



ANALISIS KRIGING UNTUK MENDETEKSI POLA SPASIAL KASUS DBD DI KABUPATEN TANAH LAUT

Sri Mulyanie Hardiyanty, Dewi Sri Susanti, Thresye

Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km. 36, Banjarbaru 70714, Kalimantan Selatan

Email: scrornain1412@gmail.com, ds_susanti@ulm.ac.id, thresyetiti.unlam@gmail.com

ABSTRACT

Geostatistics is a data processing in geological field that contains spatial information in it. Spatial information is information that identifies geographical location, characteristics of natural conditions and boundaries of the earth. Geostatistics is used to handle regionalized variables. One of the method that used to handle regionalized variables is the kriging method. The kriging method has a lot of expansion in its development, including the Simple Kriging method and the Cokriging method. Both of these methods will be applied in case studies of spatial patterns of dengue in Tanah Laut District. The purpose of this study was to estimate the distribution pattern of DHF in Tanah Laut District and compare the results of the RMSE method of Simple Kriging and Cokriging. The smallest RMSE value was compared and selected, followed by estimation using the Cokriging and Simple Kriging methods. From the two methods used the smallest RMSE value is in the Simple Kriging method. But when you looked from the thematic map of the distribution of dengue patients with the Cokriging and Simple Kriging method, it can be seen that the Cokriging method has a more diverse pattern.

Keywords: geostatistics , *Cokriging* , *Simple Kriging* , DHF

ABSTRAK

Geostatistika merupakan proses pengolahan data di bidang geologi yang memuat informasi spasial di dalamnya. Informasi spasial yaitu informasi yang mengidentifikasi lokasi geografis, karakteristik keadaan alam dan batas-batas dimuka bumi. Geostatistika digunakan untuk menangani variabel terregionalisasi. Variabel terregionalisasi adalah yaitu variabel yang mempunyai nilai bervariasi dengan berubahnya tempat/lokasi. Salah satu metode yang digunakan untuk menangani variabel terregionalisasi adalah metode kriging. Metode kriging memiliki banyak perluasan pada perkembangannya, diantaranya metode *Simple Kriging* dan metode *Cokriging*. Kedua metode ini akan diterapkan dalam studi kasus pola spasial DBD di Kabupaten Tanah Laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menduga pola sebaran penyakit DBD di Kabupaten Tanah Laut dan membandingkan hasil RMSE metode *Simple Kriging* dan *Cokriging*. Nilai RMSE dibandingkan dan dipilih yang terkecil, dilanjutkan dengan pendugaan menggunakan metode *Cokriging* dan *Simple Kriging*. Dari dua metode yang dipakai nilai RMSE yang terkecil ada pada metode *Simple Kriging*. Tapi jika dilihat dari peta tematik sebaran pasien penyakit DBD dengan metode *Cokriging* dan *Simple Kriging* maka dapat dilihat bahwa metode *Cokriging* memiliki pola yang lebih beragam.

Kata kunci : Geostatistika, *Cokriging*, *Simple Kriging*, DBD

1. PENDAHULUAN

Geostatistika merupakan proses pengolahan data di bidang geologi yang memuat informasi spasial di dalamnya [1]. Geostatistika digunakan untuk menangani variabel terregionalisasi. Salah satu metode yang digunakan untuk menangani variabel terregionalisasi adalah metode kriging. Kriging adalah suatu teknik untuk melakukan analisis interpolasi. Pada perkembangannya perluasan dari metode *kriging* ada



