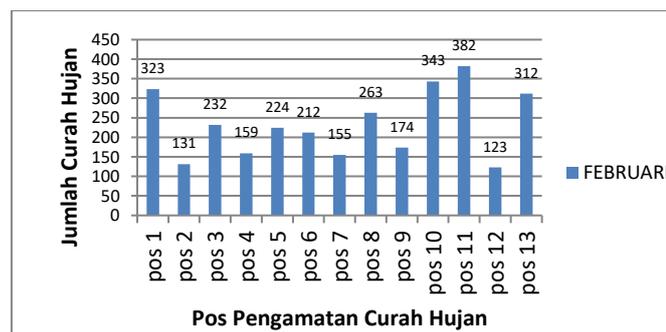
No	Pos	Amatan(mm)
1	Benai	323
2	Cerenti	131
3	Gunung Toar	232
4	Hulu Kuantan	159
5	Inuman	224
6	Kuantan Hilir	212
7	Kuantan Hilir Seberang	155
8	Kuantan Mudik	263
9	Kuantan Tengah	174
10	Pangean	343
No	Stasiun	Amatan(mm)

11	Sentajo Raya	382
12	Singingi	123
13	Singingi Hilir	312

Tabel 2. Data Lokasi 13 Pos Pengamatan Curah Hujan Kabupaten Kuantan Singingi

No	Pos	Bujur	Lintang
1	Benai	101,616	-0,486
2	Cerenti	101,866	-0,497
3	Gunung Toar	101,501	-0,591
4	Hulu Kuantan	101,353	-0,577
5	Inuman	101,800	-0,455
6	Kuantan Hilir	101,751	-0,429
7	Kuantan Hilir Seberang	101,809	-0,608
8	Kuantan Mudik	101,458	-0,666
9	Kuantan Tengah	101,590	-0,550
10	Pangean	101,684	-0,412
11	Sentajo Raya	101,606	-0,489
12	Singingi	101,350	-0,383
13	Singingi Hilir	101,418	-0,265

Deskripsi data curah hujan Kabupaten Kuantan Singingi pada bulan Februari 2023 hasil pengukuran curah hujan di 13 pos pengamatan dinyatakan dalam diagram batang sebagai berikut.



Gambar 1. Curah Hujan Kabupaten Kuantan Singingi Bulan Februari 2023 Hasil Pengukuran di 13 Pos Pengamatan

Berdasarkan Gambar 1, yaitu hasil pengukuran curah hujan di Kabupaten Kuantan Singingi pada bulan Februari 2023 pada 13 pos pengamatan. Diketahui bahwa curah hujan tertinggi yaitu sebesar 382 mm hasil pengukuran pada pos Sentajo Raya, curah hujan terendah yaitu 123 mm hasil pengukuran pada pos Singingi, dan rata – rata curah hujan yaitu sebesar 233,307 mm dengan simpangan baku sebesar 85,444 mm, serta variansi sebesar 7300,731 mm. Hal ini berarti, hujan yang terjadi dalam bulan Februari 2023 disekitaran wilayah tersebut dikategorikan sebagai hujan sedang.

3.2 Analisis Data

Adapun langkah – langkah yang dilakukan dalam analisis data menggunakan metode *ordinary kriging* adalah sebagai berikut :

3.2.1. Memilih Data Yang Tidak Mengandung Pencilan (*Outlier*)

Salah satu cara untuk menguji data sampel tidak mengandung pencilan yaitu dengan menguji data tersebut berdistribusi normal yang kemudian dikonversi ke nilai *z score*. Maka statistik hitung yang

digunakan yaitu rumus pada persamaan (2). Untuk melakukan pendeteksian dilakukan uji hipotesis dengan kriteria sebagai berikut:

Terima H_0 jika $Z_{S(x)} < Z_\alpha$, artinya data bukan merupakan pencilan.

Tolak H_0 jika $Z_{S(x)} \geq Z_\alpha$, artinya data merupakan pencilan.

Dalam penentuan apakah data sampel terdapat pencilan atau tidak dengan taraf signifikansi 95% atau $\alpha (0,05)$ [15].

