

# PREDIKSI PENYEBARAN DEMAM BERDARAH *DENGUE* DI KOTA MEDAN DENGAN PREDIKTOR KRIGING: STUDI SIMULASI

Abil Mansyur

Elmanani Simamora

## Abstrak

Studi simulasi ini menggunakan prediktor kriging sebagai *tool* untuk memprediksi jumlah yang terjangkau demam berdarah *dengue* (DBD) di kota medan, untuk titik tidak teramati. Prediktor Kriging optimal jika vektor bobot dihitung dari fungsi korelasi yang mendasarinya dan estimator parameter fungsi korelasi optimal. Estimator parameter dari fungsi korelasi (*Gaussian*) tidak berbentuk *closed form*. Elmanani.S, et.al [2] telah mengkaji hal ini. Penyebaran demam berdarah salah satu bentuk data spasial yang tergantung pada data dalam ruang yang bisa terkait dengan waktu. Fokus studi ini hanya pada simulasi data spasial tanpa berkorelasi waktu dengan jumlah yang terjangkau pada titik teramati berdasarkan data yang ada.

**Kata kunci:** Demam Berdarah Dengue, Prediktor Kriging, Fungsi Korelasi Gaussian, Data Spasial.

## A. PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) atau *Dengue Haemorrhagic Fever* (DHF) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypty* dan *Aedes Albopictus*. Kedua jenis nyamuk ini terdapat di hampir seluruh pelosok Indonesia, kecuali di tempat-tempat ketinggian lebih dari 1000 meter diatas permukaan air laut. Menurut *World Health Organization* (2002), jumlah penduduk dunia yang beresiko

terinfeksi lebih dari 2,5 sampai 3 milyar orang terutama penduduk yang tinggal di daerah perkotaan di negara tropis dan subtropis (sumber [repository.usu.ac.id](http://repository.usu.ac.id)).

Menurut Hadinegoro (2005), jumlah kasus DBD di Asia Tenggara bervariasi hingga tahun 2006 terjadi 188.684 kasus. Sejak tahun 2003, jumlah kasus DBD semakin meningkat meskipun angka kematian dapat ditekan di bawah 1%. Infeksi DBD berada di semua negara di Asia Tenggara. Hingga tahun 2003,

Thailand merupakan Negara dengan jumlah infeksi DBD terbanyak. Namun, sejak tahun 2004, posisi itu ditempati Indonesia hingga saat ini (sumber *repository.usu.ac.id*).

Sedangkan Depkes RI (2007), menjelaskan penyakit DBD di Indonesia masih merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat di Indonesia yang belum dapat ditanggulangi. Penyakit DBD bahkan *endemis* hampir di seluruh propinsi. Dalam kurun waktu 5 tahun terakhir jumlah kasus dan daerah terjangkau terus meningkat dan menyebar luas serta sering menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB). Diperkirakan setiap tahunnya ada 3.000.000 kasus di Indonesia, dan 500.000 kasus DBD yang memerlukan perawatan di rumah sakit dan minimal 12.000 diantaranya meninggal dunia, terutama anak-anak (sumber *repository.usu.ac.id*).

Berdasarkan data Dinas Kesehatan Sumut, hingga September 2012 sebanyak 3.060 warga terjangkau Demam Berdarah *Dengue* (DBD) yang tersebar di seluruh kabupaten/kota. Sementara data dari RSUD Dr Pirngadi Medan (RSUPM)

disebutkan hingga September 2012 sebanyak 168 orang yang menjalani rawat inap karena terserang DBD yang datang dari berbagai daerah. Dimana 49 orang berasal dari 10 kecamatan di kota Medan dengan perincian sebagai berikut: Medan Kota sebanyak 5 orang, Medan Maimun sebanyak 7 orang, Medan Perjuangan sebanyak 9 orang, Medan Polonia sebanyak 3 orang, Medan Timur sebanyak 8 orang, Medan Area sebanyak 2 orang, Medan Johor sebanyak 2 orang, Medan Petisah sebanyak 6 orang, Medan Denai sebanyak 6 orang, dan Medan Barat sebanyak 1 orang (sumber *Harian Medan Orbit*).