banyak, dua diantaranya yaitu metode *Simple kriging*, dan *Cokriging*. Metode *Simple kriging* mengasumsikan bahwa rata-rata (*mean*) dari populasi telah diketahui atau dapat diduga dan konstan. Metode *Cokriging* adalah salah satu metode dari *kriging* yang merupakan perluasan dari metode *Ordinary kriging*. Dua metode itu dapat digunakan untuk melihat pola suatu sebaran dalam bentuk peta tematik. Pemetaan ini berguna dalam penanggulangan penyakit berbasis lingkungan, salah satunya adalah penyakit DBD. Demam Berdarah sendiri adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue* dan disebarkan nyamuk *Aedes Aegyptie* yang terinfeksi oleh virus *dengue*. *Aedes Aegyptie* sebagai faktor utama penyakit DBD kehidupannya dipengaruhi oleh faktor iklim, diantaranya suhu, kelembaban udara, dan curah hujan. Kalimantan Selatan sebagai salah satu daerah endemis memang memiliki jumlah pasien DBD yang tidak sedikit salah satunya Kabupaten Tanah Laut. Kabupaten Tanah Laut memiliki luas wilayah 3.631,35 km² dengan total populasi sebanyak 340.900 jiwa, dan kepadatan penduduk 94 jiwa/km² tercatat tahun 2016. Pada dua tahun terakhir tercatat memiliki jumlah pasien DBD dengan selisih tinggi. Dengan data jumlah pasien penyakit Demam Berdarah *Dengue* dan curah hujan akan dibuat peta sebaran penyakit DBD di Kabupaten Tanah laut. Peta tersebut berguna dalam penanggulangan penyakit berbasis lingkungan seperti DBD [7].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Data Spasial

Data spasial adalah data yang diperoleh dari hasil pengukuran yang memuat informasi mengenai lokasi dan pengukuran. Menurut [3] data spasial disajikan dalam posisi geografis dari objek, lokasi, bentuk dan hubungan dengan objek-objek lainnya. Data spasial harus dimodelkan dalam bentuk yang sangat sederhana sehingga cukup fleksibel untuk ditangani meskipun ukurannya besar sekali. Data yang dipakai dapat berupa data kontinu maupun data diskrit, dan lokasi spasialnya dapat *regular* maupun *irregular*.

2.2 Nilai Harapan dan Variansi

Definisi 1 Nilai Harapan [2]

Misalkan X variabel acak diskrit dengan pdf $f(x)$, nilai harapan X adalah suatu nilai yang dinyatakan dengan simbol $E(X)$, yang besarnya ditentukan dengan persamaan :

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i f(x_i) \quad \dots(1)$$

Definisi 2 Variansi [2]

Variansi dari variabel acak X didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{var}(X) = E[(X - E(X))^2] \quad \dots(2)$$

2.3 Variogram

Definisi 3 Variogram [3]

Variogram 2γ didefinisikan sebagai berikut :

$$2\gamma(h) = \text{var}(Z(s+h) - Z(s)) \quad \text{untuk setiap } s, s+h \in D \quad \dots(3)$$

Variogram digunakan untuk menentukan jarak dimana nilai-nilai data pengamatan menjadi tidak saling tergantung atau tidak ada korelasinya.

Menurut [4], semivariogram merupakan suatu perangkat geostatistika, yang digunakan untuk mengukur efek spasial yang dipengaruhi oleh jarak. Semivariogram



eksperimental didapatkan berdasarkan nilai pengamatan dan dihitung menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{k=1}^{N(h)} [Z(s_k + h) - Z(s_k)]^2 \quad \dots(4)$$

Dalam melakukan fitting variogram atau semivariogram eksperimental dengan teoritis, ada komponen-komponen yang perlu diperhatikan yaitu *Range* (jarak pada saat variogram mencapai nilai *sill* dalam waktu pertama), *Sill* (masa stabil suatu variogram yang mencapai rangenya), *Nugget effect* (nilai variogram saat lag mendekati nol) [3].

