

## PENDEKATAN GEOSTATISTIKA DALAM PENDUGAAN KELIMPAHAN IKAN DEMERSAL DENGAN METODE SWEEP AREA DI PERAIRAN UTARA JAWA TENGAH

### GEOSTATISTICAL APPROACH IN DEMERSAL FISH ABUNDANCE ESTIMATION USING SWEEP AREA METHODS IN THE NORTH OF CENTRAL JAVA WATERS

Moh. Natsir<sup>1</sup>, Indra Jaya<sup>2</sup>, Siswadi<sup>2</sup>, Bambang Sadhotomo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Peneliti pada Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan

<sup>2</sup>Dosen Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

Teregistrasi I tanggal: 10 Januari 2013; Diterima setelah perbaikan tanggal: 03 Maret 2014;

Disetujui terbit tanggal: 06 Maret 2014

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan geostatistika dalam pendugaan kelimpahan ikan di perairan utara Jawa. Geostatistika merupakan serangkaian metode untuk meneliti satu atau lebih variabel yang terdistribusi secara spasial melalui analisis struktur data variabel tersebut. Data *swept area* diperoleh dengan menggunakan trawl dasar yang dioperasikan dengan menggunakan kapal Bawal Putih pada tahun 2005 dan 2006. Pengolahan data meliputi standarisasi hasil tangkapan, transformasi posisi geografis ke dalam bentuk UTM (*universal transverse mercator*), pencocokan model variogram, pendugaan kelimpahan dengan menggunakan model yang diperoleh. Hasil dari analisis struktur dan pencocokan model menggunakan analisis geostatistika menunjukkan model yang paling cocok dengan seluruh data yang digunakan adalah model sferis (*spherical*) dengan parameter-parameter dan nilai  $R^2$  model yang berbeda-beda untuk dua set data tahun 2005 dan 2006. Melalui proses interpolasi "kriging" model yang didapatkan kemudian digunakan untuk memperkirakan nilai kelimpahan ikan pada titik-titik di dalam area survey yang tidak terdapat informasi kelimpahannya. Hasil prediksi geostatistika menunjukkan nilai koefisien variasi yang lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan aritmatika dan akan menghasilkan pendugaan kelimpahan yang lebih mewakili kondisi sumberdaya ikan yang sebenarnya.

**Kata Kunci:** Analisis geostatistika, estimasi kelimpahan, ikan demersal, Laut Jawa

#### ABSTRACT

*This research is intended to apply geostatistical analysis in fish abundance estimation in the north Java waters. Geostatistical is a series of methods to examine one or more spatially distributed variables through structure analysis of the data. Trawl data obtained using the bottom trawl operated by Bawal Putih vessel. Data processing includes the standardization of catch, geographic position transformation to UTM format, variogram model fitting and abundance prediction using the model. Analysis of trawl data structure was done by using geostatistical analysis, estimation results of the experimental semi-variogram were then used to infer the characteristics of demersal fish abundance in the north of central Java waters. Results of structural analysis and models fitting using geostatistical analysis showed that the most suitable model with all data used were spherical model with different parameters from each model. The models are then used to estimate the value of fish abundance on the points that there is no abundance information through kriging interpolation process. Results of cross-validation of the estimated abundance using kriging with actual values shows that  $R^2$  values varied for each data set. Geostatistical prediction results showed smaller coefficients of variation compare to arithmetic calculations.*

**Keywords:** Geostatistical analysis, abundance estimation, demersal fish, Java Sea

#### PENDAHULUAN

Pengelolaan sumberdaya ikan pada suatu perairan merupakan faktor terpenting dalam keberlanjutan eksploitasi sumberdaya ikan di perairan tersebut, baik keberlanjutan secara ekonomi maupun keberlanjutan secara ekologi. Salah satu syarat agar

pengelolaan sumberdaya perikanan dapat dilakukan dengan baik adalah ketersediaan informasi yang akurat dan dapat dipercaya mengenai kelimpahan dan distribusi sumberdaya ikan. Berdasarkan informasi tersebut, maka dapat ditentukan alokasi-alokasi penangkapan yang diperbolehkan di wilayah perairan tersebut.

Korespondensi penulis:

Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan; e-mail: naseer.brpl@gmail.com.  
Gedung Balitbang KP 2, Jln. Pasir Putih II Ancol Timur Jakarta-Utara 14430

Pendugaan kelimpahan dan distribusi suatu stok ikan di suatu perairan dapat dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari hasil survei kapal riset, yang berbasis pada informasi geografis/informasi spasial. Menurut Isaaks & Srivastava (1989), analisis dengan menggunakan metode statistika seringkali tidak memberikan hasil yang dapat mengakomodir informasi spasial tersebut. Salah satu metode yang dianggap dapat menjawab permasalahan ini namun masih sangat jarang diaplikasikan di Indonesia adalah geostatistika.