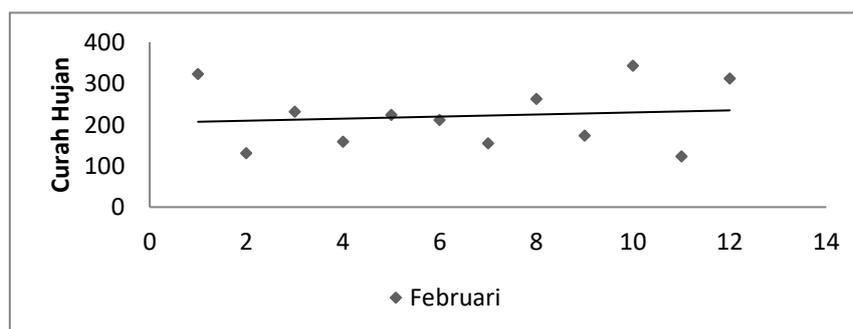
Tabel 3. Uji Pencilan

Pos	Z Hitung	Z Tabel	Keterangan
1	1,049	1,645	Bukan Pencilan
2	1,197	1,645	Bukan Pencilan
3	0,015	1,645	Bukan Pencilan
4	0,869	1,645	Bukan Pencilan
5	0,108	1,645	Bukan Pencilan
6	0,249	1,645	Bukan Pencilan
7	0,916	1,645	Bukan Pencilan
8	0,347	1,645	Bukan Pencilan
9	0,694	1,645	Bukan Pencilan
10	1,283	1,645	Bukan Pencilan
11	1,740	1,645	Pencilan
12	1,290	1,645	Bukan Pencilan
13	0,920	1,645	Bukan Pencilan

Semivariogram tidak akan bekerja pada data yang mengandung pencilan sehingga diperlukan adanya deteksi pencilan. Berdasarkan Tabel 4. Diperoleh hasil bahwa data curah hujan pada pos ke-11 (Pos Sentajo Raya) merupakan pencilan, maka data tidak diikutserakan dalam proses analisis selanjutnya.

3.2.2. Menguji Asumsi Stasioneritas Data

Sebuah data dikatakan stasioner jika pada data tersebut tidak mengandung trend. Trend adalah gerakan berjangka panjang yang menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan dan penurunan secara keseluruhan [16]. Untuk melihat ada atau tidaknya trend pada suatu data maka perlu dilakukan plotting data, dalam hal ini curah hujan sebagai variabel terikat akan di plot berdasarkan pos pengamatan, garis lintang dan garis bujur. Plot data yang diperoleh adalah:



Gambar 2. Scatterplot Data Curah Hujan Dan Pos Pengamatan

Berdasarkan plot data yang sudah dilakukan dapat dilihat bahwa seluruh titik menyebar dan tidak ada mengandung trend. Kesimpulannya bahwa data curah hujan di Kabupaten Kuantan Singingi bulan Februari 2023 stasioner dan akan dilanjutkan perhitungan menggunakan *semivariogram*.

3.2.3. Menghitung *Semivariogram Eksperimental*

Semivariogram Eksperimental merupakan *semivariogram* yang diperoleh berdasarkan data hasil pengamatan [18]. Karena *semivariogram* yang digunakan pada penelitian ini adalah *semivariogram isotropik* maka terlebih dahulu ditentukan jarak antar data berdasarkan koordinat lokasi pos pengamatan

curah hujan [19]. Jarak yang dimaksudkan adalah jarak antar lokasi yang saling terpisah sehingga terdapat pasangan data berbeda dengan jarak tertentu. Perhitungan jarak dilakukan menggunakan rumus jarak Euclidean dan memanfaatkan posisi garis bujur dan garis lintang dari setiap daerah.

Jumlah data jarak antar daerah yang diperoleh sebanyak C_2^{12} yakni berjumlah 66 data dengan jarak yang sangat beragam. Oleh sebab itu data-data tunggal tersebut dijadikan data kelompok dengan metode *sturge* $k = 1 + 3,3 \log(n)$ [20].

Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Pertama, mencari jumlah kelas dengan rumus $k = 1 + 3,3 \log n$ dimana $n = 66$

$$k = 1 + 3,3 \log 66 \approx 7$$

Kedua, mencari jangkauan dengan rumus:

$$r = \text{data terbesar} - \text{data terkecil}$$

$$r = 0,52868 - 0,05595 = 0,47272$$

Selanjutnya, mencari jarak antar kelas dengan rumus

$$\text{jarak antar kelas} = \frac{r}{k} = \frac{0,47272}{7} = 0,06753$$

Kemudian, membuat data kelompok yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data kelompok Curah Hujan di Kabupaten Kuantan Singingi Bulan Februari 2023

Kelas	Data	N(h)
1	0.055 – 0.123	7
2	0.123 – 0.191	13
3	0.191 – 0.258	12
4	0.258 – 0.326	10
5	0.326 – 0.393	10
6	0.393 – 0.461	8
7	0.461 – 0.528	6
Jumlah		66

Setelah data kelompok didapatkan maka dilakukan perhitungan *semivariogram eksperimental* dengan rumus $\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{N(h)} [Z(s_i) - Z(s_i + h)]^2$ (7).

Dengan :

s_i = Lokasi titik sampel

$Z(s_i)$ = Nilai pengamatan pada lokasi s_i

h = Jarak antara dua titik sampel

$s_i, s_i + h$ = Pasangan titik sampel yang berjarak h

$N(h)$ = Banyak pasangan data yang memiliki jarak h

Jarak yang dimaksudkan adalah jarak antar lokasi yang saling terpisah sehingga terdapat pasangan data berbeda dengan jarak tertentu [19]. Hasil *semivariogram eksperimental* disajikan sebagai berikut

Tabel 5. *Semivariogram Eksperimental* Data Curah Hujan Kabupaten Kuantan Singingi Bulan Februari 2023

Kelas	Data	N(h)	$\gamma(h)$
1	0.055 – 0.123	7	3777.142
2	0.123 – 0.191	13	5694.576
3	0.191 – 0.258	12	7458.500



4	0.258	–	0.326	10	6088.300
5	0.326	–	0.393	10	7431.500
Kelas	Data			N(h)	$\gamma(h)$
6	0.393	–	0.461	8	3127.312
7	0.461	–	0.528	6	5292.250
Jumlah				66	

3.2.4. Menentukan Parameter *Sill*, *Nugget*, dan *Range*

Setelah model *semivariogram* dihitung, langkah selanjutnya adalah menentukan parameter yang dibutuhkan untuk membentuk model *semivariogram teoritis*. Parameternya yang akan dicari yaitu parameter *Sill*, *Nugget*, dan *Range* [8]. Parameter *Sill* diperoleh dari variansi data sampel yaitu 5786,99242. *Nugget* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0, sementara parameter *Range* diperoleh dari nilai tengah kelas yang mendekati *Sill*. Kelas yang mendekati *Sill* adalah kelas 2. Nilai tengah dari kelas tersebut adalah $\frac{0,19102-0,12349}{2} = 0,157265$.

3.2.5. Menentukan *Semivariogram Teoritis*

Model *semivariogram teoritis* dibentuk dengan cara mensubstitusikan parameter *sill* dan *range* ke persamaan *semivariogram teoritis*. Sehingga diperoleh model *semivariogram* sebagai berikut.

Pertama, menentukan model spherical dengan menggunakan rumus pada persamaan (3). Sehingga diperoleh :

$$\gamma(h) = \begin{cases} 5786,99242 \left[\left(\frac{3h}{0,31451} \right) - 0,5 \left(\frac{h}{0,157265} \right)^3 \right] & \text{untuk } h \leq 0,157265 \\ 5785,99242 & \text{untuk } h > 0,157265 \end{cases}$$

Selanjutnya, menentukan model eksponensial dengan menggunakan rumus pada persamaan (4). Sehingga diperoleh :

$$\gamma(h) = 5786,99242 \left[1 - \exp \left(-\frac{3h}{0,157265} \right) \right]$$

Kemudian, menentukan model gaussian dengan menggunakan rumus pada persamaan (5). Sehingga diperoleh :

$$\gamma(h) = 5786,99242 \left[1 - \exp \left(-\frac{3h^2}{0,157265^2} \right) \right]$$

Model yang didapatkan harus memenuhi suatu kriteria sehingga model tersebut valid dan cocok untuk digunakan. Langkah yang dapat dilakukan yaitu dengan menghitung *semivariogram teoritis* masing – masing model dan menentukan kriteria dengan cara mencari selisih dengan perhitungan *semivariogram eksperimental*. Berikut hasil perhitungan *semivariogram teoritis*:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Model *Semivariogram Teoritis*