Setelah melakukan perhitungan pada model semivariogram eksperimental langkah selanjutnya adalah menentukan parameter yang diperlukan untuk membentuk model semivariogram teoritis. Ada tiga jenis model semivariogram yang digunakan pada penelitian ini di antaranya:

a) Model Eksponensial

Model *eksponensial* yang memberikan *sill* asimtotik. Model eksponensial berbentuk linear untuk semua jarak pendek yang dekat dengan pusatnya. Bentuk persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C \left[1 - \exp\left(-\frac{h}{A_0}\right) \right] \quad \dots(5)$$

b) Model Gaussian

Model *Gaussian* adalah model transisi yang sering kali digunakan untuk memodelkan fenomena kontinu yang ekstrim dan juga memberikan *sill* asimtotik. Bentuk persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C \left[1 - \exp\left(-\frac{h^2}{A_0^2}\right) \right] \quad \dots(6)$$

c) Model Spherical

Persamaan model *spherical* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{\gamma}(h) = \begin{cases} C_0 + C \left[\left(\frac{3h}{2A_0}\right) - \left(\frac{h}{2A_0}\right)^3 \right], & \text{untuk } h \leq A_0 \\ C_0 + C & \text{untuk } h > A_0 \end{cases} \quad \dots(7)$$

dengan:

h : Jarak lokasi antar sampel.

$C_0 + C$: *sill* / nilai variogram untuk jarak pada saat konstan.

C_0 : *nugget*/ nilai variogram saat lag mendekati nol (lag terkecil).

C : C adalah *structural variance/partial sill*.

A_0 : *range* / jarak pada saat variogram mencapai *sill*.

2.4 Simple Kriging

Simple Kriging adalah metode analisis statistika pada data spasial dimana meannya diketahui atau dapat diduga dan konstan. Terkadang nilai mean (μ) dari fungsi acak $Z(s), s \in D$ diketahui atau bisa diasumsikan dari masalah yang mendasari. [9] dan [3] menyimpulkan asumsi model pada fungsi acak $Z(s)$ untuk simple kriging adalah mean $\mu \in R$ dari fungsi acak $Z(s)$ diketahui dan konstan, dengan $\mu = E[Z(s)], \forall s \in D$. Pada kasus ini, mean yang diketahui harus diintegrasikan kedalam model untuk memperbaiki estimasi dari $Z(s)$ di s_0 [10].

$$\hat{Z}(s) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i) \quad \dots(8)$$



2.5 Cokriging

Menurut [4], metode interpolasi *Cokriging* merupakan kombinasi linear dari data primer dan sekunder sebagai berikut:

$$\hat{Z}_1(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_{1i} Z_1(s_i) + \sum_{j=1}^m \lambda_{2j} Z_2(s_j) \quad \dots(9)$$

dengan λ_{1i} dan λ_{2j} merupakan bobot yang diberikan pada sampel, masing-masing untuk variabel Z_1 di lokasi s_i dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dimana n merupakan ukuran titik lokasi untuk variabel utama. Variabel Z_2 di lokasi s_j dengan $j = 1, 2, \dots, m$ dimana m merupakan ukuran titik lokasi untuk variabel sekunder, dengan jumlah bobot pada variabel primer sama dengan 1 ($\sum_{i=1}^n \lambda_{1i} = 1$). Titik lokasi s_0 merupakan titik lokasi dengan nilai data belum diketahui.

2.6 Validasi Model

Pemilihan pembobot optimum pada model semivariogram terbaik untuk metode *kriging* dapat dilakukan dengan analisis residual menggunakan *Mean Square Error* (MSE). [6] menyatakan bahwa MSE merupakan suatu ukuran ketepatan perhitungan hasil jumlahan kuadrat dari selisih antara nilai dugaan di titik lokasi terhadap nilai data pengamatan. Persamaan MSE dapat dituliskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Z}(s_i) - Z(s_i))^2}{n} \quad \dots(10)$$

Sedangkan, untuk RMSE (Root Mean Square Error) merupakan akar dari MSE yang dituliskan dengan persamaan berikut

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Z}(s_i) - Z(s_i))^2}{n}} \quad \dots(11)$$