Geostatistika merupakan serangkaian metode yang digunakan untuk meneliti satu atau lebih variabel yang terdistribusi secara spasial. Pada awal perkembangannya di tahun 1960-an geostatistika diaplikasikan untuk melakukan evaluasi deposit tambang menggunakan beberapa informasi kecil seperti informasi hasil pengeboran *coring*. Variabel-variabel spasial yang dipelajari dalam geostatistika seperti kandungan logam, deposit tambang, ketebalan suatu strata sampling, secara umum memiliki dua aspek, yaitu aspek terstruktur dan aspek acak. Dengan adanya informasi koordinat spasial, maka kedua aspek tersebut tidak dapat digambarkan secara sederhana dengan polinomial orde rendah biasa (Rivoirard *et al.*, 2000).

Tujuan utama geostatistika adalah mengetahui korelasi spasial di suatu lokasi, sehingga pendugaan seluruh populasi di lokasi tersebut dapat diketahui melalui pengukuran-pengukuran di titik-titik tertentu saja, tanpa harus mengukur keseluruhan populasi (Ilian *et al.*, 2008). Tulisan ini membahas pendugaan kelimpahan ikan demersal hasil survei trawl di perairan utara Jawa Tengah dengan mengaplikasikan model geostatistika sehingga dapat memberikan gambaran

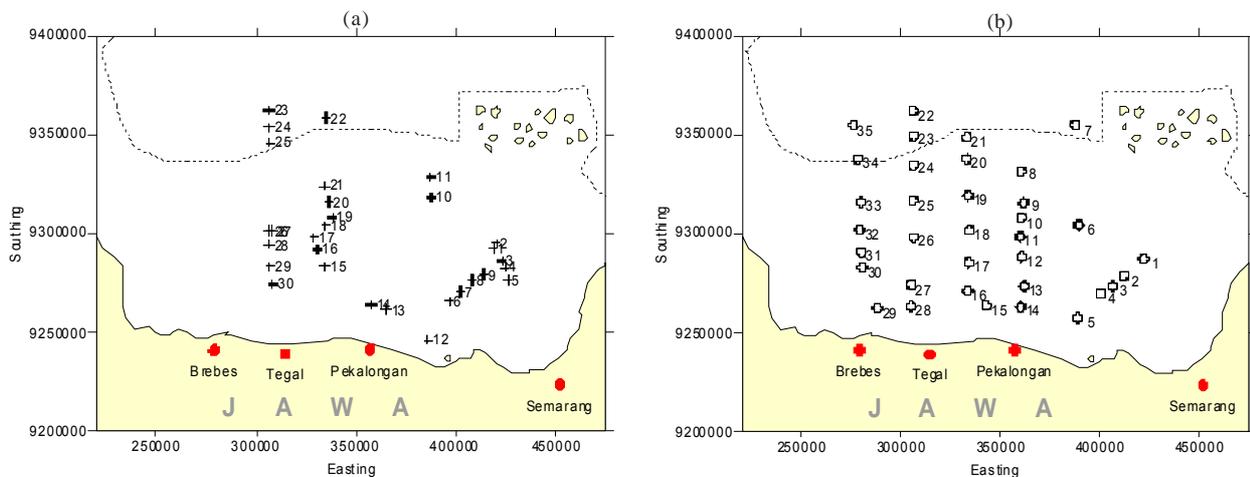
tentang kondisi sumberdaya ikan dan memetakan distribusi kelimpahannya.

## BAHAN DAN METODE

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan pengkajian stok ikan demersal dan pelagis yang dilaksanakan oleh Balai Penelitian Perikanan Laut (BPPL)–Kementerian Kelautan dan Perikanan, Muara Baru Jakarta. Pengambilan data dilaksanakan secara berturut-turut pada 19-26 Desember 2005 dan tanggal 15-23 Mei 2006, di perairan Utara Jawa. Selama survei ini ada 3 kegiatan utama yang dilakukan, yakni pengamatan akustik, penarikan jaring trawl dan pengukuran data oseanografi, namun pada tulisan ini, penekanan utama hanya ditujukan pada analisis data hasil tangkapan trawl saja, karena data hasil tangkapan tersebut yang akan dianalisa menggunakan metoda geostatistika, sedangkan dua kegiatan utama lainnya tidak dibahas pada tulisan ini. Lokasi penangkapan ikan dengan menggunakan jaring trawl seperti terlihat pada Gambar 1.

