

*Corresponding author: Sitti Masyitah Meliyana R, Department of Statistics, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90223, Indonesia

E-mail: sittimasyitahmr@unm.ac.id

RESEARCH ARTICLE

Analysis of the Distribution of Diarrhea Patients in Bogor Regency Month Using the Ordinary Kriging Method

Sitti Masyitah Meliyana R* & Ansari Saleh Ahmar

Department of Statistics, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90223, Indonesia

Abstract:

Ordinary kriging is the most widely used kriging method. It serves to estimate a value at a point of a region for which a variogram is known, using data in the neighborhood of the estimation location. Ordinary kriging can also be used to estimate a block value. With local second-order stationarity, ordinary kriging implicitly evaluates the mean in a moving neighborhood. To see this, first a kriging estimate of the local mean is set up, then a simple kriging estimator using this kriged mean is examined. The objective of this study was to determine the pattern of diarrheal disease spread in Bogor Regency. The method according to the purpose of this research is Ordinary Kriging. To know the distribution of diarrhea disease in Bogor Regency by looking at the result of countour plot. Based on the countour plot, the area that has the highest number of diarrhea sufferers around Barekah and Bojonggenteng villages is marked with White contour color with the range of diarrhea sufferer is 40 - 43 people. Areas with the highest number of diarrheal diseases indicate that the area has a relationship with the number of diarrheal diseases in the surrounding area. Therefore, the area needs to be prioritized in improving water sanitation, counseling to the community and improving health services.

Keywords: Diarrhea, Geostatistics, Ordinary Kriging,

1. Introduction

Metode interpolasi kriging dikembangkan pertama kali 40 tahun yang lalu oleh Georges Matheron dan diberi nama kriging untuk menghormati insinyur pertambangan Afrika yang bernama D.G Krige. Kriging dikembangkan dalam upaya untuk memprediksi cadangan bijih yang lebih akurat. Metode ini banyak digunakan dalam industri mineral dan menjadi alat yang fundamental dalam bidang geostatistik. Selama dekade terakhir, metode ini telah disebarluaskan memasuki bidang-bidang lain.

Kriging adalah metode interpolasi spasial untuk menduga nilai suatu peubah pada lokasi tertentu, berdasarkan lokasi tertentu, berdasarkan nilai terboboti dari peubah yang sama pada lokasi lainnya. Eestimasi nilai dari sebuah titik atau blok sebagai kombinasi linier dari nilai contoh yang terdapat disekitar titik yang akan diestimasi. Kriging didasarkan pada asumsi bahwa parameter yang diinterpolasi dapat diperlakukan sebagai variabel regionalisasi. Bobot kriging diperoleh dari hasil variansi estimasi minimum dengan memperluas penggunaan semi-variogram. Estimator kriging dapat diartikan sebagai variabel tidak bias dan penjumlahan dari



keseluruhan bobot adalah satu. Bobot inilah yang dipakai untuk mengestimasi nilai dari ketebalan, ketinggian, kadar atau variabel lain.

Kriging memberikan lebih banyak bobot pada contoh dengan jarak terdekat dibandingkan dengan contoh jarak lebih jauh, kemenerusan dan anisotropi merupakan pertimbangan yang penting dalam kriging, bentuk geometri dari data dan karakter variabel yang diestimasi serta besar dari blok juga ditaksir. Dalam melakukan interpolasi, kriging menghasilkan hasil yang lebih baik dari metode interpolasi *Invers distance*. Meskipun *invers distance* lebih mudah diterapkan, sedangkan kriging lebih banyak membutuhkan waktu, namun metode kriging memberikan hasil yang lebih akurat dari struktur spasial data dan memberikan informasi berharga dari galat pendugaan (Kravchenko dan Bullock, 1999).

