

PERBANDINGAN HASIL DEM PULAU JIEW DARI TURUNAN DSM SRTM 90 DENGAN INTERPOLASI KRIGING TERHADAP INTERPOLASI COKRIGING

Atriyon Julzarika*), Susanto**)

*) Staf Pusbangja, LAPAN

***) Peneliti Bidang Bangfat, Pusbangja, LAPAN

ABSTRACT

Pulau Jiew is one of the outer small islands in Indonesia. This condition influence to the vulnerability of maritime boundary between Indonesia with Palau Republic that no marine boundary agreement. One of the way for study about maritime boundary is by making 3D model to Pulau Jiew. Digital Surface Model (DSM) SRTM 90 version 4 as input data was processed to produced, differential of this DSM to be Digital Elevation Model (DEM) use matemathic equation from interpolation. This mathematic model use Kriging and CoKriging interpolation. Then, the result was compared between DEM Kriging with DEM CoKriging for knowing the different height value in vertical axis that are resulted. The experiment result is in the range of vertical accuracy is -0,5 up to +0,5 m. Result of this 3D model can be used for study maritime boundary of Indonesia and Palau Republic.

Keywords: *Pulau Jiew, Kriging interpolation, CoKriging interpolation*

ABSTRAK

Pulau Jiew merupakan salah satu dari 92 pulau terluar Indonesia. Kondisi ini berpengaruh terhadap kerentanan batas maritim Indonesia dengan Republik Palau yang belum ada kesepakatan perjanjian batas maritim. Salah satu cara untuk melakukan kajian batas maritim adalah dengan pemodelan 3D terhadap Pulau Jiew. *Digital Surface Model* (DSM) SRTM 90 versi 4 yang digunakan sebagai data masukan, penurunan DSM menjadi *Digital Elevation Model* (DEM) dengan menggunakan persamaan matematis dari interpolasi. Model matematis ini menggunakan interpolasi *Kriging* dan *CoKriging*. Kemudian dilakukan perbandingan hasil antara DEM *Kriging* dengan DEM *CoKriging* untuk melihat besar perbedaan nilai arah vertikal yang dihasilkan. Hasil kajian ini menghasilkan akurasi vertikal yang terletak pada kisaran -0,5 sampai +0,5 m. Hasil pemodelan 3D ini dapat digunakan untuk kajian batas maritim Indonesia dan Republik Palau.

Kata kunci: Pulau Jiew, Interpolasi Kriging, Interpolasi CoKriging

1 PENDAHULUAN

Indonesia memiliki 17.504 pulau dan garis pantai 95.181 km dengan kemiringan rata-rata 2% atau genangan air mundur ke arah darat sejauh 50 m dari garis pantai. Fenomena perubahan iklim sudah berdampak pada Indonesia, yaitu setidaknya sudah kehilangan 24 pulau kecil dalam waktu 2005-2007 (Diposaptono, S. *et all.*, 2009).

Saat ini Indonesia memiliki 92 pulau-pulau kecil terluar, 67 pulau di

antaranya berbatasan langsung dengan 160 negara tetangga sebagai pulau-pulau kecil perbatasan (Bakosurtanal, 2002). Dari sejumlah 67 pulau tersebut, 13 di antaranya perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah. Kenaikan muka air laut ini memiliki peran penting terutama pada penentuan batas maritim antar negara. Kenaikan muka air laut sangat berpengaruh pada penataan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Selain itu Indonesia juga dihadapi

dengan permasalahan batas maritim. Indonesia belum mempunyai perjanjian batas maritim antar negara dengan Palau, Philipina, dan Timor Leste serta belum selesainya kesepakatan permasalahan batas maritim dengan Singapura, Malaysia, dan Vietnam (Abubakar, 2006). Pulau Jiew merupakan salah satu dari 92 pulau terluar perbatasan Indonesia. Pulau ini berbatasan dengan Republik Palau. Indonesia harus menjaga pulau ini supaya kejadian seperti klaim kemenangan Singapura atas kepemilikan pulau (pulau Pedra Branca antara Singapura dengan Malaysia) tidak terulang lagi.

Klaim batas maritim tersebut meliputi klaim atas zona maritim nasional yaitu perairan pedalaman (*internal water*), perairan kepulauan (*archipelagic waters*), laut teritorial (*territorial sea*), zona tambahan (*contiguous zone*), zona ekonomi eksklusif (*exclusive economic zone*), dan landas kontinen (*continental shelf*). Zona maritim yang bisa diklaim sebuah negara pantai diukur dari garis pangkal (*baseline*) ke arah Laut (Arsana, 2007). Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan batas maritim Pulau Jiew ini dengan pemodelan 3D dari turunan DSM SRTM 90 versi 4. Model 3D ini dapat digunakan untuk kajian batas maritim terhadap kenaikan muka air laut serta pengaruh klaim terhadap Republik Palau. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan DEM hasil turunan DSM SRTM 90 versi 4 dengan metode interpolasi *Kriging* dan *CoKriging*.