### Survei Sumberdaya Ikan Demersal dengan Metode Swept Area

Pengoperasian jaring trawl dasar pada survei ini menghasilkan data hasil tangkapan berupa ikan dan biota lainnya. Hasil tangkapan tersebut disortir berdasarkan jenisnya, lalu diidentifikasi menggunakan buku-buku acuan indentifikasi, setelah itu masing-masing jenis ditimbang beratnya. Ikan-ikan yang belum teridentifikasi akan ditimbang kemudian diambil sampel untuk disimpan dan diidentifikasi di laboratorium.



Gambar 1. Lokasi penangkapan ikan dengan menggunakan trawl pada survei bulan Desember 2005 (a) dan bulan Mei 2006 (b).

Figure 1. Trawling locations during December 2005 (a) and May 2006 (b) survey.

Pengambilan sampel sumber daya ikan demersal di perairan utara Jawa dilakukan dengan menggunakan jaring trawl dasar (*bottom trawl net*). Penghitungan laju tangkap dan kepadatan stok ikan menggunakan metode *swept area* menurut luas area yang diliput (*a*). Luas area sapuan dihitung dengan mengalikan panjang atau jarak sapuan (*s*) dengan lebar bukaan mulut jaring (*DF*). Perhitungan lebar mulut jaring sama dengan persentase atau bagian dari tali ris atas jaring berdasarkan Shindo 1973, nilainya berkisar antara 0.4 – 0.66. Perhitungan lebar mulut jaring agar lebih akurat dan sesuai dengan kondisi di lapangan, penelitian lebih mengacu pada Tampubolon & Monintja 1995. Luas area yang diliput setiap penarikan trawl pada setiap sapuan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$a = S \cdot DF$$

di mana :

- S = v . t
- a = luas daerah yang disapu (mil<sup>2</sup>)
- S = panjang atau jarak sapuan (mil atau km)
- DF = lebar bukaan mulut jaring (m)
- v = kecepatan kapal selama penarikan jaring (*towing*) dalam knot (1 knot = 1 mil laut/jam)
- T = waktu yang diperlukan selama penarikan jaring (jam)

Perhitungan jarak yang disapu (*S*), dapat dilakukan dengan perhitungan dalam mil laut<sup>2</sup> atau km<sup>2</sup> dengan mengetahui posisi pada saat mulai menarik sampai pada posisi mulai mengangkat jaring yang diketahui dari GPS (*Global Positioning System*).

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah hasil total dari seluruh jenis yang didapatkan, setelah melalui perhitungan dengan metode *swept area* didapatkan kepadatan ikan dalam bentuk berat per luasan area, dalam penelitian ini satuan yang digunakan adalah ton/km<sup>2</sup>.

Statistika dasar, digunakan untuk melihat histogram, nilai minimum, maksimum rata-rata, nilai varia, simpangan baku, koefisien variasi dan kecondongan (*skewness*) dari kepadatan ikan hasil analisis metoda "*swept area*".

### Penghitungan Nilai *Semi-Variogram*

Untuk mengetahui struktur spasial dari data trawl dilakukan perhitungan *semi-variogram*. Perhitungan nilai *semi-variogram* dapat dilakukan dengan menghitung nilai kuadrat selisih dari seluruh pasangan

data yang memiliki jarak tertentu kemudian membagi jumlah nilainya dengan 2 kali jumlah pasangan yang ada pada jarak tersebut seperti telah dijelaskan oleh Isaaks & Srivastava (1989) dan Clark (1979). Pada perhitungan nilai *semi-variogram* untuk penelitian ini dilakukan orientasi *omni-directional*, jadi nilai *semi-variogram* dihitung terhadap jarak antar titik ke seluruh penjuru arah. Selanjutnya dilakukan *plotting* terhadap nilai *semi-variogram* tersebut untuk menentukan model yang cocok dengan data yang telah diperoleh. Formula untuk perhitungan *semi-variogram* dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$\gamma^*(h) = 0.5 \frac{1}{N(h)} \sum_{x_i - x_j \sim h} [z(x_i) - z(x_j)]^2 \dots\dots(1)$$

dimana  $\gamma^*(h)$  adalah *semi-variogram*,  $z(x_i)$  dan  $z(x_j)$  adalah data pada titik-titik ( $x_i, x_j$ ) yang dipisahkan oleh vektor jarak  $h$ , dan  $N(h)$  adalah jumlah pasangan dari titik-titik ( $x_i, x_j$ ).

