

Pendugaan Metode Ordinary Kriging (Studi Kasus Data Curah Hujan di Malang Raya)

Novia Nur Rohma ^{1,*}

1 STAI AL Yasin

DOI: <https://doi.org/10.47134/trilogi.v2i1.33>

*Correspondensi: Novia Nur Rohma

Email: novia.nnr45@gmail.com



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Geostatistika merupakan ilmu yang berfokus pada data spasial. Dalam geostatistika terdapat metode pendugaan untuk menangani variabel yang mempunyai nilai bervariasi dengan berubahnya lokasi atau tempat yang disebut variabel terregionalisasi. Metode pendugaan yang digunakan untuk menangani variabel terregionalisasi disebut metode *kriging*. Dalam metode *ordinary kriging* perlu memperhitungkan *semivariogram*. Hujan merupakan suatu proses jatuhnya air yang berasal dari awan ke bumi. Hujan diukur melalui curah hujan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi metode *ordinary kriging* pada data berdistribusi normal dan data berdistribusi tidak normal, serta menentukan *semivariogram* terbaik. Data yang digunakan adalah data curah hujan bulanan di Malang Raya periode Januari 2016 s/d Desember 2016. Dari dataset bulanan curah hujan, data yang berdistribusi normal pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Agustus, September, Oktober, November dan Desember 2016, sedangkan data yang berdistribusi tidak normal pada bulan Juli. Metode *ordinary kriging* dapat digunakan untuk menganalisis data berdistribusi normal dan data berdistribusi tidak normal.

Keywords: kriging; semivariogram; curah hujan

Abstrak: Geostatistics is a science that focuses on spatial data. In geostatistics, there is an estimation method to handle variables whose values vary with the change in location or place, which are called regionalized variables. The estimation method used to handle regionalized variables is called the kriging method. In the ordinary kriging method it is necessary to take into account the semivariogram. Rain is a process of falling water from the clouds to the earth. Rain is measured through rainfall. The purpose of this study was to determine estimation of the ordinary kriging method on normally distributed data and abnormally distributed data, and determine the best semivariogram. The data used is monthly rainfall data in Malang Raya for the period January 2016 to December 2016. From the monthly rainfall dataset, the data are normally distributed in January, February, March, April, May, June, August, September, October, November and December 2016, while the data are not normally distributed in July. Ordinary kriging method can be used to analyze data with normal distribution and data with abnormal distribution

Keywords: kriging; semivariogram; rainfall

Pendahuluan

Kawasan Malang Raya berada di antara beberapa gunung sehingga memiliki keadaan geografis yang sangat bervariasi, sehingga memungkinkan terdapat lokasi yang tidak tersampel untuk data curah hujan. Secara umum, curah hujan di daerah sekitar pos-pos hujan tidak bisa diketahui secara pasti karena pengukuran tidak dilakukan di setiap lokasi. *Ordinary kriging* memanfaatkan nilai spasial pada lokasi tersampel dan variogram yang menunjukkan korelasi antar titik spasial untuk memprediksi nilai pada lokasi lain yang belum tersampel, dimana nilai prediksi tersebut tergantung pada kedekatannya terhadap lokasi tersampel.

Pada *Ordinary Kriging* penduga suatu nilai variabel pada titik tertentu dilakukan dengan cara mengamati data yang sejenis pada daerah lain. Bobot dalam metode *ordinary kriging* ini dipengaruhi oleh model variogram, sehingga ketepatan pada pemilihan model variogram akan memberikan pendugaan yang baik pada metode *kriging* (Isaaks dan Srivastava, 1989). Variogram merupakan grafik variansi terhadap jarak (*lag*), dan setengah dari kuantitas variogram disebut semivariogram. Semivariogram dapat digunakan untuk mengukur korelasi spasial berupa variansi beda pengamatan pada lokasi. Terdapat beberapa model semivariogram, semivariogram yang sering digunakan yaitu model semivariogram *spherical*, *exponential*, dan *Gaussian* (Bohling, 2005).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis bermaksud untuk mengetahui bagaimana klasifikasi data curah hujan di Malang Raya berdasarkan distribusinya, estimasi metode *ordinary kriging*, serta *semivariogram* terbaik.

