

Metode *Ordinary Kriging* Menggunakan *Semivariogram Isotropik* dalam Menghitung Curah Hujan Kota Padang

Anshari Luthfi Maulana Achiar^{#1}, Helma^{*2}

[#]*Student of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

^{*}*Lecturers of Matematics Department Universitas Negeri Padang, Indoneia*

¹anshari_achiar@yahoo.co.id

²helma667@yahoo.co.id

Abstract—*Kriging* is a geostatistical method to predict a spacial object with unknown value based on another spacial object with known value. *Kriging* becomes *semivariogram* model to achieve optimum prediction by using the influence of spacial correlation. Counting rate of rainfall in forecast was one of the special problem in geostatistic. During its measurement, Meteorological Climatological Geophysical Agency (BMKG) was having financial and post obstacles that some districts did not have the rainfall observation center. That condition blocks *kriging* method in counting the rate on that area. One of the *Kriging* method used was *ordinary kriging* conducted for stationary data without outlier to produce a *BLUE (Best Linier Unbiased Estimator)* prediction. The aim of this research is to predict Padang city rate of rainfall on June 2018 within each district and subdistrict.

Key words —*Kriging, Semivariogram, Rainfall.*

Abstrak – *Kriging* merupakan metode geostatistika yang dapat memprediksi suatu objek spasial yang tidak diketahui nilainya berdasarkan objek spasial lainnya yang diketahui nilainya atau tersampel. Dengan adanya pengaruh korelasi spasial, *kriging* menggunakan model *semivariogram* untuk memperoleh suatu prediksi yang optimal. Curah hujan merupakan salah satu permasalahan spasial khususnya geostatistika. Dalam pengukurannya, BMKG terkendala faktor biaya dan tempat sehingga pos pengamatan curah hujan dibangun pada wilayah tertentu. Dan umumnya, curah hujan untuk lokasi di sekitar lokasi pos pengamatan curah hujan tidak diketahui dengan pasti. Curah hujan pada wilayah yang tidak memiliki pos pengamatan dapat diprediksi menggunakan metode *kriging*. Salah satu metode *kriging* yang dapat digunakan yaitu *ordinary kriging*. Metode ini dapat digunakan pada data yang bersifat stasioner dan tidak mengandung pencilan serta menghasilkan prediksi yang bersifat *BLUE (Best Linier Unbiased Estimator)*. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diprediksi curah hujan kota Padang pada bulan Juni 2018, dimana hasil yang diperoleh adalah curah hujan tiap Kecamatan dan tiap Kelurahan.

Kata kunci —*Ordinary Kriging, Semivariogram, Curah Hujan*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada di antara benua Australia dan benua Asia, serta terletak dikawasan khatulistiwa antara 6° LU sampai 11° LS dan dari sekitar 95° BT sampai 141° BT. Indonesia juga dikelilingi oleh lautan Pasifik dan India. Sehingga, kondisi cuaca di Indonesia berubah secara tahunan. Iklim Indonesia juga dikendalikan oleh berbagai faktor. Namun, yang paling dominan salah satunya adalah monsun (angin muson). Akibatnya, terdapat dua musim di Indonesia yaitu musim kemarau dan musim hujan[1].

Curah hujan adalah ketinggian air hujan yang terkumpul pada tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Secara umum dapat dijelaskan bahwa curah hujan merupakan tingginya permukaan air hujan yang menutupi suatu daerah luasan di permukaan bumi. Curah hujan dihitung secara harian, mingguan, hingga tahunan sesuai kebutuhan. Berdasarkan besaran curah hujan bulanan, hujan dapat dikelompokkan sesuai kategori berikut. Hujan ringan berkisar antara 0 - 100 mm, hujan sedang antara 101 mm–300 mm, hujan lebat antara 301–400 mm, dan hujan sangat lebat lebih 401mm[2]. Untuk

mengukur curah hujan digunakan suatu alat yang disebut alat penakar hujan

Dalam mengukur curah hujan suatu wilayah, BMKG membangun pos pengamatan curah hujan pada lokasi tertentu. Pada prosesnya, terdapat faktor keterbatasan seperti biaya dan tempat. Menyikapi hal ini, BMKG membangun pos pengamatan curah hujan tersebut di lokasi yang strategis dan dapat mewakili lokasi lain disekitar[3].

