Prediksi dan Visualisasi Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue Menggunakan Metode Kriging di Kabupaten Malang

Gifari Reza Pahlevi[1] dan Wiwik Anggraeni[2]
Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: gifari.reza12@mhs.is.its.ac.id[1], wiwik@is.its.ac.id[2]

***Abstrak*— Penyakit demam berdarah merupakan penyakit menular yang telah banyak menyebabkan orang meninggal dunia. Trend kematian yang disebabkan oleh penyakit tersebut meningkat dari tahun ke tahun. Dengan karakteristik wabah demam berdarah dan yang sangat cepat menyebar ke segala wilayah, maka pihak dinas kesehatan harus dengan cepat mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan untuk menghadapi wabah penyakit tersebut. Salah satunya dengan melakukan peramalan terhadap wilayah-wilayah mana saja yang berpotensi memiliki tingkat kasus yang tinggi.**

Kringing merupakan metode geospasial yang digunakan untuk melakukan estimasi nilai di suatu titik menggunakan kedekatan antar titik tersebut (inteprolasi). Sehingga, harapannya berdasarkan jumlah penderita di suatu titik tertentu, dapat menentukan jumlah penderita di titik lainnya dengan presisi dan akurat sehingga pemerintah dan dinas kesehatan dapat melakukan tindakan dan pencegahan terhadap wilayah-wilayah yang memiliki tingkat penderita yang diprediksikan cukup tinggi.

Selain itu, berdasarkan visualisasi yang dibuat, dapat mempermudah dinas kesehatan Kabupaten Malang dalam melihat wilayah-wilayah mana saja yang memiliki tingkat penderita demam berdarah dengue.

***Kata Kunci*— Demam Berdarah Dengue, Geospasial, Interpolasi, Kriging, Prediksi, Semivariogram, Visualisasi**

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Malang merupakan kabupaten terluas kedua di Jawa Timur setelah Kabupaten Banyuwangi. Luas Kabupaten malang terdiri dari 3534,86 km^2 [1]. Sehingga dengan luas yang sedemikian besarnya tersebut, diperlukan fasilitas kesehatan yang memadai. Terdapat beberapa rumah sakit yang besar di Kabupaten Malang, diantaranya adalah Rumah Sakit Saiful Anwar, Rumah Sakit Islam Malang, dan Rumah Sakit Husada Bunda. Nantinya, rumah sakit tersebut akan bekerja sama dengan pihak Dinas Kesehatan Kabupaten Malang dalam melakukan penangan terhadap penyakit-penyakit yang bersifat epidemic, diantaranya adalah demam berdarah dengue [2].

Demam berdarah Dengue merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus *Dengue* dari genus *Flavivirus*, family *Flaviviridae*. DBD ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* yang telah terinfeksi oleh virus *Dengue*. Menurut World Health Organization (WHO), Indonesia merupakan negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara [3]. Di Kabupaten Malang sendiri, DBD menjadi penyakit yang sangat berbahaya dimana pada tahun 2014, terdapat 122 kasus DBD dan 2 diantaranya meninggal dunia [4]. Pada tahun 2009 sendiri, di kecamatan dau, terdapat 91 orang penderita dari total penduduk 52.540, dan memiliki grafik kenaikan penderita demam berdarah dengue sebesar 173.20% untuk tahun tersebut [5].

Beberapa kasus demam berdarah tersebut, banyak yang menimbulkan kematian. Penyebab kematian tersebut dipicu oleh beberapa faktor, antara lain keterlambatan penanganan medis dan rendahnya kesadaran masyarakat akan pencegahannya. Hal ini patut menjadi isu yang wajin diwaspadai oleh dinas kesehatan, khususnya dinas kesehatan Malang.

Penyakit epidemic seperti demam berdarah dengue merupakan salah satu dari sekian banyak penyakit yang berbahaya, sehingga perlu dilakukan peramalan untuk melakukan prediksi penderita yang terkena salah satu atau kedua penyakit tersebut. Kemampuan untuk memprediksi penyakit epidemic tersebut dapat dengan sesegera mungkin menyediakan opsi-opsi yang diperlukan bagi pemerintah dan dinas kesehatan untuk melakukan tindakan dan pencegahan, sehingga dampak dari penyakit epidemic tersebut dapat diminimalisir [6]. Sebelum dinas kesehatan dan pihak terkait melakukan tindakan pencegahan, seharusnya dilakukan prioritisasi wilayah mana saja yang diprediksi berpotensi terkena wabah epidemic tersebut berdasarkan tingkat jumlah penderita [7]. Untuk membantu melakukan prediksi tersebut, dibutuhkan suatu metode yang dapat dengan tepat menentukan tingkat penderita wabah epidemic di suatu wilayah dengan akurat dan presisi, salah satunya dengan menggunakan metode *kriging*.