Metode

Sumber data dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder curah hujan bulanan di Malang Raya tahun 2016 dalam satuan mm/bulan. Data sekunder didapatkan dari UPT Pengelolaan Sumber Daya Air Malang Raya, berdasarkan data dari UPT Pengelolaan Sumber Daya Air Malang Raya diketahui bahwa terdapat 44 pos curah hujan yang terletak secara menyebar yaitu 3 pos curah hujan di kota Malang, 7 pos curah hujan di kota Batu dan 34 pos curah hujan di Kabupaten Malang

Analisis Data

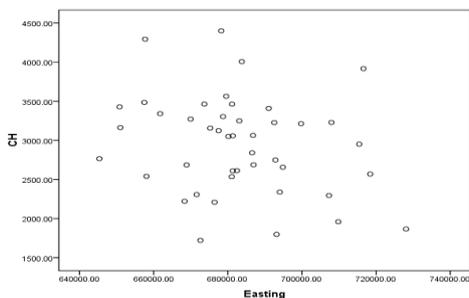
Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan peta yang telah didigitasi dalam format SHP.
2. Menjelaskan stasioneritas data dengan melihat hasil deskriptif melalui plotting data menurut koordinat lokasi (*latitude* dan *longitude*). Apabila data tidak memiliki kecenderungan pola (*trend*) naik atau turun dari data spasial dengan garis lintang (*latitude*) atau garis bujur (*longitude*) dengan kata lain acak, maka metode *ordinary kriging* dapat digunakan. Namun apabila terdapat kecenderungan pola maka metode *ordinary kriging* tidak dapat digunakan. Jika terdapat *trend* maka perlu dilakukan transformasi.
3. Melakukan deteksi kenormalan data dengan uji *Kolmogorov Smirnov*.
4. Menganalisis data dengan metode interpolasi spasial *ordinary kriging*
 - a. Membentuk *semivariogram* eksperimental/ *semivariogram cloud*
 - b. Membentuk *semivariogram* teoritis dengan menggunakan tiga model yaitu *spherical*, *exponential*, dan *gaussian*
 - c. Menganalisis ketepatan model variogram *spherical*, *exponential*, dan *gaussian* dengan menggunakan RMSE
5. Membuat peta dari hasil interpolasi terbaik

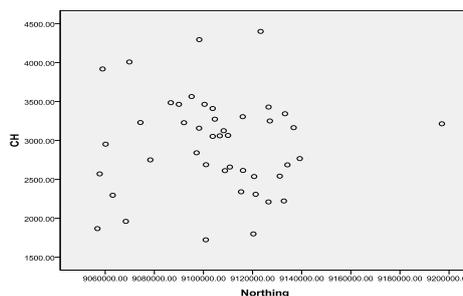
Hasil dan Pembahasan

Stasioneritas

Metode *ordinary kriging* menghendaki data pengamatan bersifat stasioner yaitu data pengamatan harus memiliki rata-rata dan ragam yang konstan di setiap lokasi atau data pengamatan tidak mengandung *trend*. Menurut Suprajitno (2005), suatu data spasial dikatakan stasioner apabila data tersebut tidak mengandung trend. Apabila terdapat *trend* maka hasil interpolasi metode *ordinary kriging* tidak akurat. Pemeriksaan *trend* dilakukan dengan cara membentuk plot dari data curah hujan tahunan di Wilayah Malang Raya terhadap arah garis lintang atau *easting* serta garis bujur atau *northing*. Untuk membentuk plot diperlukan koordinat bagi masing-masing titik pos hujan yang berada di Wilayah Malang Raya. Plot terhadap koordinat garis lintang (*easting*) ditampilkan dalam Gambar 1., sedangkan plot terhadap koordinat garis bujur (*northing*) ditampilkan dalam Gambar 2.



Gambar 1



Gambar 2

Dilihat dari Gambar 1 dan Gambar 2 diketahui bahwa tidak terdapat kecenderungan baik naik ataupun turun nilai curah hujan di Wilayah Malang Raya untuk *easting* dan *northing*, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat *trend* pada data curah hujan di Wilayah Malang Raya tahun 2016.