2.7 Demam Berdarah Dengue (DBD) dan Curah Hujan

Demam Berdarah Dengue banyak ditemukan di daerah tropis dan sub-tropis. Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) masih merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama di Indonesia. Jumlah penderita dan luas daerah penyebarannya semakin bertambah seiring dengan meningkatnya mobilitas dan kepadatan penduduk. Pemerintah melalui Departemen Kesehatan dalam *press release* tanggal 24 Februari 2004 menetapkan 12 provinsi dalam kategori provinsi KLB DBD yaitu seluruh provinsi di pulau Jawa, NAD, Bali, Kalsel, Sulsel, NTB, dan NTT. Kalsel sebagai salah satu daerah endemis memang memiliki jumlah pasien DBD yang tidak sedikit. Pada pembahasan kali ini daerah yang diteliti adalah Kabupaten Tanah Laut. Berbagai upaya pengendalian telah dilakukan namun belum dapat menurunkan jumlah kasus secara signifikan, sehingga diperlukannya pemetaan pola sebaran kasus DBD disuatu wilayah sehingga kejadiannya dapat dicegah [5]. Untuk itu akan dibuat pemetaan distribusi penyakit DBD di Kabupaten Tanah Laut dengan menggunakan metode *co-kriging* dan *simple kriging*.

Hujan merupakan gejala meteorologi dan juga unsur klimatologi. Hujan adalah hydrometeor yang jatuh berupa partikel-partikel air yang mempunyai diameter 0.5 mm atau lebih. Hydrometeor yang jatuh ketanah disebut hujan sedangkan yang tidak sampai tanah disebut virga [8]. Hujan yang sampai kepermukaan tanah dapat diukur dengan cara mengukur tinggi air hujan tersebut dengan berdasarkan volume air hujan per satuan luas. Hasil dari pengukuran tersebut dinamakan curah hujan.



3. PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Menginventarisir data pasien penyakit DBD per kecamatan per tahun dan data Curah Hujan di Kabupaten Tanah Laut dalam rentang 2 tahun dan membuat plot.
2. Menghitung semivariogram eksperimental.
3. Melakukan analisis struktural dengan cara mencocokkan semivariogram eksperimental dengan semivariogram teoritis dari model yang dipilih yaitu *exponential*, *gaussian* dan *spherical* dan memilih model semivariogram teoritis terbaik berdasarkan nilai RMSE yang terkecil.
4. Melakukan pendugaan data penyakit DBD menggunakan *simple kriging*.
5. Melakukan pendugaan data penyakit DBD menggunakan *cokriging*.
6. Membandingkan nilai RMSE antara hasil dugaan *simple kriging* dan *cokriging*.
7. Membuat peta tematik hasil dugaan sebaran penyakit DBD dari data tersampel serta menginterpretasikan pola yang tampak secara visual.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Wilayah Dan Variabel Pengamatan

Kalimantan Selatan sebagai salah satu daerah endemis memang memiliki jumlah pasien DBD yang tidak sedikit. Pada pembahasan kali ini daerah yang diteliti adalah Kabupaten Tanah Laut. Secara geografis Kabupaten Tanah Laut terletak paling selatan di Propinsi Kalimantan Selatan seperti terlihat pada gambar 4.1 dengan ibukota Pelaihari. Dibatasi Laut Jawa disebelah barat dan selatan, sebelah timur oleh Kabupaten Tanah Bumbu dan sebelah utara Kabupaten Banjar dan Kota Banjarbaru. Kabupaten Tanah Laut memiliki luas wilayah 3.631,35 km² dengan total populasi sebanyak 340.900 jiwa, dan kepadatan penduduk 94 jiwa/km² tercatat tahun 2016. Tanah Laut memiliki 11 kecamatan dan 18 puskesmas.

Data yang dicatat menggunakan data pada tahun 2016 dan 2017. Deskripsi statistika dari data tersebut disajikan pada table 4.1.