2. Literature Review

2.1. Metode Kriging

Kriging merupakan metode geostatistika yang dirancang untuk menduga nilai dari sebuah titik sebagai kombinasi linier dari nilai contoh yang terdapat disekitar titik yang akan diduga. Metode ini menghasilkan dugaan yang bersifat tak bias linier terbaik (Best Linier Unbiased Estimator). Terdapat beberapa jenis metode kriging, diantaranya (Webster & Oliver 2007 dalam Sari, Fitri Mudia 2016):

- Simple Kriging : Metode kriging yang digunakan jika data memenuhi asumsi stasioner ordo dua atau asumsi stasioner intrinsic dan mean dari populasi diasumsikan konstan dan nilainya diketahui.
- Ordinary Kriging : Metode kriging yang digunakan jika data memenuhi asumsi stasioner ordo dua atau asumsi stasioner intrinsic dan mean dari populasi diasumsikan konstan akan tetapi nilainya tidak diketahui.
- Universal Kriging : Metode kriging yang digunakan jika data tidak memenuhi asumsi stasioner ordo dua atau asumsi stasioner intrinsic. Selain itu, metode ini digunakan jika terdapat trend atau pola pada nilai mean populasi atau ada perubahan pada nilai rata-rata populasi.
- Cokriging : Metode kriging yang digunakan untuk menduga data pada suatu lokasi, akan tetapi metode ini tidak hanya menggunakan peubah utama (primary variables), tapi juga satu atau lebih peubah lain (secondary variables) yang memiliki korelasi spasial dengan peubah.
- Block Kriging : Metode kriging yang digunakan untuk menduga data pada titik-titik di dalam suatu blok area. Nilai dugaan yang dihasilkan merupakan rata-rata nilai dugaan pada titik-titik di blok area tersebut..

2.2. Semivariogram

Ukuran keragaman spasial antar titik contoh dapat ditunjukkan oleh semivarian yang besarnya bergantung pada jarak antar titik. Jarak titik contoh yang kecil akan menghasilkan semivarian yang kecil dan semakin besar jarak antar titik contoh akan menghasilkan semivarian yang semakin besar. Konsep jarak yang digunakan yaitu konsep jarak Euclid.

Plot semivarian sebagai fungsi jarak disebut semivariogram. Semivariogram berfungsi untuk menggambarkan dan memodelkan korelasi spasial antar data. Sebelum menentukan model semivariogram, perlu dilakukan pendugaan terhadap parameter-parameter semivariogram. Parameter tersebut diduga berdasarkan plot semivariogram yang dihasilkan. Menurut Webster & Oliver dalam Sari, Fitri Mudia 2016 parameter yang diperlukan untuk mendiskripsikan model semivariogram yaitu:

- Nugget Effect (C_0) : Pendekatan nilai semivariogram pada jarak disekitar nol.
- Range (a) : Jarak maksimal dimana masih terdapat korelasi antar data.

- Sill (C) : Nilai maksimum semivariogram yang diperoleh setelah mencapai range, yaitu jarak maksimal dimana masih terdapat korelasi antar data. Nilai sill umumnya mendekati ragam data dan tidak berubah untuk h yang tidak terbatas.

Semivariogram teoritis memiliki beberapa model (Cressie 1993, Banerjee et al 2004), yaitu

- Model *Nugget Effect*

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ C_0, & |h| > 0 \end{cases}$$

Model ini berhubungan dengan data yang tidak berkorelasi satu sama lain meskipun jaraknya sangat dekat.

- Model *Spherical*

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C \left(\frac{3|h|}{2a} - \frac{3|h|^3}{2a^3} \right), & h < a \\ C, & |h| \geq a \end{cases}$$

- Model Eksponensial

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C \left(1 - \exp\left(\frac{-|h|}{2a}\right) \right), & h < a \\ C, & |h| \geq a \end{cases}$$

- Model Gaussian

$$\gamma(h) = \begin{cases} C \left(1 - \exp\left(\frac{-h^2}{a^2}\right) \right), & h < a \\ C, & |h| \geq a \end{cases}$$