Uji Kenormalan

Penyimpangan dari normalitas dan stasioneritas dapat menyebabkan masalah akurasi yang kurang baik, sehingga langkah awal yang terbaik adalah dengan melihat histogram atau plot data untuk memeriksa normalitas dan sebaran data untuk memeriksa trend (Bohling, 2005). Uji kenormalan dilakukan dengan melihat histogram dan uji Kolmogorov Smirnov. Hasil uji Kolmogorov Smirnov dari 44 pos curah hujan pada bulan Januari sampai Desember 2016 di Malang Raya ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji *Kolmogorov-Smirnov*

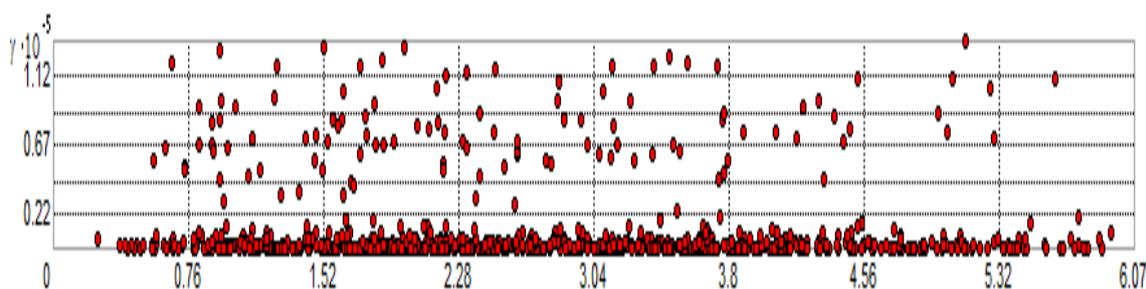
Bulan	Nilai Signifikansi	Keterangan
Januari	0.308	Normal
Februari	0.952	Normal
Maret	0.414	Normal
April	0.634	Normal
Mei	0.276	Normal
Juni	0.611	Normal

Bulan	Nilai Signifikansi	Keterangan
Juli	0.031	Tidak Normal
Agustus	0.726	Normal
September	0.576	Normal
Oktober	0.388	Normal
November	0.848	Normal
Desember	0.439	Normal

Pada data curah hujan bulan Januari sampai dengan Desember 2016 diketahui semua bulan berdistribusi normal kecuali bulan Juli. Menurut Bohling (2005), metode geostatistika akan mendapatkan nilai yang optimal atau memiliki nilai akurasi yang tinggi ketika diterapkan pada data yang berdistribusi normal dan stasioner. Selanjutnya akan di interpolasi dengan menggunakan ordinary kriging.