Metode kriging merupakan salah satu metode geospasial yang melakukan estimasi secara optimal berdasarkan hasil regresi yang dilakukan terhadap suatu titik *z* berdasarkan titik-titik data yang tersebar disekitar titik *z* tersebut, dilakukan pembobotan berdasarkan nilai spasial *covariance* [8]. Sehingga dalam penelitian ini, *output* dari metode tersebut adalah nilai estimasi penderita penyakit di suatu wilayah tertentu. Pertimbangan menggunakan metode ini antara lain adalah adanya asumsi bahwa terdapat korelasi yang kuat antara jumlah penderita penyakit demam berdarah dengue di satu wilayah dengan jumlah penderita penyakit tersebut di wilayah lainnya. Analisa statistika klasik merupakan metode yang tepat jika asumsi tentang independensi diantara titik-titik pengamatan terpenuhi [9]. Namun, pada kasus ini, terdapat kebergantungan spasial, sehingga jika menggunakan statstika klasik untuk

analisis data maka akan memberikan tingkat kesalahan yang sangat besar.

Penelitian Tugas Akhir ini bermaksud untuk melakukan melakukan prediksi terhadap wilayah-wilayah mana saja yang berpotensi untuk terkena dampak demam berdarah dengue di suatu wilayah berdasarkan tingkat penderita di wilayah sekitarnya, serta membantu dinas kesehatan Kabupaten Malang dalam melihat hasil prediksi tersebut dalam bentuk visualisasi pemetaan wilayah tingkat penderita demam berdarah dengue.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kabupaten Malang

Kabupaten Malang merupakan sebuah kabupaten di provinsi Jawa Timur, terbesar kedua setelah kabupaten Banyuwangi. Selain itu, Kabupaten Malang merupakan Kabupaten yang memiliki populasi terbesar di Jawa Timur. Ibukota Kabupaten Malang adalah Kepanjen. Luas wilayah Kapubaten Malang adalah 3.534,86 km^2 dan terdiri dari 33 kecamatan, 12 kelurahan dan 378 desa [10]. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Kabupaten Malang pada tahun 2011 adalah 2.459.982 jiwa. Pada penelitian ini, Kabupaten Malang merupakan ruang lingkup dari prediksi dan visualisasi yang akan dibuat.

B. Demam Berdarah Dengue

Demam berdarah dengue merupakan penyakit epidemic [3] yang menjadi masalah kesehatan masyarakat yang penting didunia, terutama negara-negara yang berada di wilayah tropis dan subtropis termasuk Indonesia. Di kabupaten Malang sendiri, pada tahun 2009 Bulan Mei terdapat 322 penderita dan 4 diantaranya meninggal dunia [11]. Pada bulan Februari tahun 2015, terdapat 107 orang yang menderita penyakit demam berdarah, dimana penderita tersebut kebanyakan adalah anak sekolah usia 7 tahun sampai dengan 18 tahun. Dalam penelitian ini, jumlah penderita demam berdarah merupakan variable yang diprediksi pada titik pengamatan yang diamati dan menjadi predictor bagi titik pengamatan yang lain.

C. Uji Stasioneritas

Stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut (Makridakis, 1995). Didalam metode *kriging*, uji stasioneritas dilakukan untuk mengetahui tingkat keragaman data; apakah nilai di suatu tempat X memiliki trend penurunan atau kenaikan terhadap nilai di tempat lain [12]. Uji stasioneritas diperlukan untuk menentukan metode apa yang akan digunakan dalam penelitian ini; *ordinary kriging* atau *universal kriging*.