Curah hujan merupakan suatu permasalahan spasial. Secara umum, curah hujan untuk wilayah selain pos pengamatan tidak diketahui secara pasti. Terdapat suatu metode geostatistika yang dapat memprediksi curah hujan untuk wilayah selain pos pengamatan. Metode tersebut disebut *ordinary kriging*. Dengan adanya korelasi spasial, *ordinary kriging* menggunakan *semivariogram* sehingga diperoleh hasil prediksi yang optimal[4]. Terdapat 2 jenis *semivariogram* dimana pada penelitian ini digunakan *semivariogram isotropik* yang memperhitungkan jarak lokasi berbeda sampel[5].

Kota Padang terdiri dari 11 Kecamatan dan 104 Kelurahan. Secara geografis Kota Padang terletak di pesisir pantai barat pulau Sumatera, dengan garis pantai sepanjang lebih dari 60 km. Sekitar lebih dari 60% luas daerah Kota Padang merupakan daerah perbukitan yang ditutupi hutan lindung. Tingkat curah hujan rata-rata 384,88 mm/bulan dengan rata-rata hari hujan 17 hari per bulan. Kondisi ini juga menjadikan Kota Padang rawan akan banjir, namun juga potensial untuk meningkatkan kebutuhan sektor pertanian, pengendalian tata ruang Kota dan lain - lain. [6].

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan diperkirakan curah hujan Kota Padang berdasarkan data pengukuran curah hujan menggunakan metode *ordinary kriging* dimana hasil yang diperoleh berupa curah hujan tiap Kecamatan dan tiap Kelurahan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian terapan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menghitung nilai *semivariogram eksperimental* berdasarkan sampel dengan syarat bahwa sampel tidak mengandung pencilan dan bersifat stasioner, memformulasikan model *semivariogram teoritis*, menguji kecocokan model tersebut[7] dan memilih model *semivariogram* terbaik. Melakukan perhitungan estimasi menggunakan metode *ordinary kriging*. Selanjutnya, interpretasi hasil estimasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari BMKG Lubuk Alung, Sumbar.

Data berupa nilai curah hujan dan koordinat masing – masing pos pengamatan curah hujan di Kota Padang pada bulan Juni 2018.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh wilayah di Kota Padang. Sedangkan sampel pada penelitian ini berupa data yang diperoleh dari hasil pengukuran curah hujan di 6 pos pengamatan curah hujan di Kota Padang. Data sampel yang digunakan, dinyatakan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

TABEL 1
DATA CURAH HUJAN HASIL PENGUKURAN 6 POS
PENGAMATAN CURAH HUJAN KOTA PADANG

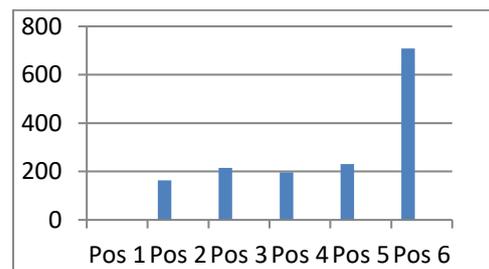
| No | Pos | Amatan |
|----|---------------------------|--------|
| 1 | Bandar Buat | 189,4 |
| 2 | Unand Limau Manis | 164 |
| 3 | Lubuk Minturun | 215 |
| 4 | Muara Palam Parak Karakah | 197 |
| 5 | Tambang Semen Padang | 231 |
| 6 | Waterplan Semen Padang | 709 |