- Model Linear Umum

$$\gamma(h) = ah, \quad \alpha = \text{Kemiringan garis}$$

Model linear adalah model semivariogram sederhana yang tidak memiliki sill. Hubungan antara semivariogram dan peragam spasial dinyatakan dalam :

$$\gamma(h) = C(0) - C(h)$$

Artinya peragam mempunyai perilaku yang berkebalikan dengan semivariogram. Apabila semivariogram naik untuk suatu jarak pisah tertentu maka peragam akan turun pada jarak pisah tersebut. Apabila pada semivariogram nilai $C(0)$ adalah sill, maka pada peragam $C(0)$ merupakan ragam sampel dari peubah region. Dari peragam spasial $C(h)$ dapat dibentuk struktur korelasi spasial $\rho(h)$ dengan perumusan:

$$\rho(h) = \frac{C(h)}{C(0)}$$

Plot semivariogram terhadap jarak h memberikan plot semivariogram eksperimental. Semivariogram eksperimental dari data biasanya bentuknya tidak beraturan sehingga sulit ditafsirkan dan tidak dapat langsung digunakan. Selanjutnya nilai semivariogram eksperimental akan dicocokkan dengan model semivariogram teoritis untuk digunakan dalam penaksiran. Terdapat beberapa perilaku semivariogram eksperimental yang menjadi acuan dalam menentukan model semivariogram teoritis yang sesuai, yaitu :

- Kelakuan di sekitar origin (titik (0,0)), yang dibagi menjadi tipe linear dan parabolik.
- Ada atau tidak adanya sill.

3. Data and Methods

3.1. Data

Tabel 1. Data Jumlah Penderita Diare di Kabupaten Bogor pada Desember 2022

Kecamatan	Desa	Lokasi		Jumlah Penderita Diare (Des 2009)
		X(E)	Y(S)	
Parungkuda	Parungkuda	106.7598	6.84528	19
	Sundawenang	106.771	6.86994	20
	Palasarihilir	106.7393	6.84721	13
	Bojongkokosan	106.7619	6.8342	14
	Kompa	106.7621	6.82109	15
	Pd landeuh	106.7698	6.81578	10
	Langensari	106.7518	6.83155	20
	Babakanjaya	106.7604	6.80943	13
Cidahu	Cidahu	106.727	6.77286	38
	Jayabakti	106.7396	6.79408	39
	Pd Tengah	106.7445	6.80054	33
	Pd Tonggoh	106.7525	6.79878	33
	Pasirdoton	106.7445	6.79112	28
	Babakanpari	106.767	6.79473	27
	Tangkil	106.7459	6.78046	25
	Girijaya	106.7364	6.76586	30
Cicurug	Cicurug	106.7832	6.7835	41
	Nyangkówek	106.7789	6.79871	38
	Benda	106.8037	6.76486	41
	Pasawahan	106.7782	6.67811	11
	Purwasari	106.7842	6.7924	42
	Tenjoayu	106.7949	6.77253	26
	Kutajaya	106.783	6.75518	20
	Nangerang	106.7946	6.78104	16
Parakansalak	Parakansalak	106.7062	6.79897	24
	Lebaksari	106.7199	6.79443	24
	Sukatani	106.7026	6.82069	19
	Sukakersa	106.708	6.80804	19
	Bojonglongok	106.7326	6.82214	20
	Bojongasih	106.721	6.81545	17
Bojonggenteng	Berekah	106.709	6.84256	40
	Bojonggenteng	106.721	6.84325	43
	Bojonggaling	106.7276	6.83125	14
	Cibodas	106.7349	6.82746	23
	Cipanengah	106.7402	6.81309	35

3.1. Methods

Secara umum langkah-langkah yang digunakan yaitu:

- a. Pemilihan Model Semivariogram

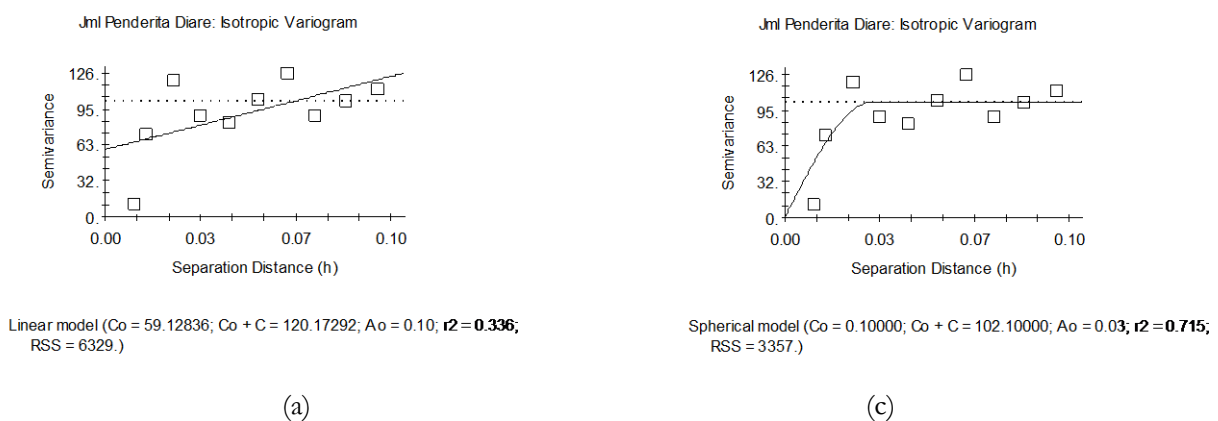
- Menyiapkan data yang akan kita analisis, kemudian memasukkannya ke dalam software analisis yaitu GS plus for trial.
 - Membangun grafik Semivariogram dari data.
 - Mendapatkan empat Model Semivariogram yaitu : Model Linear, Spherical, Eksponensial dan Gaussian.
 - Memperhatikan nilai R-square dan Jumlah Kuadrat Galat dari masing-masing model.
 - Memilih Model Gaussian sebagai model terbaik karena memiliki nilai R-square terbesar dan dan Jumlah Kuadrat Galat terkecil.
- b. Membuat model pendugaan dengan menggunakan Kriging
- Dengan menggunakan Model Semivariogram Gaussian, maka kami membuat model pendugaan Interpolasi dengan menggunakan Interval pada sumbu X sebesar 0.001445 dan sumbu Y sebesar 0.00274. Nilai tersebut berasal dari hasil bagi Jangkauan masing-masing nilai minimum dan maksimum koordinatnya..
 - Mendapatkan nilai-nilai dugaan hasil Kriging.
 - Memperoleh Grafik 3-dimensi dan 2-dimensi hasil Kriging.
 - Menginterpretasikan hasil dugaan Kriging berdasarkan kontur yang di hasilkan pada Grafik. Memperhatikan nilai-nilai tertinggi dan terendah dari Kontur.