Kelas	Jarak	Spherical	Eksponensial	Gaussian
1	0.123	5415.249	5238.218	4876.829
2	0.191	5358.317	5635.681	5717.788
3	0.258	1411.748	5745.275	5785.252
4	0.326	-7799.873	5775.491	5786.977
5	0.393	-23651.865	5783.821	5786.992
Kelas	Jarak	Spherical	Eksponensial	Gaussian
6	0.461	-47519.542	5786.118	5786.992
7	0.528	-80778.222	5786.751	5786.992

Untuk menentukan model terbaik perlu ditentukan selisih terbaku antara semivariogram eksperimental dengan masing – masing semivariogram teoritis dan merupakan kriteria uji kecocokan model *semivariogram teoritis* yang memenuhi persamaan (6). Maka diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 7. Validasi Silang *Semovariogram Teoritis*

Semivariogram Teoritis	Q_1
Spherical	18.69661
Eksponensial	-0.08843
Gaussian	-0.06601

Model dikatakan valid jika memenuhi $Q_1 \leq \frac{2}{\sqrt{n-1}}$ [10]. Sesuai dengan kondisi data maka model akan valid ketika $Q_1 \leq 0,8165$. Sehingga model yang valid adalah model eksponensial dan model Gaussian.

3.2.6. Melakukan Analisis Struktual

Analisis struktual merupakan sebuah analisis yang digunakan untuk memilih model terbaik *semivariogram* yang dapat digunakan untuk mengestimasi curah hujan. Bila dilihat sekilas berdasarkan plot maka *semivariogram eksponensial* dan Gaussian terlihat sangat berdekatan. Untuk itu diperlukan suatu analisis yang dapat memilih diantara kedua model tersebut. Analisis digunakan dengan membandingkan nilai $|Q_1|$ terkecil. Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa $|Q_1|$ terkecil adalah model Gaussian. Sehingga model *semivariogram* yang digunakan untuk mengestimasi curah hujan di Kabupaten Kuantan Singingi adalah model *semivariogram* Gaussian.

3.2.7. Mengestimasi Curah Hujan Menggunakan *Ordinary Kriging*

Estimasi curah hujan dilakukan pada 15 kecamatan dan 233 desa di Kabupaten Kuantan Singingi. Hasil estimasi dibagi atas estimasi curah hujan tiap kecamatan dan tiap desa pada bulan Februari 2023. Hasil estimasi yang diperoleh adalah sebagai berikut. Pertama, Estimasi Curah Hujan di Seluruh Kecamatan di Kabupaten Kuantan Singingi pada bulan Februari 2023. Kabupaten Kuantan Singingi memiliki 15 kecamatan dan telah terdapat pos pada 13 kecamatan. Sehingga hanya terdapat 2 kecamatan yang belum tersampel, yakni Kecamatan Logas Tanah Darat dan Kecamatan Pucuk Rantau. Dengan menggunakan model *semivariogram* dan *ordinary kriging* maka data curah hujan pada 15 kecamatan tersebut dapat diketahui hasilnya sebagai berikut.

Tabel 8. Data Curah Hujan di Kabupaten Kuantan Singingi pada Bulan Februari 2023 Berdasarkan Kecamatan yang telah tersampel

No	Stasiun	Curah Hujan(mm)
1	Benai	323
2	Cerenti	131
3	Gunung Toar	232
4	Hulu Kuantan	159
5	Inuman	224
6	Kuantan Hilir	212
7	Kuantan Hilir Seberang	155
8	Kuantan Mudik	263
9	Kuantan Tengah	174
10	Pangean	343



11	Singingi	123
12	Singingi Hilir	312

Table 9. Data Curah Hujan pada Pos yang Belum Tersampel (*Ordinary Kriging*)

No	Pos	Curah Hujan (mm)
1	Pucuk Rantau	217, 172
2	Logas Tanah Darat	217, 184

Berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9, maka diperoleh rata – rata curah hujan dan simpangan baku yang disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 10. Nilai Rata - rata, Simpangan Baku, dan Variansi Data Curah Hujan Hujan