D. Kriging

Kriging merupakan sebuah metode geostatistik yang menonjolkan metode kshusus dalam moving average terbobot yang meminimalkan variansi dari hasil estimasi [13]. Pada metode moving average, factor pembobotan ditentukan dengan cara menghitung jarak dari titik yang diamati dengan sekeliling titik pengamatan. Di kriging, factor pembobotan dihitung dengan cara mencari nilai semi-variogram untuk semua jarak dari titik pengamatan satu dengan titik pengamatan yang lain, dna juga mencari nilai semi variogram dari titik yang diamati dengan semua titik pengamatan yang lainnya - tidak hanya yang berada di sekelilingnya – dan setelah itu baru bisa dibuat persamaan. Estimator kriging $\acute{Z}(s)$ dari $Z(s)$ dapat dituliskan seperti dibawah ini [14]:

$$\acute{Z}(\boldsymbol{u}) - m(\boldsymbol{u}) = \sum_{\alpha=1}^{n(\boldsymbol{u})} \lambda_\alpha [Z(\boldsymbol{u}_\alpha) - m(\boldsymbol{u}_\alpha)]$$

Dimana:

- **u, $\mathbf{u}_\alpha$:** lokasi vector untuk titik pengamatan yang diestimasi dan salah satu dari data titik pengamatan yang berdekatan, indeksnya dinotasikan α
- n(**u**)**:** jumlah titik pengamatan yang digunakan untuk melakukan estimasi dari poin $\acute{Z}$ (**u**).
- m(**u**)**,** m($\mathbf{u}_\alpha$)**:** nilai rata-rata dari Z(**u**) dan Z($\mathbf{u}_\alpha$)
- $\lambda_\alpha(\boldsymbol{u})$: bobok kriging yang diberikan ke variable Z($\mathbf{u}_\alpha$) untuk melakukan estimasi lokasi **u;** variable yang sama bisa mendapatkan bobot yang berbeda tergantung titik pengamatan yang diprediksi.

E. Semivariogram

Variogram merupakan alat geostatistik untuk mengukur korelasi antara data spasial satu dengan data spasial lainnya. Sedangkan semivariogram adalah setengah dari variogram, dengan simbol γ. Nilai Semivariogram dapat dihitung dari semua arah (omni-directional) atau dari arah-arah tertentu saja. Semivariogram dapat membantu untuk mengetahui *nature* dari data yang digunakan, sebagai contohnya untuk melakukan interpolasi. Semivariogram ini nantinya bisa menjadi parameter masukan untuk metode simple kriging, ordinary kriging, atau universal kriging [15].

Untuk mencari variogram eksperimental dapat dicari menggunakan persamaan dibawah ini:

$$2\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(\boldsymbol{h})} (Z(\boldsymbol{u_i}) - Z(\boldsymbol{u_i} + \boldsymbol{h}))^2$$

Dimana:

- $2\,\gamma$(h) = nilai variogram dengan jarak h
- γ(h) = nilai semivariogram dengan jarak h
- $Z(\boldsymbol{u_i})$ = nilai pengamatan di titik u_i
- $Z(\boldsymbol{u_i} + \boldsymbol{h})$ = nilai pengamatan di titik u_i+h
- $N(h)$ = banyaknya pasangan yang mempunyai titik jarak H

F. MAPE

MAPE atau *Mean Absolute Percentage Error* merupakan perhitungan error yang umum dipakai di berbagai bidang peramalan. MAPE merupakan nilai tengah kesalahan persentase absolute dari suatu peramalan.

Persamaan untuk menghitung MAPE adalah:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{X_t - F_t}{X_t}}{n} \; x\; 100\%$$

Keterangan:

- X_t = nilai data periode ke-t
- F_t = nilai ramalan periode ke-t
- n = banyaknya data

Penafsiran nilai MAPE sendiri adalah seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Parameter MAPE

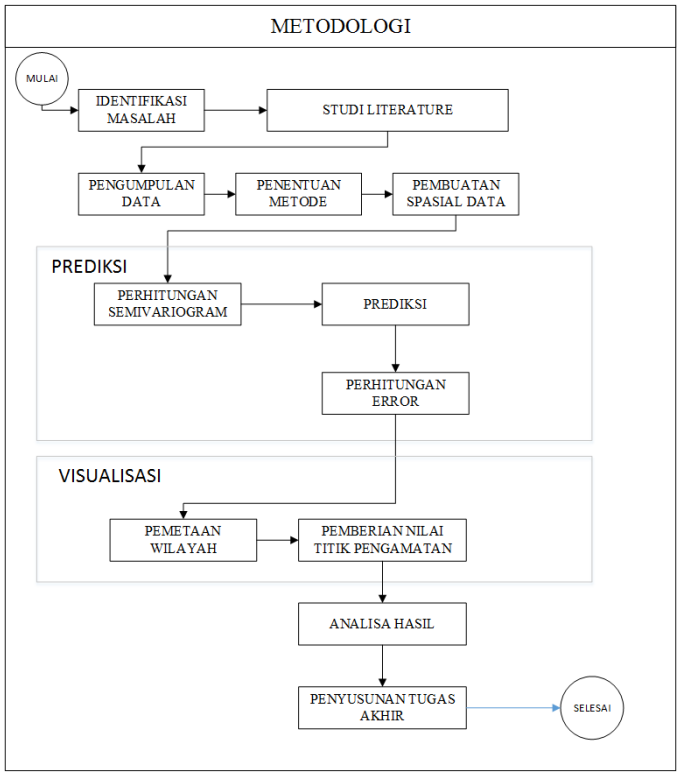
MAPE	Hasil Peramalan
<10%	Sangat Baik
10-20%	Baik
20-50%	Layak/ Cukup
>50%	Buruk

