

# INTERPOLASI SPASIAL DENGAN METODE *ORDINARY KRIGING* MENGUNAKAN SEMIVARIOGRAM ISOTROPIK PADA DATA SPASIAL (Studi Kasus: Curah Hujan di Kabupaten Karangasem)

Putu Mirah Purnama D<sup>§1</sup>, Komang Gde Sukarsa<sup>2</sup>, Komang Dharmawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: mirahpurnamadewi@yahoo.co.id]

<sup>2</sup>Jurusan Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: sukarsakomang@yahoo.com]

<sup>3</sup>Jurusan Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: dharmawan.komang@yahoo.com]

<sup>§</sup>Corresponding Author

## ABSTRACT

*Spatial data is data that is presented in the geographic of an object, related to the location, shape and relationship of the earth in space. One of example of spatial data is rainfall. To determine the value of rainfall in an area, built to predict rain post information regarding rainfall. Spatial interpolation is used to estimate rainfall by collecting rainfall values held rain heading around. Assessment methods used in the estimate the rainfall in the Karangasem district is ordinary kriging using isotropic semivariogram that takes into account height on spatial data. Isotropic semivariogram which only takes into account the distance alone. Ordinary kriging method using isotropic semivariogram that takes into account height value estimated rainfall is much different to the values at the control points Amlapura and Besakih. Interpolation on 3D data are not suitable for use on ordinary kriging method, grouping should be done at the data into a few weeks to application of ordinary kriging interpolation method using anisotropic semivariogram on 3D data*

*Keywords: Spatial interpolation, Ordinary Kriging, Isotropic Semivariogram, 3D Data*

## 1. PENDAHULUAN

Data spasial merupakan data yang disajikan dalam posisi geografis dari suatu obyek, berkaitan dengan lokasi, bentuk dan hubungannya dalam ruang bumi (Cressie [3]). Salah satu contoh data spasial adalah hujan. Hujan adalah fenomena jatuhnya air dari awan ke bumi. Pada mulanya air hujan tersebut berasal dari beberapa sumber air yang ada di bumi, seperti misalnya air laut, air sungai, danau, waduk, dan lain sebagainya yang mengandung air. Fenomena hujan merupakan salah satu subjek yang menarik untuk dipelajari karena kelebihan atau kekurangan hujan berpengaruh buruk bagi kehidupan makhluk hidup.

Banyaknya hujan dapat diukur dengan suatu ukuran yang disebut curah hujan. Curah hujan adalah ketinggian air hujan yang terkumpul pada tempat yang datar, tidak

menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir (Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar [2]). Untuk mengetahui curah hujan pada suatu daerah, maka pemerintah dibantu oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika membangun pos hujan di beberapa titik tertentu untuk mengamati dan mengukur curah hujan sebagai informasi yang akan diberikan pada masyarakat.

Nilai curah hujan di daerah sekitar pos-pos hujan tidak diketahui secara pasti karena tidak semua daerah mempunyai pos hujan sendiri. Oleh karena itu diperlukan suatu metode interpolasi untuk menduga nilai curah hujan pada tempat yang tidak memiliki pos hujan dengan cara menghimpun nilai pos-pos hujan yang ada disekitarnya. Karena data curah hujan merupakan suatu data spasial, maka interpolasi

yang digunakan dalam kasus ini adalah interpolasi spasial. Metode penaksiran yang digunakan untuk menduga nilai pada suatu titik disebut dengan metode kriging. Metode kriging yang sesuai untuk menyelesaikan kasus ini adalah *ordinary kriging*, karena dalam kasus ini digunakan untuk menduga nilai pada lokasi yang datanya tidak tersedia.

Pada penelitian sebelumnya oleh Ayuni [1], meneliti pendugaan nilai curah hujan di suatu titik pada data spasial yang memperlihatkan lintang dan bujur dengan metode *Ordinary Kriging* dan *Inverse Distance Weighted* pada data set yang tidak mengandung pencilan. Metode *ordinary kriging* tersebut menggunakan semivariogram isotropic karena penelitian tersebut hanya bergantung pada jarak saja tanpa memperhitungkan arah. Titik kontrol yang diambil oleh penelitian sebelumnya adalah titik kontrol Amlapura dan Besakih. Selanjutnya pada penelitian Suma [4] menggunakan data yang sama dengan peneliti sebelumnya meneliti pendugaan nilai curah hujan di suatu titik pada data spasial yang memperlihatkan lintang dan bujur dengan menggunakan metode *Ordinary Kriging* dan *Robust Kriging*. Metode *ordinary kriging* tersebut menggunakan semivariogram isotropik. Kedua penelitian tersebut sama-sama mengidentifikasi ada atau tidaknya pencilan dari data tersebut. Digunakannya *Robust Kriging* karena penelitian tersebut menyertakan data pencilan untuk menduga nilai curah hujan pada suatu titik.