Prediktor kriging adalah sebuah metode prediksi pada data spasial dengan menggunakan interpolasi yang sangat luas digunakan dalam disiplin ilmu seperti ilmu tanah, ekologi, meteorologi, sumber daya air, teknik pertambangan, kehutanan dan lainnya. Prediktor kriging didasarkan pada proses spasial yang diobservasi pada lokasi sampling yang memberikan prediktor linier tak bias optimal pada sebuah titik tertentu

yang tidak diamati. Prediktor kriging biasa diterapkan pada data spasial yang mungkin terkait dengan waktu dan bisa bersifat anisotropik dan isotropik. Penyebaran demam berdarah *dengue* (DBD) merupakan salah satu data spasial yang bisa terkait waktu dan bisa bersifat anisotropik dan isotropik.

Beberapa pembatasan dalam studi ini yaitu: 1) data spasialnya tak terkait waktu (tidak runtun waktu)-hanya untuk bulan September 2012- dan bersifat isotropik, 2) pemilihan model korelasi berdasarkan asumsi distribusi Gaussian, dengan merujuk pada hasil yang diperoleh Elmanani.

## B. PREDIKTOR KRIGING

Merangkum teori kriging menurut Sacks et al (1989). Diberikan  $n$  design site  $S = [x_1, \dots, x_n]^T$  dengan  $x_i \in \mathbb{R}^d$  dan variabel respon  $Y_s = [y(x_1), \dots, y(x_n)]^T$ . Fungsi respon  $Y_s$  diperlakukan sebagai realisasi proses stokastik

S, et al [2] yang telah mengkaji hal ini untuk mendapatkan estimator parameter optimal fungsi korelasi Gaussian dengan algoritma Newton-Rhapson. 3) Model regresinya adalah polinomial berorder 0.

Adapun susunan makalah ini disajikan dalam beberapa bagian yaitu bagian pertama mencakup latar belakang permasalahan sebagai pengantar. Bagian kedua dan ketiga berturut-turut ringkasan prediktor kriging dan hasil simulasi. Bagian akhir merangkum kesimpulan dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut.

$Y = [Y(x_1), \dots, Y(x_n)]^T$  seperti dalam persamaan (1), dimana  $x$  menunjukkan variabel input dan  $d$  merupakan dimensi variabel input. Proses stokastik diasumsikan terdiri dari bagian model regresi dan bagian stokastik:

$$y(x) = \sum_{j=0}^k \beta_j f_j(x) + z(x)$$

(1)

Dimana ada sebanyak  $k + 1$  fungsi regresi dengan kombinasi linier  $f_j: \mathcal{R}^d \rightarrow \mathcal{R}$ ,

$$f^T(x) = [f_0(x), \dots, f_k(x)]$$

(2)

Koefisien  $\beta = [\beta_0, \dots, \beta_k]^T$

merupakan parameter regresi.

Sehingga persamaan (1) bisa

dituliskan kembali menjadi

$$y(x) = f^T(x)\beta + z(x).$$

Dimana

fungsi komponen  $f^T(x)$  dapat dipilih

secara sembarang, akan tetapi harus

membentuk dasar fungsi yang cocok

untuk aplikasi tertentu. Dalam model

kriging ada tiga bentuk model regresinya dengan polinomial berorder **0,1** dan **2**.

Bagian stokastik  $z(x)$

diasumsikan memiliki mean nol dan

variansi proses konstan yang

dinyatakan  $\sigma^2$ . Korelasi antara  $z(w)$

dan  $z(x)$ , dengan unsur input  $w$  dan

$x$ , diberikan oleh,

$$E[z(w)z(x)] = \sigma^2 \mathcal{R}(\theta, w, x)$$

(3)

dimana  $\mathcal{R}(\theta, w, x)$  menyatakan

model korelasi antara  $z(w)$  dan  $z(x)$

dengan parameter  $\theta$ .