MAPE merupakan metode perhitungan error yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini.

G. QuantumGIS

QuantumGIS merupakan sebuah *open-source software* GIS yang menyediakan fitur membaca data geospasial, melakukan perubahan dan melakukan analisis terhadap data geospasial. QGIS memiliki kelebihan seperti *software open source* lainnya seperti *plugin* yang sangat banyak. Penulis menggunakan *plugin* qgis2web untuk membantu melakukan *generate* hasil peta kedalam bentuk *web based* agar peta tersebut dapat diakses dari mana saja. QuantumGIS digunakan untuk membantu penulis dalam hal visualisasi agar hasil dari prediksi tersebut dapat mudah dilihat hasilnya.

III. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Metodologi Penelitian

A. Identifikasi Permasalahan

Penelitian Tugas Akhir ini dimulai dengan cara melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang diangkat serta solusi umum yang sudah pernah digunakan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Selain itu, juga membahas tentang latar belakang mengapa permasalahan ini diangkat serta tujuan dari pemecahan masalah ini

B. Studi Literatur

Masukan untuk proses ini merupakan masalah yang akan dibahas di penelitian Tugas Akhir ini. Studi literature yang dilakukan adalah studi mengenai paper, journal, dan penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan, dan dokumen lainnya yang mempunyai keterkaitan dengan pemecahan masalah yang dibahas. Pada penelitian Tugas Akhir ini, penulis mengusulkan metode interpolasi kriging untuk melakukan prediksi terhadap jumlah penderita penyakit pada titik pengamatan yang telah ditentukan.

C. Pengumpulan Data

Setelah penulis mengetahui cara kerja metode kriging seperti apa, langkah selanjutnya adalah pengumpulan data. Data yang digunakan merupakan data penderita penyakit Demam Berdarah, Demam Berdarah Dengue di Kabupaten Malang dalam kurun waktu 2009-2016. Data berasal dari Dinas Kesehatan Kabupaten Malang.

D. Penentuan Metode

Untuk menentukan metode, dilakukan uji stasioneritas untuk melihat apakah data tersebut stasioner atau tidak. Data yang stasioner dapat dilakukan dengan metode ordinary kriging, sedangkan data yang tidak stasioner dapat dilakukan dengan metode universal kriging.

E. Pembuatan Spasial Data

Langkah-langkahnya adalah mencari terlebih dahulu koordinat Latitude dan Longitude untuk masing-masing puskesmas. Cara mencari koordinat masing-masing puskesmas adalah dengan menggunakan referensi website GIS Fasilitas Kesehatan yang dimiliki oleh Kementerian Kesehatan). Setelah mencari koordinatnya, langkah selanjutnya yaitu memberikan nilai kepada masing-masing puskesmas tersebut menggunakan nilai jumlah penderita penyakit DBD untuk masing-masing puskesmas dalam tahun yang sama.

F. Perhitungan Semivariogram

Variabel yang digunakan dalam langkah ini adalah data penderita per masing-masing puskesmas. Langkah-langkahnya yaitu mencari pasangan data satu dengan data yang lain, mencari jarak antar pasangan-pasangan tersebut dan yang terakhir adalah melakukan plotting nilai semivariogram. Hasil plotting nilai semivariogram ini yang menjadi semivariogram eksperimental. Setelah didapatkan hasil semivariogram eksperimental, langkah selanjutnya yaitu melakukan fitting model menggunakan semivariogram empiris; model semivariogram empiris apa yang pas dicocokkan dengan model semivariogram berikut juga nilainya

G. Prediksi

Setelah mendapatkan model semivariogram yang tepat sesuai dengan *nature* dari data, langkah selanjutnya adalah menggunakan semivariogram tersebut untuk melakukan

estimasi data. Estimasi data didapatkan dari hasil semivariogram yang nantinya akan berbentuk bobot dari masing-masing titik pengamatan

H. Pemetaan Wilayah

Langkah pertama yang dilakukan yaitu mendapatkan shapefile Kabupaten Malang**.** Untuk mempermudah melakukan visualisasi, penulis memerlukan data shapefile wilayah Kabupaten Malang yang telah terbagi-bagi berdasarkan Kecamatan. Penulis mendapatkan data shape file tersebut dari Badan Pusat Statistik (BPS) Pusat. Langkah kedua yaitu memberikan warna yang berbeda sesuai dengan masing-masing wilayah untuk mempermudah dalam pembacaan data.