### Pencocokan Model (*Model Fitting*)

Pencocokan model dilakukan dengan melakukan ploting nilai rata-rata *semi-variogram* pada *lag h* pada sumbu y dengan nilai selang *lag h* pada sumbu x. Dari plot dan data yang diperoleh selanjutnya dapat dilakukan pencocokan model dengan berdasarkan gambar plot dan perhitungan nilai-nilai yang menjadi indikator kesesuaian model dengan data yang ada.

Pada pencocokan model indikator yang dijadikan tingkat kecocokan adalah nilai  $R^2$  dari model tersebut. Nilai  $R^2$  (koefisien determinasi) diperoleh melalui Persamaan 2.

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{err}}{SS_{tot}} \dots\dots\dots(2)$$

dimana,

$$SS_{tot} = \sum_i (y_i - \bar{y})^2 \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_1^n y_i$$

$$SS_{err} = \sum_i (y_i - f_i)^2 \quad f_i = f(x_i)$$

Model yang dipilih adalah model yang memiliki nilai  $R^2$  tertinggi, pada proses ini juga akan ditentukan nilai *sill* (*c*), nilai kisaran (*a*) dan nilai *nugget* ( $c_0$ ) jika ditemui efek *nugget* di dalamnya. Selain nilai  $R^2$ , dalam pencocokan model juga dipertimbangkan nilai proporsi berupa nilai  $c/(c+c_0)$  yang dinyatakan dalam persentase (%). Hasil model dan parameter-parameter tersebut akan menjadi patokan dalam pendugaan dan pemetaan dengan menggunakan teknik *kriging*.

## Pendugaan Kriging

Pendugaan *kriging* dilakukan dengan menggunakan model-model yang telah diperoleh untuk semua set data yang digunakan. Ada beberapa *setting* yang dilakukan ketika kita menggunakan model tersebut dalam pendugaannya, *setting* yang dilakukan pada proses pendugaan dan interpolasi dengan *kriging* adalah meliputi model yang digunakan, jumlah titik yang terlibat dalam proses interpolasi, jenis interpolasi yang digunakan (blok atau *point*), jarak antara titik interpolasi dan jarak terjauh dari interpolasi yang dilakukan. *Setting* parameter tergantung dari parameter model yang diperoleh dan karakteristik spasial data pada domain area yang akan dianalisis.

Proses selanjutnya dari analisis *kriging* adalah validasi silang (*cross-validation*) antara data hasil estimasi *kriging* dengan data aktual yang didapatkan dari lapangan. Pada proses validasi silang akan terlihat apakah model yang digunakan telah dapat memberikan estimasi yang cukup mewakili dari data aktual.

## HASIL DAN BAHASAN

### HASIL

#### Deskripsi Spasial Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data kelimpahan ikan demersal dengan metode *swept area* dilakukan pada 30 stasiun untuk tahun 2005 dan 34 stasiun untuk tahun 2006 dengan jarak rata-rata antar stasiun adalah 7,8 km untuk tahun 2005 dan 13,5 km untuk tahun 2006.

Pada tahun 2005 jarak terdekat lokasi pengambilan data adalah 1.363 km yaitu antara stasiun 26 dengan stasiun 27, sedangkan jarak terjauh antar stasiun adalah 147.212 km yaitu antara stasiun 23 dengan stasiun 5. Stasiun paling utara adalah stasiun 23 sedangkan paling selatan adalah

stasiun 12 dengan rentang utara-selatan adalah sebesar 116.219 km. Rentang timur-barat adalah 119.793 km, rentang ini dihitung berdasarkan titik paling timur yaitu stasiun 5 dengan titik paling barat yaitu titik 23.

Bentuk pengambilan data *swept area* untuk tahun 2006 agak berbeda dengan tahun 2005 di mana terlihat jarak antar stasiun lebih teratur satu sama lain. Sebaran lokasi pengambilan data *swept area* untuk tahun 2006 dapat dilihat pada Gambar 1 (b). Deskripsi mengenai posisi dan jarak antar stasiun untuk tahun 2006 antara lain adalah jarak terdekat antar stasiun sebesar 6,70 km yaitu jarak antara stasiun 3 dengan stasiun 4, jarak terjauh adalah 161,08 km yang merupakan jarak antara stasiun 1 dengan stasiun 35. Rentang utara-selatan untuk posisi pengambilan data *swept area* tahun 2006 adalah 104,94 km yaitu rentang antara stasiun 5 di bagian paling selatan dengan stasiun 22 di bagian paling utara. Rentang barat-timur dihitung berdasarkan selisih antara stasiun 1 pada bagian timur dengan stasiun 35 yang terletak pada posisi paling barat, dari perhitungan tersebut diperoleh jarak 145.990 km.