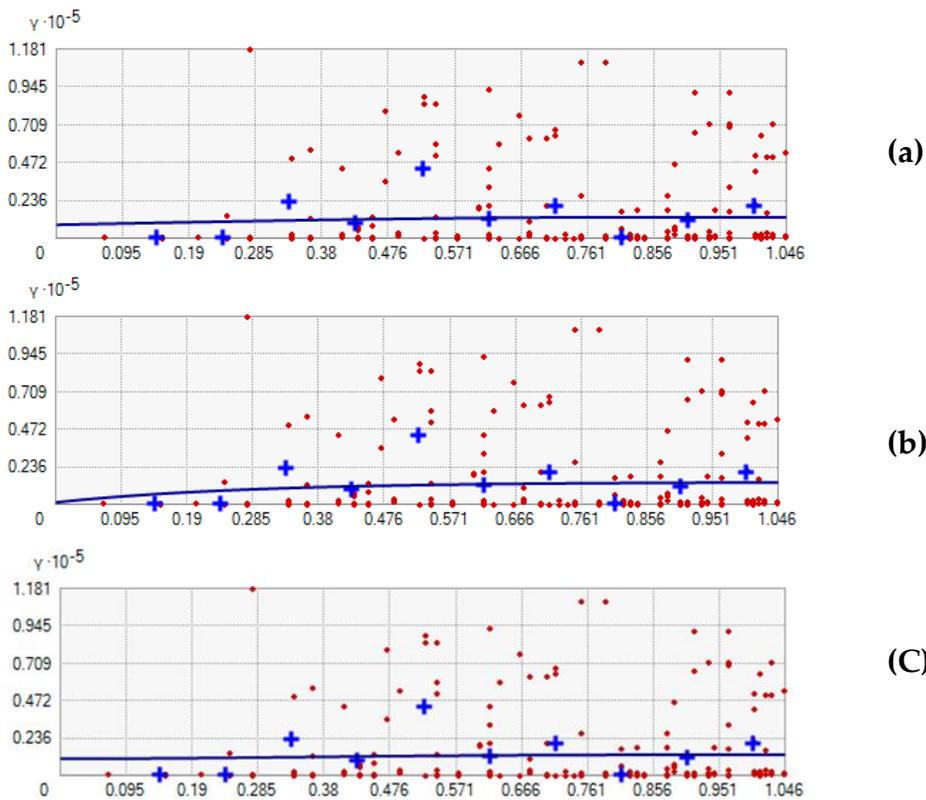
Interpolasi *Ordinary Kriging*

Interpolasi spasial merupakan suatu metode yang digunakan untuk memprediksi nilai yang tidak diketahui berdasarkan nilai yang diperoleh dari suatu pengamatan (Pawitan, 2001). Langkah pertama dalam melakukan interpolasi *ordinary kriging* adalah membentuk *semivariogram* eksperimental. *Semivariogram* eksperimental dihitung dari data pengukuran dan kemudian diplotkan sebagai fungsi dari jarak (Gaetan dan Guyon, 2010). Hasil perhitungan semivariogram empirik ditampilkan dalam bentuk grafik yang sering disebut *semivariogram cloud*. Bentuk *semivariogram cloud* data curah hujan bulan Juli 2016 ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. curah hujan bulan Juli 2016

Dari hasil semivariogram cloud pada Gambar 3 terdapat kesulitan untuk melihat pola dalam menentukan model semivariogram yang sesuai karena memiliki banyak titik amatan, sehingga perlu dilakukan pengelompokan berdasarkan jarak (*binning*) untuk mempermudah dalam pemodelan semivariogram dengan cara memasukkan data ke dalam suatu rentang interval. Proses pengelompokan bertujuan untuk memudahkan dalam interpretasi (Gribov, Krivoruchko, dan Ver Hoef, 2001). Semivariogram hasil binning pada data curah hujan di Malang Malang Raya bulan Juli 2016 ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Semivariogram Binning Data Curah Hujan di Malang Raya pada Bulan Juli 2016 (a) semivariogram Spherical (b) semivariogram Exponential (c) semivariogram Gaussian

Gambar 4 merupakan semivariogram yang sudah dilakukan binning. Titik berwarna merah merupakan titik binned pada tiap lag, sedangkan titik yang berwarna biru menunjukkan rata-rata binned di setiap lagnya. Setelah dilakukan binning kemudian melakukan pemodelan semivariogram dengan cara analisis struktural yaitu dengan mencocokkan semivariogram eksperimen dengan semivariogram teoritis untuk digunakan dalam pendugaan agar diperoleh bentuk pola kovarians yang halus dan kontinyu sehingga dapat digunakan untuk menurunkan matriks kovarian dalam perhitungan kriging (Bailey dan Gatrell, 1995). Model semivariogram teoritis yang digunakan adalah *spherical*, *exponential* dan *gaussian* (Bohling, 2005). Berikut merupakan model semivariogram pada bulan Juli 2016.

a. Model *spherical*

$$\gamma(h) = \begin{cases} 13172.8 \left(1.5 \left(\frac{h}{8373.171} \right) - 0.5 \left(\frac{h}{8373.171} \right)^3 \right) & \text{untuk } h \leq 8373.171 \\ 13172.8 & \text{selainnya} \end{cases}$$

b. Model *exponential*

$$\gamma(h) = \begin{cases} 129506.1 \left(1 - \exp \left(\frac{-3h}{8373.171} \right) \right) & h \neq 0 \\ 0 & h = 0 \end{cases}$$

c. Model gaussian

$$\gamma(h) = \begin{cases} 15014.95 \left(1 - \exp\left(\frac{-3h^2}{8373.171^2}\right) \right) & h \neq 0 \\ 0 & h = 0 \end{cases}$$

Pada *semivariogram* model *spherical* memiliki nilai duga *sill* sebesar **13172.8** m yang menunjukkan nilai *semivariogram* mencapai nilai stabil yaitu ketinggian maksimal dimana nilai *semivariogram* sudah tidak terdapat lagi korelasi antar data. Nilai jarak saat *semivariogram* mencapai *sill* sebesar **8373.171** m. Setelah didapatkan model *semivariogram*, selanjutnya dilakukan proses pemilihan model terbaik untuk ketiga model *semivariogram* berdasarkan kriteria pemilihan model terbaik. Metode *kriging* dikatakan memiliki akurasi pendugaan yang baik apabila memiliki nilai RMSE yang kecil (Oliver dan Webster, 2015).