TABEL 2
DATA LOKASI 6 POS PENGAMATAN CURAH HUJAN
KOTA PADANG

| Pos | Bujur | Lintang |
|---------------------------|--------|---------|
| Bandar Buat | 100,42 | -0,953 |
| Unand Limau Manis | 100,44 | -0,916 |
| Lubuk Minturun | 100,38 | -0,846 |
| Muara Palam Parak Karakah | 100,38 | -0,94 |
| Tambang Semen Padang | 100,5 | -0,96 |
| Waterplan Semen Padang | 100,48 | -0,961 |

A. Deskripsi Data

Deskripsikan data curah hujan Kota Padang pada bulan Juni 2018 hasil pengukuran di 6 pos pengamatan dinyatakan dalam diagram batang sebagai berikut.



Gambar 1. Curah Hujan Kota Padang pada Bulan Juni 2018 Hasil Pengukuran di 6 Pos Pengamatan.

Berdasarkan Gambar 1, hasil pengukuran curah hujan Kota Padang pada bulan Juni 2018 di 6 pos pengamatan dapat dikelompokkan sebagai berikut. Curah hujan antara 100 mm – 300 mm, merupakan hasil pengukuran pos 1 (pos Bandar buat), pos 2 (pos Unand Limau Manis), pos 3 (pos Lubuk Minturun), pos 4 (pos Muara Palam Parak Karakah) dan pos 5 (pos Tambang Semen Padang). Hal ini berarti, hujan yang terjadi pada wilayah sekitaran pos 1, pos 2, pos 3, pos 4 dan pos 5

dikategorikan sebagai hujan sedang. Sementara, curah hujan lebih dari 400 mm, merupakan hasil pengukuran pos 6 (pos Warterplan Semen Padang). Hal ini berarti, hujan yang terjadi di sekitaran wilayah pos 6, dikategorikan sebagai hujan sangat lebat.

B. Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada adalah metode ordinary kriging. Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Semivariogram Eksperimental berdasarkan data sampel.

Semivariogram eksperimental adalah semivariogram yang diperoleh berdasarkan data sampel. *Semivariogram* merupakan visualisasi dari korelasi spasial. Karena *ordinary kriging* merupakan metode yang dapat digunakan untuk data yang tidak berpencilan dan bersifat stasioner maka perhitungan *semivariogram eksperimental* juga berdasarkan data yang tidak berpencilan dan bersifat stasioner. Untuk itu, perlu dilakukan beberapa langkah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis secara deskriptif terhadap data sampel berdasarkan tabel berikut :

TABEL 3
RINGKASAN DATA SAMPEL

| | |
|-----------------------|----------|
| Curah Hujan Tertinggi | 709 |
| Curah Hujan Terendah | 164 |
| Mean | 284,23 |
| Simpangan Baku | 209,34 |
| Variansi | 43822,57 |

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh hasil bahwa curah hujan tertinggi yaitu sebesar 709 mm hasil pengukuran pada pos Waterplan Semen Padang. curah hujan terendah yaitu 164 mm hasil pengukuran pada pos Limau Manis Unand rata – rata curah hujan yang terjadi dalam bulan Juni 2018 yaitu 284,23 mm dengan simpangan baku 209,34 mm dan variansi data adalah 43822,57 mm

2. Memilih data yang tidak mengandung pencilan.

Pencilan spasial didefinisikan sebagai nilai observasi pada suatu lokasi yang tidak konsisten atau sangat menyimpang (ekstrim) terhadap nilai observasi pada lokasi lainnya. Salah satu cara untuk menentukan suatu data mengandung pencilan atau tidak yaitu dengan melakukan uji-Z. Hasil pengujian pencilan menggunakan uji-Z adalah sebagai berikut