I. Pemberian Nilai Titik Pengamatan

Setelah mendapatkan pemetaan wilayah Kabupaten Malang, langkah terakhir yang dilakukan yaitu memberikan nilai prediksi dan actual dari masing-masing puskesmas yang mewakili masing-masing kecataman tersebut. Selain itu, juga mengubah warna untuk masing-masing wilayah tersebut sesuai dengan tingkat jumlah penderita yang diprediksikan, dimana dibagi atas 3 warna yaitu biru muda untuk tingkat penderita yang rendah, biru tua untuk tingkat penderita yang sedang, dan warna ungu untuk daerah yang memiliki tingkat penderita yang tinggi.

J. Analisa Hasil

Pada tahapan ini, dilakukan analisis hasil untuk melihat prediksi wilayah mana saja yang sekiranya tingkat jumlah penderita dari penyakit DBD yang cukup tinggi, direpresentasikan menggunakan warna-warna yang berbeda. Selain itu, juga dilakukan mengenai analisis tingkat kesalahan dari prediksi yang dilakukan dengan data actual yang dimiliki penulis, untuk mendapatkan tingkat keandalan dalam menggunakan metode kriging dalam kasus ini.

K. Penyusunan Tugas Akhir

Hasil akhir pada tahap ini adalah laporan Tugas Akhir yang memberikan penjelasan dokumentasi aktivitas yang dilakukan selama penelitian ini.

IV. PERANCANGAN

A. Pengumpulan Data

Pada penelitian Tugas Akhir ini, variable atau data yang digunakan adalah data penderita Demam Berdarah Dengue per masing-masing puskesmas yang didapatkan dari Dinas Kesehatan Kabupaten Malang. Variabel kedua yang digunakan adalah kooordinat masing-masing pusksesmas, dimana masing-masing pusksesmas tersebut mewakili kecamatan dimana puskesmas tersebut berdiri. Terdapat 33 kecamatan di Kabupaten Malang. Namun, terdapat beberapa kecamatan yang memiliki 2 puskesmas dikarenakan besarnya wilayah kecamatan tersebut, seperti Dampit, Gondanglegi, dan lain-lain [10]. Unit pengukuran untuk variable Demam Berdarah Dengue adalah “jumlah kasus”. Variabel yang digunakan dalam peramalan adalah variable penderita per puskesmas, dimana variable tersebut menggunakan koordinat Latitude dan Longitude sebagai acuan peramalan.

B. Pra Proses Data

Pada tahapan ini dilakukan interpolasi data untuk penderita DBD tahun tertentu yang tidak mempunyai nilai dan peramalan data untuk mengetahui data 2016. Setelah itu dilakukan penggambaran data untuk mengetahui karakteristik data, uji stasioneritas untuk menentukan metode yang digunakan serta transformasi data untuk memperkecil varians data.Terdapat 3 jenis transformasi yang digunakan di dalam penelitian ini, yaitu log10, akar kuadrat, dan Ln.

C. Formulasi Model

Setelah mengetahui metode apa yang akan digunakan, pada tahapan ini akan dilakukan formulasi model; mengetahui model apa yang akan digunakan dalam periode tertentu. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah semivariogram. Langkah-langkah mencari semivariogram adalah:

1) Mencari pasangan data
2) Mencari jarak antar pasangan data
3) Menghitung semivariogram eksperimental
4) Melakukan *fitting* model
5) Prediksi data
6) Perhitungan Error
7) Visualisasi

V. IMPLEMENTASI

A. Pelaksanaan Pra Proses Data

Kriging merupakan metode yang tidak bersifat time-series, atau melakukan peramalan dalam satu waktu. Sehingga, model yang digunakan di dalam peramalan tersebut berbeda-beda tergantung data dalam periode tersebut. Satu periode adalah satu bulan. Pembuatan model dilakukan untuk masing-masing jenis transformasi. Tabel 2 berikut merupakan hasil gambaran data untuk tahun 2009.