Untuk himpunan  $S$  yang

merupakan *design site* (lokasi desain)

yang ditunjukkan seperti diatas,

desain matrik  $F$  mempunyai

perluasaan  $n \times (k + 1)$  dengan

setiap  $F_{ij} = f_j(x_i)$  untuk  $i = 1, \dots, n$

dan  $j = 0, 1, \dots, k$ ,

$$F = \begin{bmatrix} f^T(x_1) \\ \vdots \\ f^T(x_n) \end{bmatrix}$$

(4)

dengan  $f^T(x)$  didefenisikan

dalam (2). Selanjutnya, didefenisikan

$R$  sebagai matrik korelasi proses

$$R_{ij} = \mathcal{R}(\theta, x_i, x_j), \quad i, j = 1, \dots, n$$

stokastik diantara  $z(x)$  pada *design*

*site*,

(5)

Pada sebuah titik  $x_0$  yang bukan dicobakan (untried), pada anggota  $S$  diperoleh vektor korelasi

setiap  $z(x_0)$  pada lokasi desain  $S$  dengan  $z(x_0)$  untuk  $x_0$  untried, misalkan

$$r(x_0) = [\mathcal{R}(\theta, x_1, x_0), \dots, \mathcal{R}(\theta, x_n, x_0)]^T$$

$$r(x_0) = [\mathcal{R}(\theta, x_1 - x_0), \dots, \mathcal{R}(\theta, x_n - x_0)]^T$$

$$r(x_0) = [\prod_{k=1}^d \mathcal{R}(\theta_k, x_{1k} - x_{0k}), \dots, \prod_{k=1}^d \mathcal{R}(\theta_k, x_{nk} - x_{0k})]^T \quad (6)$$

Sebuah prediktor kriging  $\hat{y}(x_0)$  atas  $y(x_0)$  adalah prediktor linier jika mempunyai bentuk,

$$\hat{y}(x_0) = c^T(x_0)Y_s$$

(7)

dimana  $c^T(x_0) \in \mathcal{R}^n$  merupakan vektor pembobotan dan,

$$Y_s = [y(x_1) \dots y(x_n)]^T = \begin{bmatrix} f^T(x_1)\beta + z(x_1) \\ \vdots \\ f^T(x_n)\beta + z(x_n) \end{bmatrix}$$

$$= F\beta + Z$$

(8)

dimana  $Z = (z(x_1), \dots, z(x_n))^T$ . disubstitusikan ke persamaan (7)

Sehingga bila persamaan (8) diperoleh:

$$\hat{y}(x) = c^T(x_0)(F\beta + Z)$$

(9)

Sebuah prediktor  $\hat{y}(x_0)$  adalah prediktor linier terbaik yang tak bias (BLUP) jika mempunyai  $E\{\hat{y}(x_0)\} = E\{y(x_0)\}$  dan minimal

*Mean Squared Error (MSE)*. Kesalahan (error) didefinisikan sebagai selisih antara  $\hat{y}(x_0)$  dengan  $y(x_0)$ .

$$\begin{aligned}
\hat{y}(x_0) - y(x_0) &= c^T(x_0)Y_s - y(x_0), \\
&= c^T(x_0)(F\beta + Z) - (f(x_0)^T\beta + z(x_0)) \\
&= c^T(x_0)Z - z(x_0) - (F^T c(x_0) - f(x_0))^T\beta
\end{aligned}$$

(10)

Dari persamaan (10) untuk menjaga prediktor tak bias yang mengharuskan,

$$\begin{aligned}
F^T c(x_0) - f(x_0) &= 0 \\
F^T c(x_0) &= f(x_0)
\end{aligned}$$

(11)

Dibawah kondisi syarat (11) *Mean Squared Error (MSE)* adalah,

$$\begin{aligned}
MSE(\hat{y}(x_0)) &= E[(\hat{y}(x_0) - y(x_0))^T(\hat{y}(x_0) - y(x_0))] \\
&= E[(c^T(x_0)Z - z(x_0))^T(c^T(x_0)Z - z(x_0))] \\
&= E[z(x_0)^T z(x_0) + c^T(x_0)ZZ^T c(x_0) - 2c^T(x_0)Z^T z(x_0)] \\
&= \sigma^2(1 + c^T(x_0)Rc(x_0) - 2c^T(x_0)r(x_0))
\end{aligned}$$

(12)