Pada penelitian ini, penulis tertarik untuk meneliti bagaimana pendugaan nilai curah hujan di suatu titik pada data spasial dengan menambahkan data ketinggian pos hujan dari permukaan laut pada data sebelumnya yang memengaruhi curah hujan pada suatu titik data spasial. Metode yang akan penulis gunakan adalah metode *ordinary kriging* menggunakan semivariogram isotropik yang memperhitungkan ketinggian. Menurut penulis, pengaruh ketinggian yaitu ketinggian tempat dari permukaan laut merupakan faktor penting dalam pendugaan nilai curah hujan pada suatu titik karena semakin tinggi suatu tempat maka semakin sering terjadi hujan karena mengingat

proses terjadinya hujan yaitu bermula dari air laut, danau dan sungai yang terkena panas, lalu terjadi penguapan diatas menjadi uap air yang terkondensasi menjadi awan, setelah diatas tergantung pergerakan dari arah mata angin misalnya pergerakan angin dari dataran rendah menuju dataran tinggi. Maka dari itu ketinggian suatu tempat dari permukaan laut memengaruhi hujan.

### Ordinary Kriging

Ordinary Kriging mengasumsikan mean populasi konstan, tetapi tidak diketahui dan variogram dari  $Z(x)$  diketahui. Metode ini merupakan metode yang memberikan penaksir linear tak bias terbaik (best linear unbiased estimator (BLUE)).

Bobot ordinary kriging memenuhi sifat tak bias dengan  $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$  dengan  $n$  adalah jumlah sampel yang diketahui. Nilai bobot ordinary kriging dapat diperoleh melalui persamaan berikut (Oliver and Webster [7]):

$$\begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma(s_1, s_1) & \dots & \gamma(s_1, s_n) & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \gamma(s_n, s_1) & \dots & \gamma(s_n, s_n) & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \gamma(s_1, s_0) \\ \vdots \\ \gamma(s_n, s_0) \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

Parameter tambahan  $\mu$  adalah Langrange multiplier yang digunakan untuk meminimalkan galat kriging. Interpolasi ordinary kriging dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$\hat{z}(s_0) = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} z(s_1) \\ \vdots \\ z(s_n) \end{pmatrix} \quad (1.2)$$

dan variansi galat kriging dapat diperoleh dari persamaan:

$$\text{Var}(\hat{z}(s_0) - z(s_0)) = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \gamma(s_1, s_0) \\ \vdots \\ \gamma(s_n, s_0) \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

Keterangan :

- $s_0$  : titik atau lokasi yang akan diduga
- $s_1, s_2, \dots, s_n$  : titik atau lokasi sampel yang diketahui nilainya

- $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  : bobot tiap lokasi tersampel  
 $\gamma(s_i, s_j)$  : semivariogram titik  $s_1$  dan  $s_2$   
 $\gamma(s_i, s_0)$  : semivariogram titik  $s_1$  dengan titik yang akan diduga  
 $\mu$  : Lagrange multiplier  
 $\hat{z}(s_0)$  : nilai dugaan pada titik yang akan diduga  
 $z(s_1)$  : nilai pada titik tersampel  $s_1$  sebagai model isotropik ekuivalen,  $\gamma(h'_1)$  (Widhita [5])

## 2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh secara tidak langsung atau data yang dikumpulkan oleh pihak lain. Dalam hal ini data diperoleh pada penelitian sebelumnya oleh Ayuni [1] serta ditambahkan kembali oleh penulis dengan mengambil data lain yang masih bersangkutan dengan penelitian. Data tersebut telah dikumpulkan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar. Data yang dimaksud adalah data curah hujan bulanan tahun 2009 pada seluruh pos hujan di Kabupaten Karangasem

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh daerah dan pos hujan di Kabupaten Karangasem dan yang menjadi sampel adalah pos hujan Amlapura dan Besakih yang dipilih secara *purposive* dimana pos hujan yang menjadi sampel memiliki nilai amatan yang bukan merupakan data pencilan