TABEL 4
UJI PENCILAN

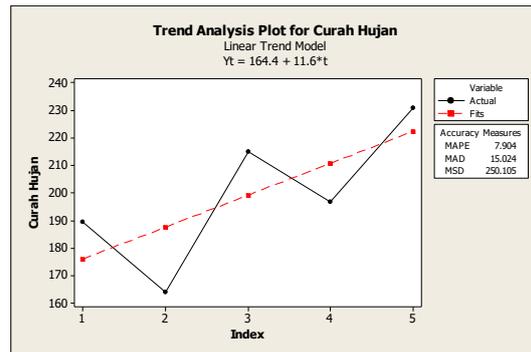
| Pos | Z Hitung | Z Tabel | Ket |
|-----|----------|---------|----------------|
| 1 | -0.453 | 1,645 | Bukan Pencilan |
| 2 | -0.574 | 1,645 | Bukan Pencilan |
| 3 | -0.331 | 1,645 | Bukan Pencilan |
| 4 | -0.416 | 1,645 | Bukan Pencilan |

| | | | |
|---|--------|-------|----------------|
| 5 | -0.254 | 1,645 | Bukan Pencilan |
| 6 | 2.029 | 1,645 | Pencilan |

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh hasil bahwa data curah hujan pada pos ke-6 (Pos Waterplan Semen Padang) merupakan pencilan, maka data tidak diikutsertakan dalam proses analisis selanjutnya.

3. Pengujian Asumsi Stasioneritas.

Pengujian dilakukan dengan cara memplot data sampel yang tidak mengandung pencilan. Plot data yang diperoleh adalah



Gambar 2. Plot Data Curah Hujan Kota Padang pada Bulan Juni 2018.

Berdasarkan plot data diatas, diperoleh bahwa fluktuasi data tidak membentuk suatu trend tertentu sehingga data bersifat stasioner.

4. Menghitung semivariogram eksperimental

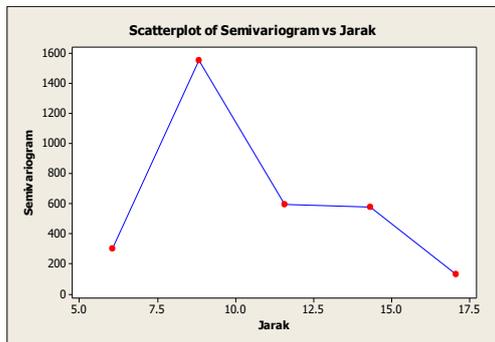
Semivariogram eksperimental merupakan *semivariogram* berdasarkan data sampel. Perhitungan dilakukan pada data yang tidak mengandung pencilan dan bersifat stasioner. Hasil perhitungan *semivariogram eksperimental* digunakan untuk menentukan *range* berdasarkan *sill*, dan sebagai pembanding dalam memilih *semivariogram* terbaik. Hasil perhitungan *semivariogram eksperimental* tersebut, adalah sebagai berikut.

TABEL 5
HASIL PERHITUNGAN SEMIVARIOGRAM EKSPERIMENTAL

| No | Jarak | N(h) | Nilai |
|----|--------|------|----------|
| 1 | 6,057 | 3 | 298,6533 |
| 2 | 8,807 | 2 | 1554,89 |
| 3 | 11,557 | 3 | 596,7267 |
| 4 | 14,307 | 1 | 578 |
| 5 | 17,057 | 1 | 128 |

Selanjutnya ditentukan parameter *sill* dan *range* yang digunakan untuk membentuk model *semivariogram teoritis*. *Sill* yang diperoleh adalah 560,192 yang merupakan variansi sampel. Sementara *range* merupakan jarak ketika *semivariogram* mencapai *sill* dan diperoleh dengan melakukan analisis plot hasil *semivariogram*

eksperimental. Plot hasil *Semivariogram eksperimental* adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Plot Hasil *Semivariogram Eksperimental*

Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat bahwa *semivariogram* mencapai *sill* ketika berada pada jarak mendekati 7,5 km. Sehingga dipilih *range* yaitu 7,5 km.