	Nilai(mm)
Rata – rata	220, 382
Simpangan Baku	69, 989
Variansi	4898, 529

Berdasarkan Tabel 10, bahwa rata – rata curah hujan di setiap kecamatan di Kabupaten Kuantan Singingi adalah 220.382 mm. Curah hujan tertinggi terjadi di Kecamatan Pangean dengan curah hujan 343 mm, curah hujan paling rendah terjadi di Kecamatan Singingi yakni 123 mm. Simpangan baku dari data curah hujan tersebut adalah 69.9895 mm, dan variansi sebesar 4898, 529 mm. Sehingga curah hujan pada seluruh kecamatan di Kabupaten Kuantan Singingi merupakan kategori hujan sedang.

Selanjutnya, Estimasi curah hujan di seluruh Desa di Kabupaten Kuantan Singingi pada bulan Februari 2023. Kabupaten Kuantan Singingi memiliki 233 desa yang terdaftar secara administrasi. Hasil estimasi curah hujan tiap desa di Kabupaten Kuantan Singingi pada Februari 2023 menggunakan metode *ordinary kriging*. Berdasarkan hasil estimasi curah hujan di tiap Kabupaten Kuantan Singingi pada Februari 2023 menggunakan metode *ordinary kriging* diperoleh hasil dimana curah hujan tertinggi terjadi di Desa Pasar Baru Pangean sebesar 217,185 mm, curah hujan terendah terjadi di Desa Perhentian Sungkai sebesar 217,172 mm dan rata – rata curah hujan yang terjadi di tiap desa di Kabupaten Kuantan Singingi pada bulan Februari 2023 adalah sebesar 217,180 mm dengan simpangan baku sebesar 0.003 mm.

3. 3 Pembahasan

Pada teori yang sudah dikaji sebelumnya, terdapat 13 pos pengamatan curah hujan di Kabupaten Kuantan Singingi dimana setiap pos mewakili curah hujan untuk wilayah disekitarnya. Artinya, curah hujan wilayah selain pos pengamatan tidak diketahui dengan pasti. Maka dilakukan analisis menggunakan metode *ordinary kriging* untuk mengestimasi curah hujan Kabupaten Kuantan Singingi pada bulan Juni 2018 dimana hasil berupa curah hujan tiap kecamatan dan tiap desa. Berdasarkan analisis data diperoleh hasil bahwa curah hujan tiap Kecamatan di Kabupaten Kuantan Singingi dengan curah hujan tertinggi terjadi di di Kecamatan Pangean dengan curah hujan 343 mm. Angka ini menunjukkan bahwa untuk setiap $1m^2$ tertampung 343 mm air hujan dalam waktu satu bulan pengamatan. Curah hujan paling rendah terjadi di Kecamatan Singingi yakni 123 mm. Angka ini menunjukkan bahwa untuk setiap $1m^2$ di Kecamatan Singingi dapat menampung 123 mm air hujan. Rata – rata curah hujan yang terjadi sebesar 220.3827 mm. Artinya selama Februari 2023 setiap $1m^2$ di Kabupaten Kuantan Singingi menampung 220,3827 mm air hujan.

Sementara, hasil estimasi curah hujan tiap desa di Kabupaten Kuantan Singingi pada Februari 2023 dimana curah hujan tertinggi terjadi di Desa Pasar Baru Pangean sebesar 217,185 mm. Angka ini menunjukkan bahwa untuk setiap $1m^2$ tertampung 217,185 mm air hujan dalam waktu satu bulan pengamatan. Curah hujan terendah terjadi di Desa Perhentian Sungkai sebesar 217,172 mm. Angka ini menunjukkan bahwa untuk setiap $1m^2$ tertampung 217,172 mm air hujan dalam waktu satu bulan

pengamatan. Rata – rata curah hujan yang terjadi di tiap desa di Kabupaten Kuantan Singingi pada bulan Februari 2023 adalah sebesar 217,180 mm sehingga merupakan daerah dengan curah hujan sedang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan metode *ordinary kriging* menggunakan model *semivariogram* maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu: Model *semivariogram* terbaik adalah model Gaussian dengan parameter *Sill* yaitu 5786,99242 mm dan *Range* 0.157265 km yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$\gamma(h) = 5786,99242 \left[1 - \exp \left(-\frac{3h^2}{0,157265^2} \right) \right]$$

Berdasarkan data yang diperoleh, estimasi curah hujan di setiap kecamatan di Kabupaten Kuantan Singingi pada Februari 2023. Rata-rata curah hujan di setiap kecamatan di Kabupaten Kuantan Singingi adalah 220.3827 mm. Curah hujan tertinggi terjadi di Kecamatan Pangean dengan curah hujan 343 mm. Curah hujan paling rendah terjadi di Kecamatan Singingi yakni 123 mm. Simpangan baku dari data curah hujan tersebut adalah 69.9895 mm.