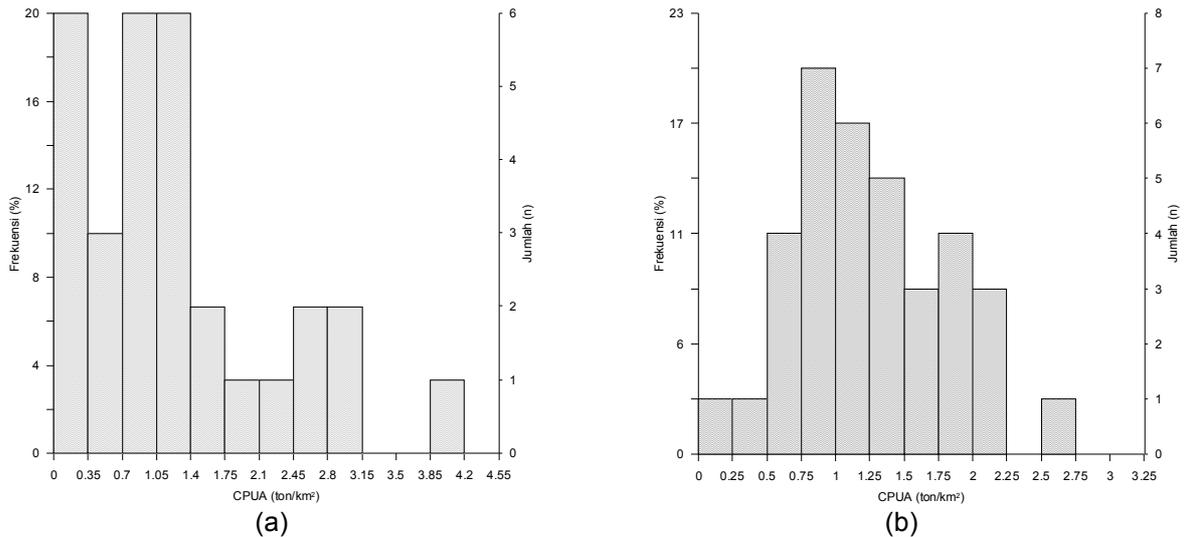
#### Deskripsi Statistika Set Data Jaring Trawl

Deskripsi statistika data hasil analisis *swept area* yang dinyatakan dalam CPUA (*catch per unit area* dengan satuan ton/km<sup>2</sup>) ditampilkan pada Tabel 1. Dari hasil analisis terhadap 30 stasiun trawl tahun 2005 terlihat bahwa nilai kisaran cukup lebar yaitu 4.036 ton/km<sup>2</sup> dengan nilai rata-rata untuk data ini adalah 1.236 ton/km<sup>2</sup> dan simpangan baku adalah 0.992 ton/km<sup>2</sup>.

Pada tahun 2006 terlihat ada perbedaan dari tahun 2005, di mana dari 35 stasiun trawl kisaran CPUA adalah 2.580 ton/km<sup>2</sup> (terendah 0.130, dan tertinggi 2.710) nilai rata-rata adalah 1.263 ton/km<sup>2</sup> dan simpangan baku 0.576 ton/km<sup>2</sup>.

Tabel 1. Deskripsi statistika data hasil trawl  
Table 1. Statistical description from swept area data

Parameter Statistika	CPUA (Ton/km <sup>2</sup> )	
	2005	2006
Jumlah sampel (n)	30	35
Kisaran ( <i>Range</i> )	4.036	2.580
Nilai terendah ( <i>Minimum</i> )	0.048	0.130
Nilai tertinggi ( <i>Maximum</i> )	4.083	2.710
Rata-rata ( <i>Mean</i> )	1.236	1.263
Simpangan Baku ( <i>Standard Deviation</i> )	0.992	0.576
Kecondongan ( <i>Skewness</i> )	1.118	0.315



Gambar 2. Histogram data *swept area* tahun 2005 (a) dan *swept area* tahun 2006 (b).  
 Figure 2. *Swept area* data histogram for year 2005 (a) and year 2006 (b).