2. Memformulasikan Model *Semivariogram Teoritis* dan Memilih model *Semivariogram Teoritis* Terbaik

Semivariogram teoritis dapat diartikan sebagai *semivariogram* yang digunakan pada proses estimasi. Terdapat 3 model dasar *semivariogram teoritis*, namun dipilih satu model dan dikenal sebagai model *semivariogram* terbaik.

a. Memformulasikan Model *Semivariogram Teoritis*

Langkah awal yang dapat dilakukan untuk memperoleh model *semivariogram* terbaik adalah memformulasikan model tersebut. Formulasi model dibentuk dengan cara mensubstitusikan parameter *sill* dan *range* ke persamaan *semivariogram teoritis*. Sehingga diperoleh model *semivariogram teoritis* sebagai berikut.

1) Model *Spherical*

$$\gamma(h) = \begin{cases} 650,192 \left[\left(\frac{3h}{15} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{7,5} \right)^2 \right], & h \leq 7,5 \\ 650,192 & \end{cases}$$

2) Model *Eksponensial*

$$\gamma(h) = 650,192 \left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{7,5}\right) \right]$$

3) Model *Gaussian*

$$\gamma(h) = 650,192 \left[1 - \exp\left(-\frac{3h^2}{7,5^2}\right) \right]$$

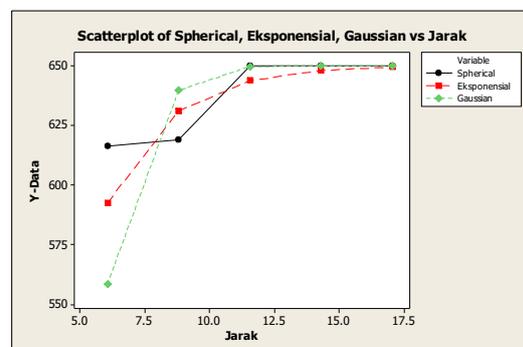
b. Uji Kecocokan Model

Model yang dihasilkan 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* :

TABEL 6
HASIL PERHITUNGAN *SEMIVARIOGRAM TEORITIS*

| Spherical | Eksponensial | Gaussian |
|-----------|--------------|----------|
| 616,407 | 592,539 | 558,304 |
| 618,851 | 631,001 | 639,805 |
| 650,192 | 643,804 | 649,668 |
| 650,192 | 648,065 | 650,181 |
| 650,192 | 649,484 | 650,192 |

Dengan plot hasil *Semivariogram Teoritis* adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Plot Hasil Perhitungan *Semivariogram Teoritis*

Selanjutnya berdasarkan hasil pada Tabel 5 dan 6, dapat ditentukan kriteria sebagai acuan untuk uji kecocokan model. Berikut hasilnya adalah

TABEL 7
UJI KECOCOKAN MODEL

| | Q_1 |
|--------------|----------|
| Spherical | -0,27286 |
| Eksponensial | -0,25629 |
| Gaussian | -0,2433 |

Model akan valid jika $Q_1 \leq 1$. Berdasarkan Tabel 7, dapat disimpulkan bahwa model *semivariogram teoritis* yang telah dibentuk valid dan cocok untuk digunakan.

c. Memilih Model *Semivariogram* Terbaik

Model *semivariogram* terbaik dapat dipilih dengan mempertimbangkan Q_1 terkecil. Berdasarkan Tabel 7, model Gaussian memiliki nilai Q_1 terkecil maka dapat disimpulkan bahwa model *gaussian* merupakan model *semivariogram terbaik*.

3. Menghitung Estimasi Curah Hujan Kota Padang Menggunakan Metode Ordinary Kriging

Estimasi curah hujan dilakukan pada 11 Kecamatan dan 104 Kelurahan di Kota Padang. Hasil estimasi dibagi atas estimasi curah hujan tiap Kecamatan dan tiap Kelurahan pada bulan Juni 2018. Hasil estimasi yang diperoleh adalah sebagai berikut :

a. Estimasi curah hujan tiap Kecamatan di Kota Padang pada bulan Juni 2018.