Untuk meminimalkan  $MSE(\hat{y}(x_0))$  (11) digunakan pengali lagrange, terhadap  $c(x_0)$  dan subjek konstrain sebagai berikut:

$$\mathcal{L}(c(x_0), \lambda(x_0)) = \sigma^2(1 + c^T(x_0)Rc - 2c^T r(x_0)) - \lambda^T(F^T c(x_0) - f(x_0))$$

(13)

Turunan (13) terhadap  $c(x_0)$  adalah

$$\frac{\partial \mathcal{L}(c, \lambda(x_0))}{\partial c} = 2\sigma^2(Rc(x_0) - r(x_0)) - F\lambda(x_0)$$

(14)

Berdasarkan kondisi perlu order memperoleh (11) dan (14) dalam pertama untuk pengoptimalan, akan bentuk matriks.

$$\begin{bmatrix} 0 & F^T \\ F & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{\lambda} \\ c(x_0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f(x_0) \\ r(x_0) \end{bmatrix}$$

(15)

Dimana didefinisikan  $\tilde{\lambda} = -\frac{\lambda(x_0)}{2\sigma^2}$ . Untuk penyelesaian persamaan (16) adalah sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \tilde{\lambda} \\ c(x_0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & F^T \\ F & R \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} f(x_0) \\ r(x_0) \end{bmatrix}$$

Selanjutnya untuk invers matriks partisi diatas digunakan ketentuan sebagai berikut:

Misalkan  $\mathcal{A} = \begin{bmatrix} \mathcal{A}_{11} & \mathcal{A}_{12} \\ \mathcal{A}_{21} & \mathcal{A}_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & F^T \\ F & R \end{bmatrix}$  berarti,

$$\mathcal{A}_{11} = 0, \mathcal{A}_{12} = F^T, \mathcal{A}_{21} = F, \mathcal{A}_{22} = R$$

Untuk  $\mathcal{A}^{-1} = \begin{bmatrix} \mathcal{A}^{11} & \mathcal{A}^{12} \\ \mathcal{A}^{21} & \mathcal{A}^{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & F^T \\ F & R \end{bmatrix}^{-1}$ , dimana:

$$\mathcal{A}^{11} = (\mathcal{A}_{11} - \mathcal{A}_{12}\mathcal{A}_{22}^{-1}\mathcal{A}_{21})^{-1} \stackrel{\text{def}}{=} (\mathcal{A}_{11.2})^{-1}$$

$$\mathcal{A}^{12} = -(\mathcal{A}_{11.2})^{-1}\mathcal{A}_{12}\mathcal{A}_{22}^{-1}$$

$$\mathcal{A}^{21} = -\mathcal{A}_{22}^{-1}\mathcal{A}_{21}(\mathcal{A}_{11.2})^{-1}$$

$$\mathcal{A}^{22} = \mathcal{A}_{22}^{-1} + \mathcal{A}_{22}^{-1}\mathcal{A}_{21}(\mathcal{A}_{11.2})^{-1}\mathcal{A}_{12}\mathcal{A}_{22}^{-1}$$

Jadi

$$\mathcal{A}^{11} = (F^T R^{-1} F)^{-1} \stackrel{\text{def}}{=} (\mathcal{A}_{11.2})^{-1}$$

$$\mathcal{A}^{12} = (F^T R^{-1} F)^{-1} F^T R^{-1}$$

$$\mathcal{A}^{21} = R^{-1} F (F^T R^{-1} F)^{-1}$$

$$\mathcal{A}^{22} = R^{-1} - R^{-1} F (F^T R^{-1} F)^{-1} F^T R^{-1} = R^{-1} (1 - F (F^T R^{-1} F)^{-1} F^T R^{-1})$$