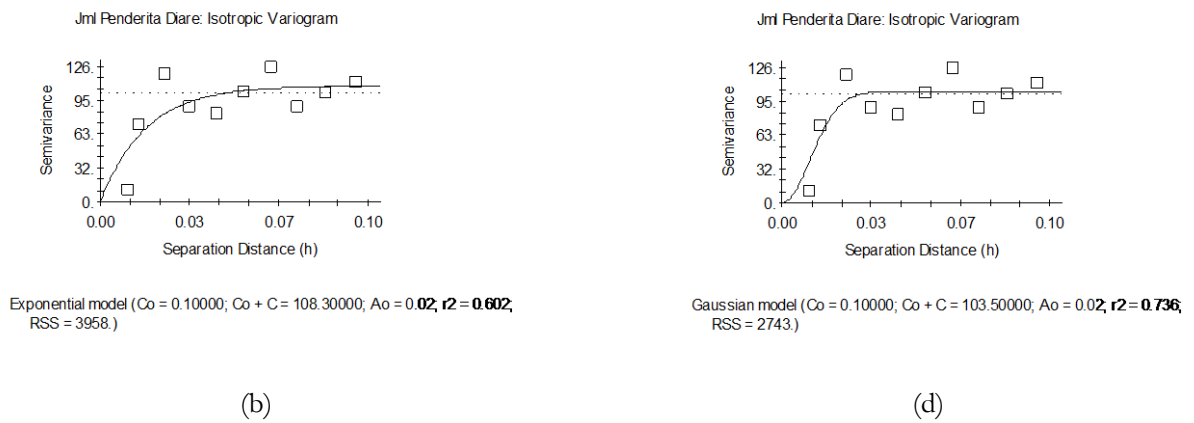
4. Results and Discussion

Dalam penelitian ini, variogram yang digunakan adalah model Linear, Eksponensial, Sferikal dan Gaussian. Model variogram yang terpilih merupakan model dengan jumlah kuadrat sisaan (RMSE) terkecil dan koefisien determinasi (R^2) yang relatif besar. Variogram data jumlah penderita diare pada bulan Juni tahun 2009 disesuaikan dengan model-model variogram Linear, Eksponensial, Sphirakel dan Gaussian menghasilkan nilai ragam dan nilai RMSE seperti yang dapat dilihat dalam gambar 2.

Dari Tabel 2, dapat dilihat bahwa model Gaussian merupakan model yang terbaik. Hal tersebut dikarenakan model Gaussian memiliki nilai R^2 yang paling besar dan nilai JKG minimum. Sedangkan untuk ketiga model lainnya, nilai R^2 relatif lebih kecil. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa untuk jumlah penderita diare pada bulan Desember tahun 2022 dapat dimodelkan dengan model $sv = 102.300 \left(1 - \exp\left(-\frac{h}{0.024^2}\right) \right)$

Dari model variogram yang terpilih dapat diperoleh informasi mengenai parameter-parameter geostatistikanya, yaitu nilai *Nugget variance* (C_0), *Sill* (C_0+C) dan *Range* (A). Nilai *Nugget variance* dan *Sill* bersifat tetap, sedangkan nilai *Range* dipengaruhi oleh sudut anisotropik. Model terpilih Gaussian memiliki nilai-nilai parameter sebagai berikut, disajikan dalam table 3.





Gambar 1. Semivariogram isotropic untuk model (a) linear, (b) spherical, (c) eksponensial, dan (d) Gaussian

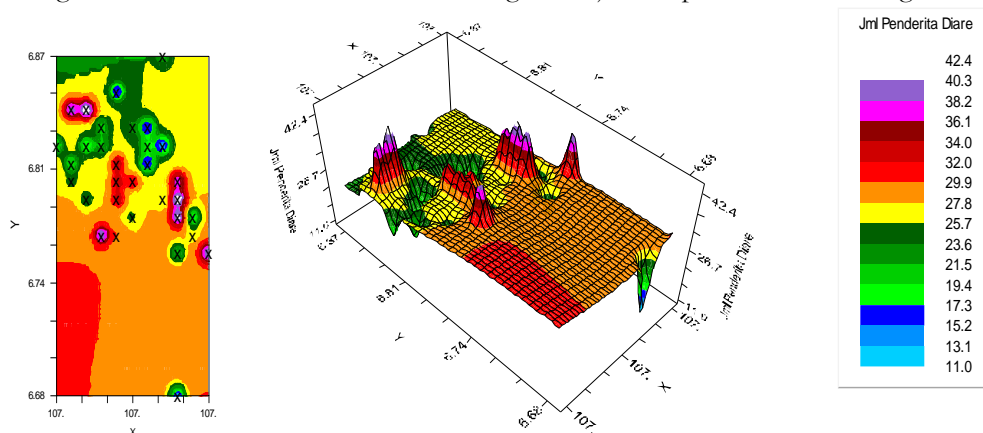
Tabel 2. Nilai R^2 dan Jumlah Kuadrat Galat (JKG) hasil interpolasi jumlah penderita diare

Model	R^2	JKG
Linear	0.324	6297
Eksponensial	0,596	3958
Sphirakel	0.737	3379
Gaussian	0.789	2765