Tahap-tahap analisis data penelitian, melalui tahapan berikut: Memeriksa plot data sampel yang tidak mengandung pencilan yang telah dilakukan sebelumnya; Memeriksa asumsi stationer orde dua pada masing-masing data set curah hujan; Menentukan model semivariogram; Fungsi yang dipilih sebagai model semivariogram adalah adalah model *Gaussian*; Pengujian model semivariogram dengan menggunakan validasi silang; Pemilihan model semivariogram yang terbaik berdasarkan pengujian validasi silang; Menghitung nilai bobot masing-masing titik amatan terhadap titik kontrol dengan model semivariogram terbaik; Mencari nilai dugaan pada titik kontrol menggunakan bobot masing-masing titik amatan yang diperoleh dari model

semivariogram terbaik; Melakukan langkah tiga sampai delapan untuk set data curah hujan yang bukan merupakan pencilan; Menghitung nilai *root mean square error (RMSE)* dari metode *ordinary kriging* menggunakan semivariogram isotropik yang memperhitungkan ketinggian pada data spasial.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perbandingan Nilai Dugaan Titik Kontrol dengan Nilai Amatan

Nilai dugaan yang diperoleh dari interpolasi dengan metode *Ordinary Kriging* ini selanjutnya dibandingkan dengan nilai amatan sebenarnya. Selisih nilai tersebut nantinya akan digunakan dalam perhitungan untuk mendapatkan tingkat kesalahan (*error*).

Tabel 1. Nilai Amatan dan Nilai Dugaan Titik Kontrol Amlapura dengan Metode *Ordinary Kriging*

Data Set	Nilai Amatan	Nilai Dugaan	Kuadrat Galat
Februari	542	168,1585	139757,4671
Maret	63	0	0
April	111	0	12321
Mei	161	155,1797	33,8759
Juni	14	18,24736	18,0404
Juli	49	104,7515	3108,2297
September	58	815,628	529442,5063
Desember	90	13,3285	5873,9195

Tabel 2. Nilai Amatan dan Nilai Dugaan Titik Kontrol Besakih dengan Metode *Ordinary Kriging*.

Data Set	Nilai Amatan	Nilai Dugaan	Kuadrat Galat
Februari	560	370,6085	35869,1402
Maret	194	0	0
April	200	180,485	380,8352
Mei	223	144,3919	6179,2333
Juni	46	10,48695	1261,2015
Juli	73	107,7345	1206,4854
September	241	85,6755	24125,7003
Desember	339	225,6959	12837,8190

Setelah mendapatkan nilai dugaan pada kedua titik amatan tersebut, selanjutnya nilai dugaan tersebut akan dibandingkan dengan nilai dugaan dari penelitian sebelumnya

Berikut ini perbandingan nilai dugaan masing-masing titik kontrol penelitian dengan metode *ordinary kriging* menggunakan semivariogram isotropik yang tidak memperhitungkan ketinggian dan metode *ordinary kriging* menggunakan semivariogram isotropik yang memperhitungkan ketinggian

Tabel 3. Nilai Dugaan dengan Metode *Ordinary Kriging* Menggunakan Semivariogram Isotropik yang tidak memperhitungkan ketinggian dan yang memperhitungkan ketinggian pada Titik Kontrol Amlapura

Data Set	Metode Ordinary Kriging	
	Tanpa Ketinggian	Dengan Ketinggian
	Nilai dugaan	Nilai Dugaan
Februari	415,9845	168,1585
Maret	85,6779	0
April	175,7113	0
Mei	104,4944	155,1797
Juni	17,6089	18,24736
Juli	27,9975	104,7515
September	74,2771	815,628
Desember	219,6254	13,3285

Tabel 4. Nilai Dugaan dengan Metode *Ordinary Kriging* menggunakan semivariogram isotropik yang tidak memperhitungkan ketinggian dan yang memperhitungkan ketinggian pada Titik Kontrol Besakih

Data Set	Metode Ordinary Kriging	
	Tanpa Ketinggian	Dengan Ketinggian
	Nilai dugaan	Nilai dugaan
Februari	383,6051	370,6085
Maret	91,0137	0
April	191,9792	180,485
Mei	166,1806	144,3919
Juni	9,3069	10,48695
Juli	72,9694	107,7345
September	230,5143	85,6755
Desember	251,8545	225,6959

Berdasarkan perbandingan nilai dugaan pada tabel 3 dan tabel 4 di atas terlihat bahwa hasil dari dugaan nilai curah hujan dengan titik

control Amlapura dan Besakih dengan metode *ordinary kriging* menggunakan semivariogram isotropik yang memperhitungkan ketinggian memperoleh nilai dugaan yang sangat jauh berbeda dengan hasil dugaan yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya, terlihat pada hasil dugaan penelitian ini ada nilai amatan yang tidak bisa diduga yaitu bulan maret dan nilai dugaan curah hujan lainnya sangat jauh berbeda pada data asli.