Tabel 2. Nilai RMSE Tiga Model *Semivariogram Ordinary Kriging*

Bulan	Model <i>Semivariogram</i>	RMSE
Januari	<i>Spherical</i>	71.285
	<i>Exponential</i>	1.51E-06
	<i>Gaussian</i>	1.50E-14
Februari	<i>Spherical</i>	101.043
	<i>Exponential</i>	101.085
	<i>Gaussian</i>	116.444
Maret	<i>Spherical</i>	84.151
	<i>Exponential</i>	84.236
	<i>Gaussian</i>	98.440
April	<i>Spherical</i>	46.813
	<i>Exponential</i>	3.67E-14
	<i>Gaussian</i>	78.993
Mei	<i>Spherical</i>	1.240
	<i>Exponential</i>	1.240
	<i>Gaussian</i>	1.240
Juni	<i>Spherical</i>	9.318
	<i>Exponential</i>	9.318
	<i>Gaussian</i>	9.318
Juli	<i>Spherical</i>	72.636
	<i>Exponential</i>	58.447
	<i>Gaussian</i>	91.345
Agustus	<i>Spherical</i>	21.656
	<i>Exponential</i>	4.256
	<i>Gaussian</i>	31.497
September	<i>Spherical</i>	18.882
	<i>Exponential</i>	4.5E-13
	<i>Gaussian</i>	60.490

Bulan	Model Semivariogram	RMSE
Oktober	<i>Spherical</i>	74.004
	<i>Exponential</i>	74.353
	<i>Gaussian</i>	85.074
November	<i>Spherical</i>	118.256
	<i>Exponential</i>	116.365
	<i>Gaussian</i>	137.660
Desember	<i>Spherical</i>	80.769
	<i>Exponential</i>	63.249
	<i>Gaussian</i>	69.352

Keterangan: Angka dengan cetak tebal menunjukkan RMSE terkecil

Untuk mengetahui ragam ketiga model *semivariogram* sama atau berbeda maka dilakukan pengujian secara statistik. Tujuan utama dari analisis ragam adalah menduga dan menguji perbedaan perlakuan yang diminati serta memperoleh gagasan dari ketepatan dugaan, misalnya dugaan simpangan baku dari galat, batas kepercayaan dan sebagainya. Salah satu asumsi yang mendasari analisis ragam adalah galat percobaan mempunyai ragam yang homogen atau konstan. Uji yang digunakan adalah uji *Bartlet* (Supranto, 2009). Hasil uji *Bartlet* dari bulan Januari 2016 sampai Desember 2016 ditampilkan pada Tabel 3. Hipotesis pengujiannya adalah sebagai berikut:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

H_1 : minimal ada satu σ_i^2 yang berbeda

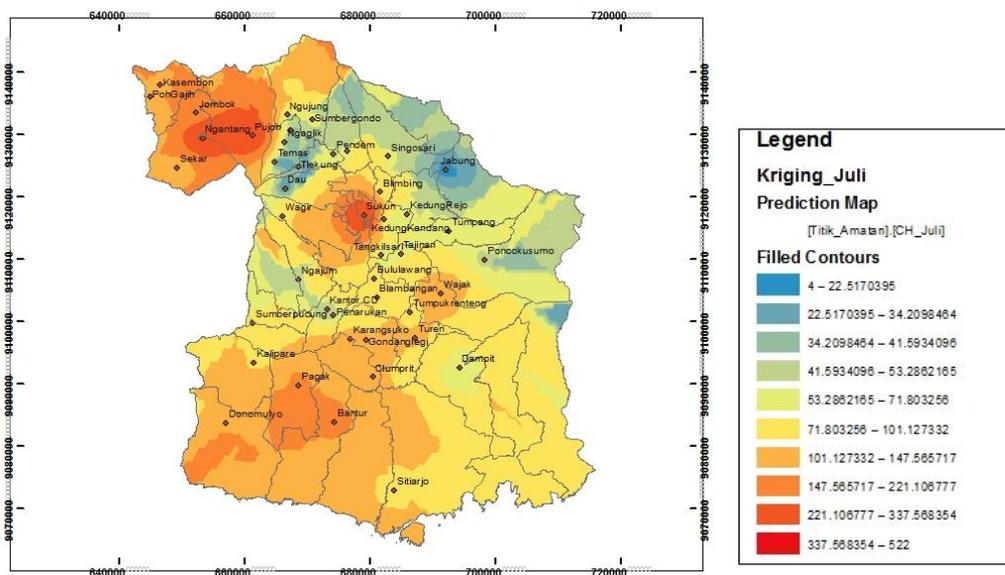
Tabel 3. Hasil P-Value Uji *Bartlet* Model *Semivariogram Ordinary Kriging*