Tabel 4.1 Deskripsi Statistika Jumlah Pasien DBD dan curah hujan di Kabupaten Tanah Laut

Analisis Deskriptif	Pasien Penyakit DBD		Curah Hujan	
	2016	2017	2016	2017
Jumlah Data	18	18	5	5
Rata-rata	23.55556	3.388889	2966.4	3107.2
Median	15.5	1	2932	3179
Simpangan Baku	21.58219	3.61596	412.3861	455.8631
Variansi	465.7908	13.07516	170062.3	207811.2
Nilai Minimum	2	1	2383	2390
Nilai Maksimum	82	12	3522	3649

4.2 Estimasi Pola Sebaran Pasien Penyakit DBD di Kabupaten Tanah Laut

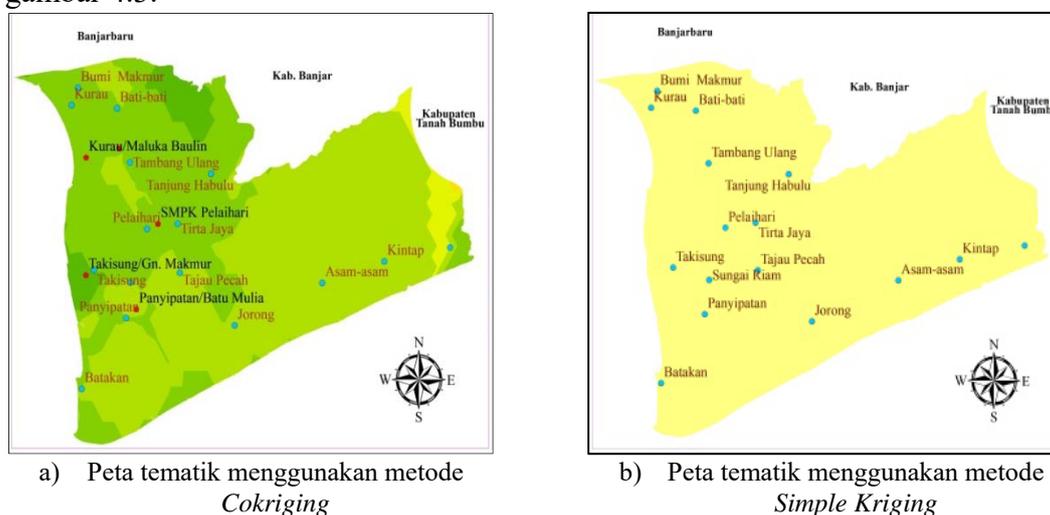
Estimasi pola sebaran pasien penyakit DBD di Kab. Tanah Laut tahun 2016 ada beberapa tahap, tahap pertama yaitu menginput data jumlah pasien DBD tahun 2016 sebagai variabel primer dan data curah hujan tahun 2016 sebagai data sekunder. Setelah input data akan didapat nilai semivariogram eksperimental yang kemudian

akan di *fitting* kedalam 3 model semivariogram teoritis yaitu model *exponential*, model *gaussian* dan model *spherical*. Dari tiga model tersebut akan dipilih model semivariogram teoritis terbaik berdasarkan nilai Root Mean Square Error (RMSE) terkecil. Berikut ini adalah tabel nilai komponen dari model semivariogram teoritis untuk estimasi tahun 2017.