Tabel 2. Gambaran Data 2009

	BULAN	Min	Max	Average	Median	Mode
2009	**1**	0	11	2.44	1	1
	2	0	16	2.79	1	0
	3	0	11	2.18	2	0
	4	0	11	1.82	1	0
	5	0	14	2.87	1	0
	6	0	17	3.13	2	0
	7	0	11	2.54	2	0
	8	0	13	1.56	0	0
	9	0	11	1.97	1	1
	10	0	10	1.82	1	0
	11	0	12	2.51	1	0
	12	0	14	3.18	2	0

Untuk mengetahui metode yang digunakan, akan dilakukan uji stasioneritas terlebih dahulu.

Tabel 2 Uji Stasioneritas 2009

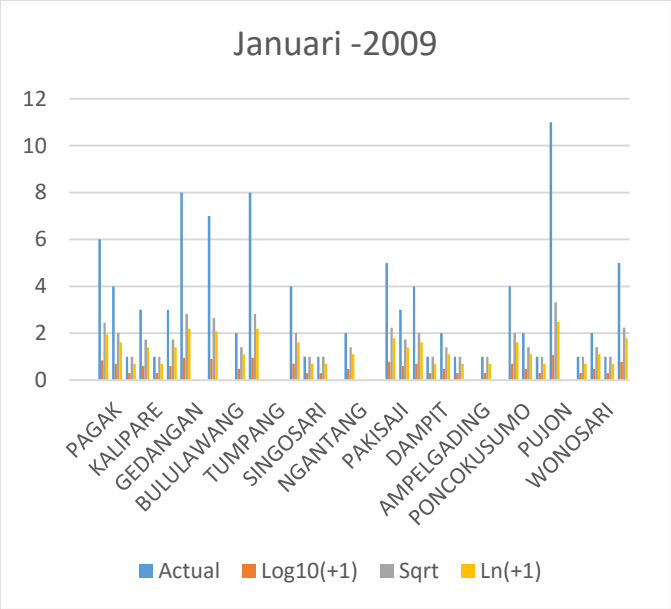
Bulan	Nilai ADF	5% Level	Metode
Jan-09	-7.753834	-2.941145	OK

Setelah dilakukan uji stasioneritas, hal selanjutnya yaitu transformasi data. Transformasi data dilakukan untuk masing-masing bulan dari Januari sampai desember. Peramalan dilakukan untuk masing-masing jenis transformasi per bulannya. Tabel 3 berikut merupakan perbandingan hasil transformasi.

Tabel 3 Perbandingan Transformasi

Kecamatan	Aktual	Log 10+1	Akar Kuadrat	Ln+1
KEPANJEN	6	0.85	2.45	1.95
PAGAK	4	0.7	2	1.61
SBR MJ KL	1	0.3	1	0.69
DONOMULYO	3	0.6	1.73	1.39
KALIPARE	1	0.3	1	0.69
BANTUR	3	0.6	1.73	1.39

Gambar 2 menunjukkan hasil perbandingan grafik antar jenis transformasi.



Gambar 2 Perbandingan Transformasi Jan 2009

Kriging optimal digunakan ketika data tersebut memiliki varians data yang kecil, sehingga tingkat error yang paling kecil didapatkan dari jenis transformasi Log10, lalu Ln dan yang terakhir akar kuadrat.

B. Pembuatan Model

Langkah pertama yang dilakukan yaitu membuat pasangan data beserta jaraknya, seperti yang ditunjukkan di tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4 Semivariogram Eksperimental Log10 Jan09

Lag Class	Jarak rata-rata	Semivariance rata-rata	Jumlah pasangan
1	0.020832	0.0653	4
2	0.039167	0.1122	7
3	0.061065	0.0962	25
4	0.083246	0.1251	38
5	0.106833	0.0776	36
6	0.129752	0.0921	45
7	0.154575	0.0988	58
8	0.17987	0.0933	50
9	0.203542	0.1193	68
10	0.227313	0.1283	46
11	0.251084	0.0732	48
12	0.275469	0.0997	51
13	0.298567	0.1104	42
14	0.323917	0.1018	39
15	0.347839	0.1247	37

Untuk perbandingan antar model yang digunakan dalam jenis transformasi bulan Januari tahun 2009 jenis transformasi Log10, ditunjukkan tabel 5. Model yang digunakan adalah model yang memiliki RSS paling rendah.