Hasil estimasi menggunakan metode ordinary kriging dinyatakan dalam tabel berikut

TABEL 8
ESTIMASI CURAH HUJAN TIAP KECAMATAN DI KOTA PADANG BULAN JUNI 2018

| No | Lokasi | Estimasi |
|----|---------------------|-------------|
| 1 | Bungus teluk Kabung | 202,3606335 |
| 2 | Koto Tengah | 203,2299727 |
| 3 | Kuranji | 190,0599697 |
| 4 | Lubuk Begalung | 196,5329979 |
| 5 | Lubuk Kilangan | 227,2565366 |
| 6 | Nanggalo | 203,6646954 |
| 7 | Padang Barat | 200,419631 |
| 8 | Padang Selatan | 201,3501894 |
| 9 | Padang Timur | 197,8363503 |
| 10 | Padang Utara | 201,3584446 |
| 11 | Pauh | 202,3606335 |

Berdasarkan Tabel 8, diperoleh hasil bahwa curah hujan tertinggi terjadi di Kecamatan Lubuk Kilangan yaitu sebesar 227, 256 mm, curah hujan terendah terjadi di Kecamatan Kuranji, sebesar 190,059 mm. Sementara rata - rata curah hujan tiap Kecamatan di Kota Padang yang terjadi pada bulan Juni 2018 yaitu sebesar 202,403 mm.

b. Estimasi curah hujan tiap Kelurahan di Kota Padang pada bulan Juni 2018

Berdasarkan hasil estimasi menggunakan metode ordinary kriging, diperoleh hasil bahwa curah hujan tertinggi terjadi di Kelurahan Batu Gadang, yaitu sebesar 227,117 mm, curah hujan terendah terjadi di Kelurahan Kuranji, yaitu sebesar 167,521 mm. Sementara rata - rata curah hujan tiap Kelurahan di Kota Padang yang terjadi pada bulan Juni 2018, yaitu sebesar 198,816 mm.

C. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan metode ordinary kriging dalam mengestimasi curah hujan Kota Padang pada bulan Juni 2018, dapat disimpulkan dalam hasil berupa curah hujan tiap Kecamatan dan tiap Kelurahan. Berikut hasil beserta interpretasi estimasi yang diperoleh :

1. Estimasi Curah Hujan tiap Kecamatan di Kota Padang pada Bulan Juni 2018 menggunakan metode ordinary kriging diperoleh hasil sebagai berikut :

Curah hujan tertinggi terjadi di Kecamatan Lubuk Kilangan yaitu sebesar 227, 256 mm. Artinya, 227, 256 mm air hujan yang terjadi di Kecamatan Lubuk Kilangan pada bulan Juni 2018 tertampung pada suatu wadah seluas $1 m^2$ dalam kurun waktu sebulan. Sementara curah hujan terendah terjadi di Kecamatan Kuranji, sebesar 190, 059 mm. Artinya, 190, 059 mm air hujan yang terjadi di Kecamatan Kuranji pada bulan Juni 2018 tertampung pada suatu wadah seluas $1 m^2$ dalam kurun waktu sebulan. Rata - rata curah hujan tiap Kecamatan di Kota Padang yang terjadi pada bulan Juni 2018 yaitu sebesar 202,403 mm. Artinya, 202,403 mm air hujan yang terjadi di Kota Padang pada bulan Juni 2018 tertampung pada suatu wadah seluas $1 m^2$ dalam kurun waktu sebulan. Berdasarkan hasil ini, hujan yang terjadi di Kota Padang pada Bulan Juni 2018 digolongkan sebagai hujan sedang dengan curah hujan berkisar antara 190,059 mm - 227,256 mm.