Tabel 4.2 Nilai komponen Metode *Cokriging* dan *Simple Kriging* dari model semivariogram teoritis untuk estimasi tahun 2017

No	Model	Variabel	Sill		Nugget		Range		RMSE	
			CK	SK	CK	SK	CK	SK	CK	SK
1	Spherical	Pasien DBD	15.173	0.897	15.173	0.803	52431.783	26278.596	4.004	3.567
		Curah Hujan	207811.199	-	207811.199	-				-
2	Exponential	Pasien DBD	19.094	0.897	1.029	0.895	38474.493	26278.596	4.463	3.552
		Curah Hujan	276702.221	-	0	-				-
3	Gaussian	Pasien DBD	15.173	0.897	0	0.876	52431.783	26278.596	4.004	3.556
		Curah Hujan	207811.199	-	0	-				-

Dari tabel RMSE di atas, pada tahun 2017 saat menggunakan metode *Cokriging* model *Spherical* dan *Gaussian* memiliki RMSE yang sama sebesar 4.004. Ketika menggunakan metode *Simple Kriging* ketiga model memiliki RMSE yang sama sebesar 3.567. Hasil estimasi tahun 2017 dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Perbandingan Pola Sebaran Penyakit DBD tahun 2017 menggunakan metode *Cokriging* dan *Simple Kriging*

Pada Pola sebaran tahun 2017 seperti terlihat pada gambar 4.3(a) memiliki 5 gradasi warna. *Range* jumlah pasien 1.91 – 2.86 ada di sekitar wilayah Takisung dan Bati-Bati. Sebaran pasien terbesar (didalam lingkaran) ada disekitar daerah

Kintap dengan *range* 7.06-8.22. Pola sebaran tahun 2017 tersebar pada *range* 1 – 1,91. Pada gambar 4.3(b) terlihat bahwa sebaran pasien penyakit DBD



dengan metode *Simple Kriging* hanya memiliki satu warna yang berada di *range* yang sama.

Berdasarkan hasil estimasi metode *Cokriging* pada tahun 2017, dapat dilihat bahwa pola sebaran penyakit DBD di Kabupaten Tanah Laut memiliki pola yang berbeda. Daerah yang memiliki gradasi warna tergelap ada di daerah Kintap. Sedangkan data aktual pasien penyakit DBD pada tahun 2017 data terbesar ada di daerah Puskesmas Tanjung Habulu. Untuk data curah hujan terbesar pada tahun 2017 ada di daerah Pelaihari. Hal ini bisa terjadi karena faktor terjadinya DBD tidak hanya disebabkan oleh curah hujan misal kelembaban udara, kepadatan jentik, tempat penampungan air berjentik, bahkan kebiasaan penduduk menjemur pakaian.

Tabel 4.4 Nilai aktual dan nilai dugaan dari estimasi pola sebaran penyakit DBD pada tahun 2017 dengan metode *CoKriging* dan *Simple Kriging*

No	Puskesmas	Jumlah Pasien Penyakit DBD						
		Aktual	<i>Cokriging</i>			<i>Simple Kriging</i>		
			Dugaan			Dugaan		
			Exponential	Gaussian	Spherical	Exponential	Gaussian	Spherical
1	Angsau	5	2.00793	1.75	1.75	2.87397	2.87397	2.87397
2	Asam-asam	9	1.64246	3.06687	3.06687	2.87361	2.87237	2.81804
3	Batakan	1	3.28754	3.75	3.75	2.87343	2.86796	2.87159
4	Bati-bati	1	1.34627	3.45454	3.45454	2.86809	2.79273	2.61848
5	Bumi Makmur	1	1.50295	3.88884	3.88884	2.86821	2.79409	2.62558
6	Jorong	1	6.02181	4.85714	4.85714	2.87619	2.90922	2.95552
7	Kait-kait	1	2.28044	4.1	4.1	2.87057	2.80838	2.64164
8	Kintap	2	5.56522	4.08332	4.08332	2.88179	2.99783	3.30372
9	Kurau	1	4.63171	3.18182	3.18182	2.87534	2.89713	2.93501
10	Panyipatan	8	1.76937	3.22214	3.22214	2.87516	2.89323	2.92707
11	Pelaihari	9	3.09305	3.06687	3.06687	2.87329	2.86815	2.8714
12	Sungai Cuka	1	6.75268	3.60014	3.60014	2.88285	3.00424	3.26158
13	Sungai Riam	2	4.35247	4.16667	4.16667	2.8755	2.90253	2.95629
14	Tajau Pecah	1	3.56578	4.25001	4.25001	2.87982	2.96445	3.0779
15	Takisung	4	4.07541	3.25001	3.25001	2.87809	2.95285	3.13001
16	Tambang Ulang	1	4.60738	3.99973	3.99973	2.87558	2.8879	2.86755
17	Tanjung Habulu	12	2.33481	3.15384	3.15384	2.87322	2.85837	2.82742
18	Tirta Jaya	1	4.42480	6	6	2.87472	2.88089	2.8796
		RMSE	4.463041	4.042472	4.042472	3.551925	3.55619 2	3.566974