Berdasarkan hasil diskusi pada sistem geografi informasi MIT menyatakan bahwa interpolasi untuk data 3D tidak dapat digunakan pada metode *ordinary kriging*, sebaiknya dilakukanlah pengkelompokan pada variable bebas menjadi beberapa bagian pada R untuk penerapan interpolasi dengan metode *ordinary kriging* menggunakan semivariogram isotropik pada data 3D. Hasil analisis ini jauh berbeda dari hasil penelitian sebelumnya, perbedaan ini berdasarkan hasil diskusi Whuber dan emDiaz [6] karena penelitian ini tidak dilakukan pengelompokan data berdasarkan kelas.

RMSE (*Root Mean Square Error*) merupakan suatu besaran kesalahan yang digunakan untuk membandingkan ketelitian dari metode *ordinary kriging*. *Root Mean Square Error* dihitung pada saat dua, tiga, empat kali dan seterusnya hingga delapan kali interpolasi. Karena nilai dugaan curah hujan dengan menggunakan metode *ordinary kriging* menggunakan semivariogram isotropik yang memperhitungkan ketinggian menghasilkan dugaan yang jauh dari nilai amatan dan dari penelitian sebelumnya, sehingga disimpulkan metode yang digunakan penulis untuk menduga nilai curah hujan dengan data yang sama dengan penelitian Ayuni [1] kurang baik dan tidak dilanjutkan ke tahap penentuan RMSE

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu metode *Ordinary Kriging* menggunakan semivariogram isotropik yang memperhitungkan ketinggian memberikan nilai pendugaan curah hujan yang jauh berbeda

terhadap nilai pada titik kontrol Amlapura dan Besakih dan Ketinggian memengaruhi dalam pendugaan nilai curah hujan pada suatu titik

### Saran

Metode *Kriging* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Kriging* dengan semivariogram isotropik yang memperhitungkan ketinggian dengan tidak mengelompokkan data berdasarkan kelas sehingga untuk penelitian lebih lanjut dapat dikembangkan dengan menggunakan semivariogram anisotropik dengan mengelompokkan data menjadi beberapa kelas. Selain itu dapat digunakan jenis *Kriging* lain seperti *Co-Kriging* yang merupakan suatu teknik khusus dalam interpolasi dengan memakai dua variabel yang berbeda akan tetapi secara spasial saling berhubungan maupun *Universal Kriging* yang merupakan *Kriging* untuk data yang mempunyai kecenderungan *trend* tertentu.

Anisotropik”. *Skripsi*. Departemen Matematika, FMIPA Universitas Indonesia. Tidak diterbitkan.

- [6] Whuber dan emDiaz. 2013. *Ordinary Kriging with Three Dimension in R*. <http://gis.stackexchange.com>. Diakses 16 agustus 2014
- [7] Oliver, M. A and R. Webster 2007. *Geostatistic for Environmental Statistic*. Second Edition. United Kingdom: Willey

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ayuni, Ni Wayan Dewinta. 2011. “Perbandingan Metode *Ordinary Kriging* dan *Inverse Distance Weighted (IDW)* pada Interpolasi Spasial (Studi Kasus: Curah Hujan di Kabupaten Karangasem)”. *Skripsi*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Udayana. Bukit Jimbaran. Tidak di terbitkan.
- [2] Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar.2012. “Informasi Cuaca, Iklim, dan Gempabumi Provinsi Bali”. *Buletin Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Tahun VI No. 09*.
- [3] Cressie, N.1993. *Statistic for Spatial Data*. Revised Edition. New York : Willey.
- [4] Suma Fridayani, Ni Made. 2012. “Perbandingan Interpolasi Spasial dengan Metode *Ordinary* dan *Robust Kriging* pada Data Berpencilan”. *Skripsi*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Udayana. Bukit Jimbaran. Tidak diterbitkan.
- [5] Widhita, Putu Jaya Adnyana. 2008. “Penaksiran Kandungan Cadangan Bauksit di Daerah Mepawah Menggunakan *Ordinary Kriging* dengan Semivariogram