Sehingga diperoleh  $\begin{bmatrix} \tilde{\lambda} \\ c(x_0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & F^T \\ F & R \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} f(x_0) \\ r(x_0) \end{bmatrix}$

$$\begin{bmatrix} \tilde{\lambda} \\ c(x_0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(F^T R^{-1} F)^{-1} & (F^T R^{-1} F)^{-1} F^T R^{-1} \\ R^{-1} F (F^T R^{-1} F)^{-1} & R^{-1} (1 - F (F^T R^{-1} F)^{-1} F^T R^{-1}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(x_0) \\ r(x_0) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \tilde{\lambda} \\ c(x_0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(F^T R^{-1} F)^{-1} f(x) + (F^T R^{-1} F)^{-1} F^T R^{-1} r(x) \\ R^{-1} F (F^T R^{-1} F)^{-1} f(x) + R^{-1} (1 - F (F^T R^{-1} F)^{-1} F^T R^{-1}) r(x) \end{bmatrix}$$

Berarti solusi persamaan (16) adalah

$$\begin{aligned}\tilde{\lambda} &= (F^T R^{-1} F)^{-1} (F^T R^{-1} r(x_0) - f(x_0)) \\ c(x_0) &= R^{-1} (r(x_0) - F \tilde{\lambda})\end{aligned}$$

(16)

Sehingga prediktor linier pada persamaan (8) menjadi:

$$\hat{y}(x_0) = c^T(x_0) Y_s = \left( R^{-1} (r(x_0) - F \tilde{\lambda}) \right)^T Y_s$$

Karena matriks  $R$  dan  $R^{-1}$  adalah matriks simetris, maka diperoleh:

$$\begin{aligned}\hat{y}(x_0) &= \left( R^{-1} (r(x_0) - F \tilde{\lambda}) \right)^T Y_s = (r(x_0) - F \tilde{\lambda})^T R^{-1} Y_s \\ &= r^T(x_0) R^{-1} Y_s - (F^T R^{-1} r(x_0) - f(x_0))^T (F^T R^{-1} F)^{-1} F^T R^{-1} Y_s\end{aligned}$$

(17)

Perhatikan kembali persamaan (8) menggunakan solusi kuadrat terkecil yaitu:  $Y = F\beta + Z$ , karena stokastik yang diperluas (generalisasi), dan  $Z$  diasumsikan memiliki mean nol, menyertakan matriks  $R$  maka  $Y \simeq F\beta$ . Dengan diperoleh,

$$\begin{aligned}F^T R^{-1} Y_s &= F^T R^{-1} F \hat{\beta} \\ \hat{\beta} &= (F^T R^{-1} F)^{-1} F^T R^{-1} Y_s\end{aligned}$$

(18)

dimana  $\hat{\beta}$  merupakan estimator parameter regresi  $\beta$ . Sedangkan  $\hat{\theta}^2$  atas  $\sigma^2$  diberikan oleh,

$$\hat{\theta}^2 = \frac{1}{n} (Y_s - F \hat{\beta})^T R(\theta)^{-1} (Y_s - F \hat{\beta})$$

Untuk estimator dari form. Kita akan mengikuti prosedur kemungkinan maksimum  $\hat{\theta}$  atas  $\theta$  yang sudah dilakukan Elmanani, S, tidak mempunyai bentuk closed et al [2].



### C. HASIL SIMULASI

Studi ini hanya mengumpulkan informasi dari kemampuan mesin pencarian *google* tidak berdasarkan pengamatan langsung atau wawancara mendalam terhadap pasien. Untuk menentukan konfigurasi letak dimana pasien terbanyak yang terjangkau perkecamatan cukuplah sulit. Untuk mengatasi ini cukup kita mengambil

Diberikan  $n = 10$  *design site*  $S = [x_1, \dots, x_{10}]^T$  dengan  $x_i \in \mathbb{R}^2$  dan variabel respon  $Y_s = [y(x_1), \dots, y(x_{10})]^T$ . Selanjutnya membuat grid  $1cm \times 1cm$  pada peta Kota Medan, dimana dalam studi ini peta Kota Medan mempergunakan skala 1:50.000 yang diperoleh dari mesin pencarian *google*. Untuk menghindari *Multiple design sites*