Dari tabel 4.4 dan 4.5 terlihat bahwa metode *Simple Kriging* memiliki nilai RMSE dugaan yang lebih kecil dibandingkan metode *Cokriging*.

5. KESIMPULAN

Hasil estimasi sebaran pasien penyakit DBD tahun 2016 dan 2017 disajikan dalam bentuk peta tematik. Cara menduga pola sebaran penyakit DBD di Kabupaten Tanah Laut adalah dengan menghitung semivariogram eksperimental lalu di *fitting* dengan semivariogram teoritis hingga menghasilkan nilai RMSE. Nilai RMSE dibandingkan dan dipilih yang terkecil, dilanjutkan dengan pendugaan menggunakan metode *Cokriging* dan *Simple Kriging*. Selanjutnya melakukan estimasi pola sebaran penyakit DBD di Kabupaten Tanah Laut dengan data tersampel dalam bentuk peta tematik.

Hasil estimasi menggunakan metode *Cokriging* pada tahun 2016 menunjukkan model *Spherical* dan *Exponential* memiliki nilai RMSE terkecil yang sama yaitu sebesar 23.039, sedangkan saat menggunakan metode *Simple Kriging* nilai RMSE dari ketiga model sama sebesar 20.986. Hasil estimasi metode *Cokriging* pada tahun 2017 memiliki dua model dengan nilai RMSE terkecil yaitu model *Spherical* dan *Gaussian* dengan nilai sebesar 4.004, sedangkan dengan metode *Simple Kriging* hasil estimasi terbaik ada saat memakai model *Exponential* dengan nilai RMSE sebesar 3.552. Dari dua metode yang dipakai nilai RMSE yang terkecil ada pada metode *Simple Kriging*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfiana, A.N. 2010. Metode *Ordinary Kriging Pada Geostatistika*: (Skripsi) Departemen Matematika, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- [2] Bain, L.J. & Engelhardt, M. 1992. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics 2nd Edition*. California: Duxbury Press.
- [3] Cressie, N.A.C. 1993. *Statistics For Spatial Data*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [4] Isaaks, E.H. & R. M. Srivastava. 1989. *Applied Geostatistics*. Oxford Unive. Press. New York.
- [5] Juniar A. & A. Athena. 2014. *Model Prediksi Kejadian DBD Berdasarkan Faktor Iklim di Kota Bogor*. Jakarta.
- [6] Makridakis, S., S.C. Wheelwright, & V.E. McGee. 1983. *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi ke-2*. Alih Bahasa: Untung Sus Andriyanto. Erlangga. Jakarta.
- [7] Sunaryo. 2015. *Analisis Spasial untuk Penyakit Berbasis Lingkungan*. Balai Penelitian dan Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara.
- [8] Tjasyono, B. 2004. *Klimatologi Edisi Ke-2*. Institut Teknik Bandung. Bandung.
- [9] Wackernagel, H. 2003. *Multivariate Geostatistics : An Introduction with Application*. Berlin. Springer.
- [10] Webster, R. & M. A. Oliver. 2007. *Geostatistics for Environmental Scientists*. Chichester, UK. Wiley.