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai *semi-variogram* data *swept area* tahun 2005 dan 2006.  
 Table 2. *Semi-variogram* value calculated from *swept area* data for year 2005 and 2006.

Lag Class	Rata-rata Jarak (m)	Rata-rata <i>Semi-variogram</i>	Lag Class	Rata-rata Jarak (m)	Rata-rata <i>Semi-variogram</i>
1	6432.98	0.44	1	6700.52	0.44
2	9226.04	1.06	2	10339.63	0.27
3	16450.33	0.75	3	17563.03	0.8
4	24294.34	0.71	4	25894.89	0.32
5	30399.67	1.37	5	30775.54	0.87
6	36669.45	1.09	6	38762.89	1.07
7	43376.64	2.27	7	45763.78	0.73
8	50864	2.06	8	53913.91	0.86
9	57193.13	2.54	9	59190.12	1.14
10	63330.19	3.26	10	66156.1	0.9
11	69904.55	3.71			
12	77135.13	3.76			
13	84232.95	4.19			
14	90367.43	2.98			

Histogram dari data *swept area* tahun 2005 dan 2006 (Gambar, 2) terlihat bahwa sebaran kedua set data tersebut memiliki kecondongan positif yaitu 1.118 untuk data *swept area* tahun 2005 dan 0.315 untuk data *swept area* 2006, hal ini berarti bahwa sebagian besar datanya bernilai lebih kecil dari nilai rata-ratanya atau nilai-nilai kecil lebih dominan dalam set data tersebut (Isaaks & Srivastava 1989).

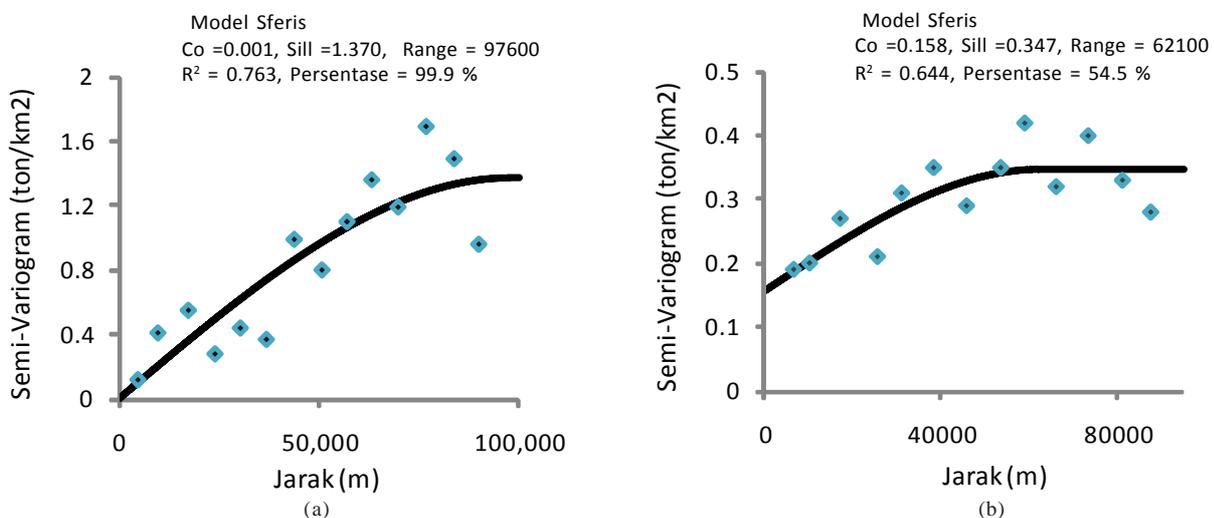
**BAHASAN**  
**Analisis Geostatistika**

Hasil analisa struktur spasial dengan geostatika berupa penghitungan *semi-variogram* untuk data *swept area* tahun 2005 dan 2006. Hasil analisis struktur berupa model *semi-variogram* untuk masing-masing data dengan nilai R<sup>2</sup> dan proporsi persentase tertinggi. Model *semi-variogram* inilah yang kemudian digunakan dalam estimasi berbasis geostatistika.

Dari keseluruhan data *swept area* diperoleh nilai *semi-variogram* sebanyak 14 kelas *lag* untuk tahun 2005 dan 10 kelas *lag* untuk tahun 2006 (Tabel 2). Nilai rata-rata *semi-variogram* yang diperoleh kemudian diplot dalam grafik *semi-variogram*, selanjutnya dilakukan proses pencocokan model *semi-variogram* paling sesuai dengan nilai-nilai *semi-variogram* untuk setiap kelasnya.