Tabel 5 Perbandingan Model Log10 Jan09

Model	Nugget	Sill	Range	RSS
Linear	0.09040	0.11124	0.34784	0.00464
Spherical	0.00010	0.10320	0.04300	0.00386
Gaussian	0.01480	0.10360	0.03637	0.00939
Exponential	0.00780	0.10360	0.05100	0.00417

Langkah-langkah tersebut dilakukan repetisi untuk bulan-bulan selanjutnya.

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Peramalan Per Tahun

Terdapat dua sudut pandang yang akan digunakan dalam hasil peramalan ini, yang pertama adalah peramalan per periode dan yang kedua adalah peramalan per puskesmas. MAPE akan dihitung pada saat peramalan per kecamatan, sedangkan pada saat peramalan per periode akan dihasilkan prediksinya saja.

Tabel 6 berikut merupakan hasil peramalan untuk bulan Januari tahun 2009 jenis transformasi log10.

Tabel 6 Peramalan Log10 Jan 2009

Puskesmas	Act	Pred	Puskesmas	Act	Pred
KEPANJEN	0.85	0.41	KASEMBON	0.00	0.43
PAGAK	0.70	0.40	SBR PUCUNG	0.78	0.40
SBR MJ KL	0.30	0.42	PAKISAJI	0.60	0.44
DONOMULYO	0.60	0.41	WAJAK	0.70	0.40
KALIPARE	0.30	0.44	TAJINAN	0.30	0.42
BANTUR	0.60	0.41	DAMPIT	0.48	0.36

Puskesmas	Act	Pred	Puskesmas	Act	Pred
WONOKERTO	0.95	0.40	PAMOTAN	0.30	0.44
GEDANGAN	0.00	0.42	SBR MJ WETAN	0.00	0.42
GONDANGLEGI	0.90	0.48	AMPELGADING	0.30	0.43
KETAWANG	0.00	0.43	TIRTOYUDO	0.00	0.42
BULULAWANG	0.48	0.41	PAGELARAN	0.70	0.55
TUREN	0.95	0.40	PONCOKUSUMO	0.48	0.39
SITIARJO	0.00	0.42	JABUNG	0.30	0.42
TUMPANG	0.00	0.43	DAU	1.08	0.42
PAKIS	0.70	0.40	PUJON	0.00	0.42
LAWANG	0.30	0.42	KROMENGAN	0.30	0.42
SINGOSARI	0.30	0.28	NGAJUM	0.48	0.41
ARDIMULYO	0.00	0.38	WONOSARI	0.30	0.42
KARANGPLOSO	0.48	0.59	WAGIR	0.78	0.40
NGANTANG	0.00	0.42			

B. Peramalan Per Puskesmas

Tabel 7 berikut merupakan hasil MAPE per kecamatan mulai dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2016.

Tabel 7 Peramalan per Puskesmas

Puskesmas	MAPE	Puskesmas	MAPE
KEPANJEN	37.73%	KASEMBON	41.46%
PAGAK	30.14%	SBR PUCUNG	32.23%
SBR MJ KL	32.96%	PAKISAJI	44.18%
DONOMULYO	32.78%	WAJAK	37.97%
KALIPARE	30.35%	TAJINAN	33.43%
BANTUR	39.55%	DAMPIT	31.78%
WONOKERTO	41.01%	PAMOTAN	39.75%
GEDANGAN	33.24%	SBR MJ WETAN	37.14%
GONDANGLEGI	30.24%	AMPELGADING	39.66%
KETAWANG	49.55%	TIRTOYUDO	39.48%
BULULAWANG	35.30%	PAGELARAN	35.57%
TUREN	59.32%	PONCOKUSUMO	40.72%
SITIARJO	41.07%	JABUNG	45.32%
TUMPANG	47.89%	DAU	43.12%
PAKIS	51.60%	PUJON	47.12%
LAWANG	44.80%	KROMENGAN	32.44%
SINGOSARI	42.20%	NGAJUM	41.89%
ARDIMULYO	32.25%	WONOSARI	42.26%
KARANGPLOSO	39.95%	WAGIR	32.81%
NGANTANG	42.30%		

C. Kesimpulan Peramalan

Hasil uji coba dan pembahasan yang dilakukan dalam tugas akhir dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

1. Metode yang digunakan kebanyakan adalah metode Ordinary Kriging, namun beberapa bulan ada Universal Kriging.
2. Terdapat 4 model semivariogram yang dapat digunakan dalam melakukan peramalan, masing-masing memiliki perameter dan jenis yang berbeda untuk data yang berbeda pula.
3. Jenis transformasi terbaik yang cocok untuk digunakan dengan metode *kriging* adalah Log10 (+1).
4. Tingkat akurasi yang didapatkan dari rata rata *error* perbandingan data aktual dan data peramalan (MAPE) menggunakan metode kriging untuk semua data puskesmas yaitu berkisar antara 30.14% sampai dengan 59.32%, dimana rata-ratanya yaitu 39.28%.