Sementara hasil estimasi curah hujan tiap desa di Kabupaten Kuantan Singingi pada Februari 2023 dimana, curah hujan tertinggi terjadi di Desa Pasar Baru Pangean sebesar 217,185 mm. Curah hujan terendah terjadi di Desa Perhentian Sungkai sebesar 217,172 mm. Rata – rata curah hujan yang terjadi di tiap desa di Kabupaten Kuantan Singingi pada bulan Februari 2023 adalah sebesar 217,180 Kabupaten Kuantan Singingi merupakan daerah dengan curah hujan sedang.

REFERENSI

- [1] N. D. Rahayu, B. Sasmito, and N. Bashit, "ANALISIS PENGARUH FENOMENA INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) TERHADAP CURAH HUJAN DIPULAU JAWA," *Geod. Undip*, vol. 7, 2018.
- [2] S. Benerjee, *Hierarchical Modelling and Analysis for Spatial Data*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2004.
- [3] Susilowati and I. Sadad, "Analisa karakteristik Curah Hujan di Kota Bandar Lampung," 2014.
- [4] Chandra, H. "Sistem informasi intensitas curah hujan di daerah ciliwung hulu," vol. 21, no. 3, pp. 45–52.
- [5] A. Dhani, R. Bahtiyar, A. Hoyyi, and H. Yasin, "ORDINARY KRIGING DALAM ESTIMASI CURAH HUJAN DI," vol. 3, pp. 151–159, 2014.
- [6] BMKG NTT, "'Pengertian dalam buletin analisis hujan.'" Stasiun Klimatologi Lasiana Kupang, NTT, 2011.
- [7] Y. Asri and F. Sholihah, "Implementasi Metode Ordinary Kriging pada Data Laju inflasi Kab/Kota di Wilayah Pulau Jawa dalam Masa Pemberlakuan Kegiatan Masyarakat (PPKM)," *Semin. Nas. Stat. X*, 2021.
- [8] Bohling, *Introduction to Geostatistics and Variogram Analysis*. 2005.
- [9] Y. Zhang, *Introduction to Geostatistic - Course Note*. Departement of Geology and Geophysics. Universitas of Wyoming, 2011.
- [10] A. may Purnama, "Peranan Penelitian dan Pendidikan Statistika dalam Perkembangan IPTEK," *Pros. Semin. Nas. Stat. Univ. Islam Bandung*, 2007.
- [11] N. Cressie, *Statistic for Spatial Data*.
- [12] BPS. Kuansing, "Letak Geografis Kabupaten Kuantan Singingi." BPS Kuantan Singingi, Taluk Kuantan, 2021.
- [13] K. MARYATI, *Sosiologi*. Jakarta: ESIS, 2003.
- [14] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung, Alfabeta, 2014.
- [15] S. Shekhar, C. Lu, and P. Zhang, *Approach to Detecting Spatial Outliers*. 2003.
- [16] P. Limbong, G. S. Wangge, and T. M. Falah, "Analisa data berkala dengan semi average," vol. 1, no. 12191686, pp. 1–10, 2020.
- [17] L. Anselin and S. Rey, *Perspectives on Spatial Data Analysis*. Springer. New York, 2009.
- [18] Achiar, A. L. M and Helma, "Metode Ordinary Kriging Menggunakan Semivariogram Isotropik dalam Mengestimasi Curah Hujan Kota Padang," 2019.
- [19] Bachmaier, Martin, and Backes Matthias, "*Understanding The Variances in a Variogram*." Sringer, 2008.
- [20] Putra, A. A, and M. Syafriandi, *Statistika Dasar*. Universitas Negeri Padang, 1999.