Hasil perhitungan model *semi-variogram* eksperimental untuk semua set data menghasilkan model yang cukup memuaskan sehingga dapat diartikan struktur spasial dari set data kepadatan ikan di perairan utara Jawa dari data *swept area* dapat dijelaskan dengan baik (Addis *et al.*, 2009).

Analisis perbandingan pada proses pencocokan model menunjukkan bahwa semua set data cocok dijelaskan menggunakan model sferis dengan kisaran pengaruh spasial sebesar 97.6 km untuk data tahun 2005 dan 62.1 km untuk data tahun 2006. Pada set data *swept area* 2006 terlihat adanya efek *nugget*, hal ini menunjukkan adanya fenomena *discontinuity* pada set data tersebut. Adanya fenomena ini mempengaruhi persentase data yang dijelaskan oleh model yang didapatkan dari data *swept area* 2006, hanya sebesar 54.5%. Pada data *swept area* tahun 2005 tidak terdapat efek *nugget* pada model *semi-variogram* dari data tersebut sehingga presentase data yang dijelaskan oleh model tersebut mencapai 99.9%.



Gambar 3. Model *semi-variogram* untuk *swept area* tahun 2005 (a) dan 2006 (b) yang diperoleh dari proses pencocokan.

Figure 3. *Semi-Variogram model for 2005 (a) and 2006 (b) swept area data from the fitting process.*

### Pendugaan dan Pemetaan dengan Metoda *Kriging*

Berdasarkan hasil deskripsi statistika pada Tabel 3 terlihat bahwa dugaan *kriging* menghasilkan nilai rata-rata yang cukup berbeda dengan hasil perhitungan aritmatika, demikian pula dengan kisaran nilai maksimum dan minimumnya. Dalam pendugaan *kriging* didapatkan nilai varians dan simpangan baku yang lebih kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa variasi pada data yang dihasilkan melalui metoda *kriging* lebih kecil jika dibandingkan perhitungan aritmatika yang dapat dilihat pada Tabel 1, dan estimasi yang dilakukan lebih mewakili kondisi sumberdaya ikan demersal di lokasi penelitian.

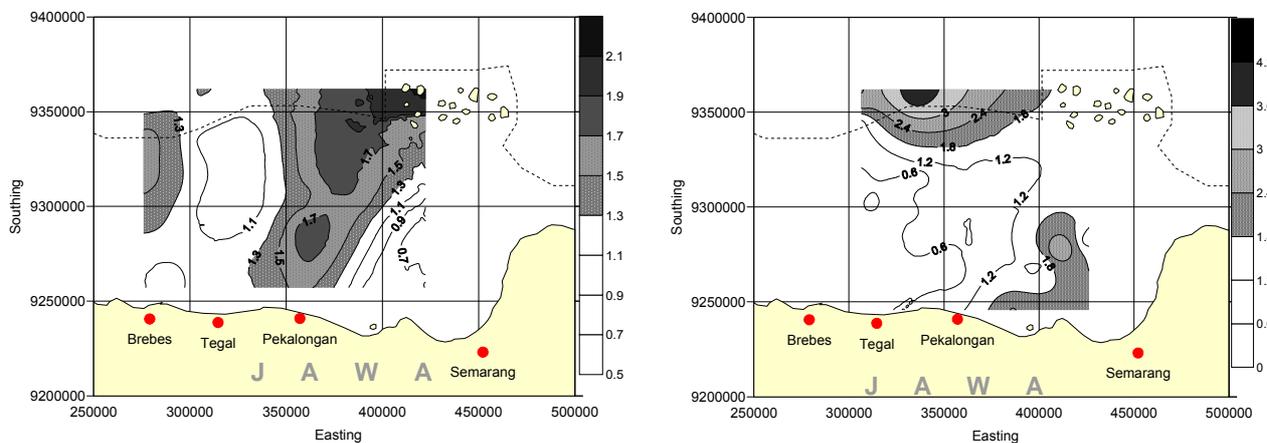
Dari Gambar 4 terlihat dengan sangat jelas bahwa konsentrasi ikan di utara perairan Jawa Tengah pada tahun 2005 terlihat memiliki pola yang berbeda dengan

tahun 2006. Kepadatan ikan yang cenderung lebih tinggi pada tahun 2005 terkonsentrasi di perairan utara Brebes dan Pekalongan dengan luas sebaran area yang cukup lebar dengan lebar sekitar 100 km dan panjang 75 km (7.500 km<sup>2</sup>), sedangkan untuk tahun 2006, sebaran kepadatan ikan relatif lebih sempit dengan lebar sekitar 35 km dan panjang sekitar 100 km (3.500 km<sup>2</sup>) di sekitar Perairan Karimun Jawa dan utara Semarang dan pada *isodepth* 50 m.