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil uji coba dan pembahasan yang dilakukan dalam tugas akhir dapat ditarik kesimpulan bahwa Kriging kurang cocok digunakan untuk peramalan dikarenakan memiliki memiliki tingkat kesalahan yang cukup tinggi.

B. Saran

Saran yang dihasilkan dari penarikan kesimpulan dan batasan masalah dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Metode kriging yang digunakan hanya menggunakan variable jumlah kasus di suatu puskesmas; untuk membuat peramalan lebih akurat lagi, dapat menggunakan CoKriging yang menggunakan beberapa variable tambahan seperti curah hujan, ketinggian, dan lain-lain.
2. Metode Kriging bukanlah metode timeseries sehingga untuk melakukan peramalan beberapa waktu kedepan, membutuhkan metode time series lain.

DAFTAR PUSTAKA

[1] IUWASH, "Indonesia Urban Water, Sanitation, and Hygiene (IUWASH)," August 2013. [Online]. [Accessed 6 January 2016].

[2] B. M. Murphy, B. H. Singer, S. Anderson and D. Kirshner, "Comparing epidemic tuberculosis in demographically distinct heterogeneous populations," *Mathematical Biosciences*, p. 1, 2002.

[3] Pusat Data dan Surveilans Epidemiologi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Demam Berdarah Dengue," *Buletin Jendela Epidemiologi*, vol. II, pp. 1-48, 2010.

[4] Staf Redaksi, "Kota Malang Diserang DBD," Jawa Pos - Radar Malang, May 2015. [Online]. Available: http://radarmalang.co.id/kota-malang-diserang-dbd-13616.htm. [Accessed 5 January 2016].

[5] Dinas Kesehatan Kabupaten Malang, "Data Demam Berdarah 2009-2014," Dinas Kesehatan Kabupaten Malang, Malang, 2014.

[6] L. Porte, "Needed - universal monitoring of all serious diseases of global importance," *American Journal Public of Health*, vol. LXXXIII, pp. 941-943, 1993.

[7] World Health Organization, Technical Guidelines for Integrated Disease Surveillance and Response in the African Region, Brrazzavile: World Health Organization, 2010.

[8] G. Bohling, "KRIGING," 19 October 2005. [Online]. Available: http://people.ku.edu/~gbohling/cpe940/Kriging.pdf. [Accessed 5 January 2015].

[9] I. G. E. Gunartha, "Aplikasi Metode Kriging pada Pedugaan Data Iklim/Cuaca," in *Pemanfaatan Sumberdaya Iklim dalam Pengembangan Pertanian yang Efisien*, Mataram, 1995.

[10] Departemen Kesehatan RI, "REKAPITULASI PUSKESMAS KABUPATEN KAB. MALANG," Departemen Kesehatan RI, 31 December 2013. [Online]. Available: http://www.siknasonline.depkes.go.id/laporan_puskesmas_detail_kab.php?kd_propinsi=35&kd_kabupaten=07&tahun=2014&nama_kabupaten=KAB.%20MALANG. [Accessed 24 May 2016].

[11] Dinkes Kabupaten Malang, "CEGAH KLB DEMAM BERDARAH DENGAN 3 M PLUS - PLUS," 22 May 2009. [Online]. Available: http://dinkes.malangkab.go.id/berita-27.html. [Accessed 6 January 2016].

[12] Mandridakis, 1999, Jakarta: Binarupa Aksara, Metode dan aplikasi peramalan. Edisi 2.

[13] W. Puspita, "BAB III Pembahasan Kriging," 2013. [Online]. Available: http://repository.upi.edu/4122/6/S_MTK_0700249_Chapter3.pdf. [Accessed 7 January 2016].

[14] P. Goovaerts, Geostatistics for Natural Resources Evaluation, New York: Oxford University Press, 1997.

[15] Spatial-Analyst, "Spatial correlation," Spatial Analyst Net, [Online]. Available: http://spatial-analyst.net/ILWIS/htm/ilwisapp/popup/spatial_correlation_popup.htm. [Accessed 7 January 2016].