NO	KECAMATAN	LETAK KOORDINAT DALAM SKALA $S = [x_1, \dots, x_{10}]^T, x_i \in \mathbb{R}^2$	VARIABEL RESPON $Y_s = [y(x_1), \dots, y(x_{10})]^T$
1	Medan Johor	(6, 2)	2 orang
2	Medan Petisah	(6, 5.5)	6 orang
3	Medan Barat	(6.5, 6.5)	1 orang
4	Medan Polonia	(7, 4)	3 orang
5	Medan Timur	(7, 7)	8 orang
6	Medan Maimun	(8, 4)	7 orang
7	Medan Kota	(9, 4)	5 orang
8	Medan Area	(9, 5)	2 orang
9	Medan Perjuangan	(9, 6)	9 orang
10	Medan Denai	(11, 4)	6 orang

titik simpul terdekat dengan kantor kecamatan sebagai titik pengamatan, bila hal ini tidak ada maka diambil titik tengah grid. Dimana dalam program *Design Analysis Computer Experiment (DACE)* tidak diperbolehkan *Multiple design sites*.

dalam program Matlab maka dilakukan sort letak koordinat dalam skala dengan memperhatikan komponen pertama dari masing-masing titik teramati. Setelah melakukan perhitungan dalam skala maka diperoleh hasil seperti tabel 1 dan tabel 2 dibawah ini.

Tabel 1 ini merupakan hasil penyederhanaan letak koordinat pengamatan berdimensi dua dengan

variabel responnya berdasarkan informasi dari pendahuluan dan disortir berdasarkan desainnya.

**Tabel 1.** Design Site  $S$  dan Variabel Respon  $Y_s$  dari 10 observasi.

Berikut ini hasil simulasi run program Matlab R2012a dengan regresi polinomial order 0, dengan pemilihan fungsi korelasi Gaussian dengan terkaan awal parameter fungsi korelasinya  $\theta_0 = [1 \ 0.1]$  dan  $lob = [10^{-1} \ 10^{-1}]$ ;  $upb = [10 \ 10]$ . Dimana diperoleh estimator parameter model krigingnya

berturut-turut sebagai berikut:  $\hat{\theta}_{Optimal} = [2,5 \ 6,4]$ ,  $\hat{\beta} = -0,0896$  dan  $\hat{\sigma}^2 = 32,12$ . Sedangkan prediksi jumlah yang terjangkit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) dari beberapa kecamatan yang tidak teramati, disajikan seperti tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 2.** Prediksi jumlah yang terjangkit DBD pada beberapa kecamatan yang tidak teramati.

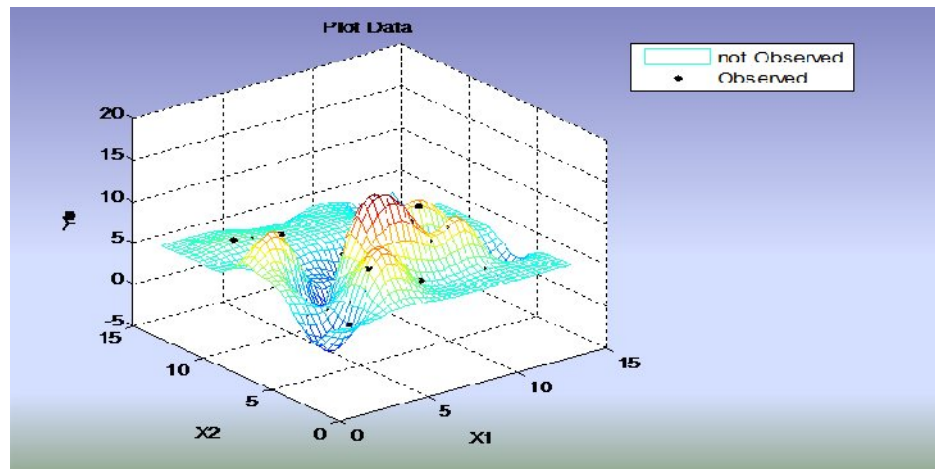
NO	KECAMATAN	LETAK KOORDINAT DALAM SKALA $S = [x_1, \dots, x_{10}]^T, x_i \in \mathbb{R}^2$	PREDIKSI JUMLAH YANG TERJANGKIT DBD (Pembulatan)
1	Medan Tuntungan	(2, 2)	4 orang
2	Medan Sunggal	(3, 5)	3 orang
3	Medan Helvetia	(3, 6)	3 orang
4	Medan Selayang	(4, 3)	11 orang
5	Medan_Marelan	(6, 11)	6 orang
6	Medan Belawan	(6, 14)	3 orang
7	Medan Deli	(7, 9)	5 orang
8	Medan Labuhan	(8, 12)	6 orang
9	Medan Tembung	(9, 7)	7 orang
10	Medan Amplas	(10, 3)	9 orang