Perbedaan baik dari sisi kepadatan ikan maupun dari sebarannya, menunjukkan kecenderungan telah terjadinya penurunan stok ikan demersal, walaupun survei dilakukan pada musim yang berbeda, dimana pada tahun 2005 jatuh pada musim barat (bulan Desember), sedangkan tahun 2006 jatuh pada musim peralihan-1 (bulan Mei). Fenomena ini kurang lebih dapat dipercaya, karena ikan demersal tidak memperlihatkan adanya pergerakan migrasi musiman, seperti yang dilakukan ikan pelagis.

Tabel 3. Deskripsi statistika data hasil estimasi kriging  
 Table 3. Statistical description from kriging estimation data

Parameter Statistika	CPUA (Estimated) (ton/Km <sup>2</sup> )	
	2005	2006
Jumlah sampel (n)	30	35
Kisaran (Range)	2.920	1.505
Nilai terendah (Minimum)	0.070	0.400
Nilai tertinggi (Maximum)	2.990	1.905
Rata-rata (Mean)	1.170	1.280
Simpangan Baku (Standard Deviation)	0.735	0.365
Kecondongan (Skewness)	0.580	-0.193
Kelancipan (Kurtosis)	-0.268	-0.156



Gambar 4. Estimasi sebaran kelimpahan dihasilkan dari estimasi kriging: (a) tahun 2005, (b) tahun 2006.  
 Figure 4. Estimation of fish abundance distribution from kriging estimation: (a) year 2005, (b) year 2006.

## KESIMPULAN

Analisis geostatistika dapat diaplikasikan dengan baik untuk data-data perikanan berbasis survei spasial, seperti data *swept area*. Dari hasil aplikasi geostatistika selanjutnya dapat dilakukan pendugaan dan pemetaan sumberdaya ikan yang dapat memberikan gambaran tentang kondisi kepadatan ikan dan distribusinya di perairan utara Jawa Tengah melalui metoda kriging. Dari hasil analisis geostatistika pada penelitian ini dapat dilihat bahwa kelimpahan sumberdaya ikan demersal tahun 2005 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2006, mengindikasikan adanya penurunan ikan demersal. Ditinjau dari nilai simpangan bakunya yang lebih kecil, analisis geostatistika dapat memberikan estimasi kelimpahan sumberdaya ikan dengan hasil yang lebih baik dari pada perhitungan aritmatika biasa.

## SARAN

Untuk meningkatkan akurasi dalam pendugaan berbasis geostatistika dapat dilakukan melalui peningkatan cakupan penelitian dengan cara menambah intensitas sampling dan memperkecil jarak antar sampel pada pengambilan data dengan metode *swept area*.

## DAFTAR PUSTAKA

Addis, P., M. Secci, A. Manunza, S. Corrias, A. Niffoi & A. Cau. 2009. A geostatistical approach for the stock assessment of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, in four coastal zones of Southern and West Sardinia (SW Italy, Mediterranean Sea). *Fisheries Research*. 100 (2009), 215-221.

- Clark, I. 1979. *Practical geostatistics*. Elsevier. London. 119 hal.
- Ilian, J., A. Penttinen, H. Stoyan & D. Stoyan. 2008. *Statistical analysis and modelling of spatial point patterns*. John Wiley & Sons Ltd. xix + 534 hal.
- Isaaks. E., & R.M. Srivastava. 1989. *Applied geostatistics*. Oxford University Press. New York. 561 hal.
- Páramo, J. & R. Roa. 2003. *Acoustic-geostatistical assessment and habitat–abundance relations of small pelagic fish from the Colombian Caribbean*. Fisheries Research 60 (2003) 309–319.
- Rivoirard, J., J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandes, & N. Bez. 2000. *Geostatistics for estimating fish abundance*. Ed. BlackwellScience. vi + 206 hal.
- Shindo, S. 1973. General review of the trawl fishery and the demersal fish stocks of the South China Sea. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (120): 49 pp.
- Tampubolon, G.P & D.R. Monintja. 1995. *Pendugaan Stok Ikan Demersal dengan Metode Sweept Area*. Cruise Sandipati Bahari. 12 p.