2. Estimasi Curah Hujan tiap Kelurahan Kota Padang pada Bulan Juni 2018 menggunakan metode ordinary kriging diperoleh hasil sebagai berikut :

Curah hujan tertinggi terjadi di Kelurahan Batu Gadang, yaitu sebesar 227,117 mm. Artinya, 227,117 mm air hujan yang terjadi di Kelurahan Batu Gadang pada bulan Juni 2018 tertampung pada suatu wadah seluas $1 m^2$ dalam kurun waktu sebulan. Sementara curah hujan terendah terjadi di Kelurahan Kuranji, yaitu sebesar 167,521 mm. Artinya, 167,521 mm air hujan yang terjadi di Kelurahan Kuranji pada bulan Juni 2018 tertampung pada suatu wadah seluas $1 m^2$ dalam kurun waktu sebulan. Rata - rata curah hujan tiap Kelurahan di Kota Padang yang terjadi pada bulan Juni 2018, yaitu sebesar 198,816 mm. Artinya, 198,816 mm air hujan yang terjadi di Kota Padang pada bulan Juni 2018 tertampung pada suatu wadah seluas $1 m^2$ dalam kurun waktu sebulan. Berdasarkan hasil ini, hujan yang terjadi di Kota Padang pada Bulan Juni 2018 digolongkan sebagai hujan sedang dengan curah hujan berkisar antara 167,521 mm - 227,117 mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Model semivariogram terbaik yang digunakan adalah model gaussian dengan parameter sill dan range yaitu 650.192 dan 7,5 adalah sebagai berikut :

$$\gamma(h) = 650,192 \left[1 - \exp \left(- \frac{3h^2}{7,5^2} \right) \right]$$

2. Hasil Estimasi tiap Kecamatan di Kota Padang pada bulan Juni 2018 diperoleh hasil bahwa curah hujan tertinggi terjadi di Kecamatan Lubuk Kilangan yaitu sebesar 227, 256 mm. Sedangkan curah hujan terendah terjadi di Kecamatan Kuranji, sebesar 190,059 mm. Rata - rata curah hujan tiap Kecamatan di Kota Padang yang terjadi pada bulan Juni 2018 yaitu sebesar 202,403 mm.
3. Hasil Estimasi tiap Kelurahan di Kota Padang pada bulan Juni 2018 diperoleh hasil bahwa curah hujan tertinggi terjadi di Kelurahan Batu Gadang, yaitu sebesar 227,117 mm. Sedangkan curah hujan terendah terjadi di Kelurahan Kuranji, yaitu sebesar 167,521 mm. Rata - rata curah hujan tiap Kelurahan di Kota Padang yang terjadi pada bulan Juni 2018, yaitu sebesar 198,816 mm.

REFERENSI

- [1] Wirjohamidjojo, Soerjadi & Swarinoto, Yunus. 2010. *Iklim Kawasan Indonesia (dari Aspek Dinamik – Sinoptik)*. BMKG. Jakarta.
- [2] Dhani, Riau.B.A.2014. “Ordinary Kriging dalam Estimasi Curah Hujan di Kota Semarang”.*Jurnal Gaussian*. Vol 3, No. 2 : Hal 151 – 159.
- [3] BMKG, Staklimlasiana.2011. “Pengertian dalam buletin analisis hujan”.staklimlasiana.blogspot.com, diakses tanggal 28 januari 2019.
- [4] Cressie, N.1993. *Statistic for Spatial Data*. Revised Edition. New York : Willey.
- [5] Bachmaier, Martin & Backes, Matthias. 2008. “Understanding The Variances in a Variogram”. *Precision Agric* 9: (173 – 175). Springer.
- [6] Badan Pusat Statistik. 2015. “Letak Geografis Kota Padang”.<http://padangkota.bps.go.id>, diakses 28 januari 2019.
- [7] Purnama, Anjay May, dkk. 2007. “Peranan Penelitian dan Pendidikan Statistika dalam Perkembangan IPTEK”. *PROSIDING Seminar Nasional Statistika*. Jurusan Statistika. Universitas Islam Bandung.