Bulan	P-Value
Januari	1×10^{-10}
Februari	1×10^{-14}
Maret	0.923
April	0.007
Mei	0.995
Juni	0.989
Juli	0.029
Agustus	0.005
September	0.281
Oktober	0.764
November	0.015
Desember	0.548

Berdasarkan Tabel 3. dengan taraf nyata 5% diketahui bahwa bulan Maret, Mei, Juni, September, Oktober dan Desember memiliki ragam ketiga model *semivariogram* sama artinya *semivariogram spherical*, *exponential* dan *gaussian* dapat digunakan pada bulan

Maret, Mei, Juni, September, Oktober dan Desember. Namun peneliti memilih *semivariogram* dengan RMSE yang paling kecil yaitu *semivariogram exponential* pada Mei, Juni, September, Desember, dan *semivariogram spherical* pada Maret dan Oktober. Pada bulan Januari, Februari, April, Juli, Agustus, dan November memiliki nilai $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak, sehingga ragam *semivariogram spherical*, *exponential* dan *gaussian* berbeda. Berdasarkan hasil tersebut maka RMSE dapat menentukan *semivariogram* terbaik berdasarkan nilai terkecil. Salah satu peta hasil interpolasi menggunakan *semivariogram exponential* yaitu pada bulan Juli 2016 ditampilkan pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5 hasil interpolasi dikelompokkan ke dalam 10 kelas dan dari setiap kelas memiliki warna yang berbeda. Semakin tinggi hasil interpolasi curah hujan maka peta tersebut akan berwarna orange. Begitupun sebaliknya, semakin rendah hasil interpolasi curah hujan maka peta tersebut akan berwarna biru. Menurut BMKG (2013) curah hujan rendah berkisar 0-100 mm, curah hujan menengah berkisar 101-300 mm, curah hujan tinggi berkisar 301- 500 mm dan curah hujan sangat tinggi lebih dari 501 mm. Berdasarkan hasil interpolasi *ordinary kriging* menggunakan *semivariogram exponential* wilayah di sekitar selatan Malang Raya memiliki curah hujan menengah.



Gambar 5. Peta Interpolasi *Ordinary Kriging* Data Curah Hujan di Malang Raya Bulan Juli 2016

Simpulan

1. Klasifikasi pada data curah hujan Malang Raya tahun 2016 dibedakan atas 2 data, yaitu data berdistribusi normal dan data berdistribusi tidak normal. Data berdistribusi Normal terdapat pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Agustus, September, Oktober, November, Desember. Sedangkan data berdistribusi tidak normal pada bulan Juli.
2. Metode *ordinary kriging* memiliki *semivariogram exponential* terbaik pada bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, November dan Desember. *Semivariogram spherical*

terbaik pada bulan Februari, Maret, Mei, Juni dan Oktober. *Semivariogram gaussian* terbaik pada bulan Januari, Mei dan Juni.

3. *Ordinary kriging* dapat digunakan untuk interpolasi data curah hujan di semua bulan. Berdasarkan nilai RMSE, *ordinary kriging* lebih baik digunakan pada bulan dengan data berdistribusi normal.

Daftar Pustaka

- Bailey, T. dan Gatrell, A. (1995). *Interactive Spatial Data Analysis*. Essex: Pearson Education Limited.
- Bohling, G. (2005). *Kriging*. <http://people.ku.edu/~gbohling/cpe940>. Tanggal akses 20 April 2016.
- Gaetan, C. dan Guyon, X. 2010. *Spatial Statistics and Modeling*. New York: Springer Science+Business Media., LLC.
- Gribov, A., Krivoruchko, K., dan Ver Hoef, J. M. (2001). *Modelling the Semivariogram: New Approach, Methods Comparison and Case Study*. www.esri.com/software/arcgis/extensions/geostatistical/about/literature.html-19k-. Tanggal akses 2 September 2016.
- Isaaks, E.H dan Srivastava, R.M., (1989). *Applied Geostatistics*. New York: Oxford University Press.
- Oliver, M.A., dan Webster, R. (2015). *Basic Steps in Geostatistics: The Variogram and Kriging*. London: Springer.
- Pawitan, G. (2001). *Analysis of Agregated Spatial Social data*. Disertasi. Australia: University of Wollongong.
- Suprajitno, M. (2005). *Pengantar Geostatistik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Supranto, J. (2009). *Statistik Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.