Sedangkan plot data diperlihatkan pada gambar 1, yang mencakup data yang teramati-tanda

dot hitam-dan data yang tidak teramati dalam grid  $[0 \ 13] \times [0 \ 13]$  Dalam gambar ini mengisyaratkan

bahwa prediktor kriging sebuah bentuk interpolasi yang lebih

digeneralisasi (*Generalization of interpolation*).



Gambar 1. Hasil Run Program MatLab R2012a dan Plot Data

#### D. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tabel 2 dan gambar 1, bisa dianalisis bahwa titik-titik lokasi yang tidak teramati yang relative jauh dari titik-titik lokasi yang teramati (*centered*) akan sedikit lebih kasar dalam prediksinya, misal untuk titik lokasi Medan Tuntungan dan Medan Belawan. Hal ini bisa terjadi karena Prediktor Kriging merupakan interpretasikan sebagai generalisasi *smoothing spline* dengan penalti kekasaraannya ditentukan oleh fungsi korelasinya, sebagaimana diuraikan Eva M. Furrer and Douglas W. Nychka [3] dan

Martin,D.J&Simpson,W.T [6]. Dimana titik-titik lokasi akan berkorelasi secara spasial yang tergantung kepada jarak dari satu titik ke titik lain.

Bila kedua titik memiliki jarak yang cenderung ke tak hingga maka akan memberikana korelasi dekat ke nol atau kata lain kedua titik berkorelasi sangat lemah (*weakly correlated*). Sebaliknya akan memberikana korelasi dekat ke satu atau kata lain kedua titik berkorelasi sangat kuat (*strongly correlated*). Sedangkan yang berfungsi sebagai

*tuner* adalah terkaan awal dari parameter fungsi korelasi pada batas bawah dan batas atas yang diizinkan.

Adapun saran yang dianjurkan untuk pengkajian lebih lanjut dalam mendapatkan prediksi yang lebih *smooth*, diperlukan pengambilan sampel dari seluruh

kecamatan yang ada di Kota Medan dengan titik pusat pengamatan pada masing-masing kantor kecamatan. Dalam hal ini yang menjadi titik yang tidak teramati adalah masing-masing kelurahan, dengan pusat adalah kantor kelurahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cressie, N. A. C. (1991), *Statistics for Spatial Data*, Wiley, New York.
- Elmanani.S, Subanar & Sri Haryatmi K. (2012), *Algoritma Newton-Rhapon untuk Pencarian Estimator Parameter Optimal Fungsi Korelasi Gaussian dalam Prediktor Kriging*, Prosiding KMN-16, UNPAD.
- Eva M. Furrer and Douglas W. Nychka, Institute for Mathematics Applied to Geosciences, *National Center for Atmospheric Research*, P.O. Box 3000, Boulder, CO 80307.
- Harian Orbit Medan. (22 September 2012), *Jumlah Penderita Penyakit Demam Berdarah Dengue meningkat di Kota Medan*.
- J. Sacks, W.J. Welch, T.J. Mitchell, H.P. (1989), Wynn, *Design and Analysis of Computer Experiments*, Statistical Science, vol. 4, no. 4, pp. 409-435.
- Martin,D.J&Simpson,W.T. (September 28 - October 2, 2004), *On the use of kriging models to approximate deterministic computer models*, *Proceedings of DETC'04: ASME 2004 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* Salt Lake City, Utah USA.
- Suroso. T. Hadinegoro SR, Wuryadi S, Sumanjuntak G, Umar AI, Pitoyo PD, et.al. (2000), *Penyakit Demam Berdarah Dengue dan Demam Berdarah Dengue*. WHO dan Depkes. RI, Jakarta. P.3 – 58.
- [www.repository.usu.ac.id](http://www.repository.usu.ac.id), *Bab I. Latar Belakang Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)*.