Tabel 3. Nilai parameter-parameter geostatistics

Model	Jumlah Penderita Diare pada Desember 2022	
	Gaussian	
<i>Nugget</i>	0.100	
<i>Sill</i>	102.300	
<i>Range</i>	0.024	

Berdasarkan Gambar semivariogram untuk model Gaussian (Gambar 2), data penderita diare pada Desember 2022 mempunyai titik asal yang bukan nol. Hal ini mengindikasikan bahwa data mengandung *Nugget effect*. *Nugget effect* merupakan nilai yang timbul karena adanya galat ragam atau galat mikro, misalnya galat kesalahan yang terjadi karena kesalahan peneliti atau dalam pencatatan. Dalam model ini, nilai *Nugget effect* sebesar 0.100. Variogram model Gaussian mencapai jarak *Sill* pada 0.024 dengan *Sill* sebesar 102.300. Setelah variogram mencapai nilai tersebut, grafik menuju suatu nilai semivariance yang konstan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tidak ada korelasi lagi antar jumlah penderita diare dengan lokasi.



Gambar 2. Peta Kontur Interpolasi Jumlah Penderita Diare dengan Ordinary Kriging

Berdasarkan Gambar di atas, dapat dilihat bahwa daerah yang memiliki jumlah penderita diare paling banyak terdapat di sekitar Desa Berekah dan Bojonggenteng ditandai dengan warna kontur Putih dengan kisaran jumlah penderita diare yaitu 40 – 42 orang. Penurunan jumlah penderita diare ditunjukkan dengan perubahan warna seperti pada Gambar 2.

5. Conclusion

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola penyebaran penyakit diare di Kabupaten Bogor. Metode yang sesuai dengan tujuan penelitian ini adalah Ordinary Kriging. Langkah pertama yaitu menentukan model variogram terpilih berdasarkan jumlah kuadrat galat (JKG) terkecil dan koefisien determinasi (R^2) terbesar. Model yang terpilih adalah model Gaussian karena memiliki JKG dan R^2 berturut-turut adalah 2765 dan 0.789 lebih baik dibandingkan dengan model yang lain. Selanjutnya untuk mengetahui sebaran penyakit diare di Kabupaten Bogor dengan melihat hasil countour plot. Berdasarkan countour plot, daerah yang memiliki jumlah penderita diare paling banyak terdapat di sekitar Desa Berekah dan Bojonggenteng ditandai dengan warna kontur Putih dengan kisaran jumlah penderita diare yaitu 40 – 43 orang.

Daerah yang memiliki jumlah penyakit diare terbanyak mengindikasikan bahwa daerah tersebut memiliki hubungan dengan jumlah penyakit diare di daerah sekitarnya. Oleh karena itu, daerah tersebut perlu mendapatkan prioritas dalam hal perbaikan sanitasi air, penyuluhan ke masyarakat dan peningkatan layanan kesehatan.

References

- Banerjee, S., B. P. Carlin, and A. E. Gelfand. 2004. *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*. Chapman and Hall/CRC, Florida, U.S.A.
- Cressie, N. A. C. 1993. *Statistics for Spatial Data*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Kravchenko, A. and D. G. Bullock. 1999. A Comparative Study of Interpolation Methods for Mapping Soil Properties. *Agron. J.* 91: 393:400
- Kravchenko, A. and D. G. Bullock. 1999. A Comparative Study of Interpolation Methods for Mapping Soil Properties. *Agron. J.* 91: 393 – 400.
- Sari, Fitri Mudia. (2016). Analisis Pola Penyebaran Penyakit Diare di Kabupaten Bogor. *Jurnal Geografi* 5(2):213. DOI: 10.24036/geografi/vol5-iss2/33
- Sunoto. (1987). *Social Behavioral Aspek of Diarrheal disease in the Community*. Webster, R. and Oliver M.A. : *Geostatistics for Environmental Scientists*. Second Edition. Wiley, Chichester (2007)
- Wolinsky, Frederic D. (1988). *The Sociology of Health Principles, Practitioners and Issues*. New Jersey: Prentice Hall