2 DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Data Penelitian

Data masukan yang digunakan adalah DSM SRTM 90 versi 4 yang merupakan citra satelit dengan sensor radar/aktif. DSM SRTM 90 versi 4 di akuisisi pada tahun 2007 yang merupakan perkembangan dari DSM

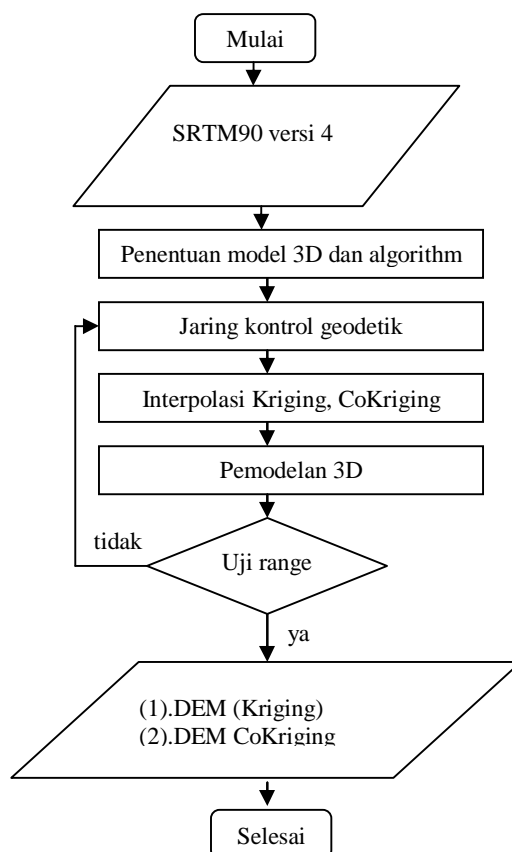
SRTM 90 versi 3. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak *EduPac Adjustment*, *Ilwis Academics*, dan *Global Mapper*.

2.2 Metodologi Penelitian

Salah satu cara untuk mengkaji pulau Jiew adalah dengan pemodelan 3D dengan interpolasi *Kriging* dan *CoKriging*. DEM hasil turunan DSM SRTM 90 versi 4 ini dibuat dengan metode interpolasi *Kriging* dan *CoKriging*. Penelitian ini menggunakan diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 2-1.

Pemodelan 3D ini menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM) dengan akurasi horizontal 10 meter dan akurasi vertikal <5 m sehingga sudah memenuhi syarat dalam pemodelan 3D Pulau Jiew. DEM tersebut dibuat dengan penurunan dari *Digital Surface Model* (DSM) dengan menggunakan persamaan DSM2DEM yang ditambah dengan interpolasi *Kriging* dan *CoKriging*. Persamaan ini dapat dihitung dengan hitung perataan kuadrat terkecil. Pemodelan 3D dengan interpolasi *Kriging* dan *CoKriging* ini harus memenuhi kisaran tertentu (Julzarika dan Sudarsono, 2009), sebagai berikut.

- Tinggi setiap titik penelitian adalah h_i meter, h_i =tinggi terhadap ellipsoid
- Kisaran arah sumbu x : $X' = X - dx_i$ s.d $X + dx_i$
Maka *range* $X = X'$ (pada penelitian ini lebih mengutamakan elevasi/sumbu z)
- Kisaran arah sumbu y : $Y' = Y - dy_i$ s.d $Y + dy_i$
Maka *range* $Y = Y'$ (pada penelitian ini lebih mengutamakan elevasi/sumbu z)
- Kisaran arah sumbu z : $Z' = Z - dz_i$ s.d $Z + dz_i$
 dx_i , dy_i , dan dz_i adalah simpangan baku titik yang diperoleh dari model matematika dengan hitung perataan.



Gambar 2-1: Diagram alir penelitian

2.2.1 Interpolasi Kriging

Metode *Kriging* memerlukan suatu jaring kontrol geodetik. Pada pemodelan permukaan digital, diperlukan bagaimana suatu jaring kontrol geodetik dapat menghasilkan grid data secara matematis (Widjajanti, N., dan Sutanta, H. 2006 dalam Julzarika, 2007). Grid data dibentuk berdasarkan rangkaian koordinat raster (baris, kolom) akibat terjadi transformasi koordinat. Transformasi koordinat yang dimaksud adalah perubahan format tampilan peta dari koordinat kartesian (x, y, z, t) pada jaring kontrol geodetik menjadi koordinat raster pada grid data (Arsana dan Julzarika, 2006). Secara matematis, metode *Kriging* dapat menghasilkan nilai akurasi tinggi dan presisi seksama (Li *et all*, 2005).

Metode *Kriging* adalah metode interpolasi yang berbasis geostatistik (Widjajanti dan Sutanta, 2006). Metode ini diturunkan dari teori variabel pembatas (*regional variable*) yang

mengasumsikan bahwa variasi data geografi dapat disebut sebagai variabel pembatas. *Kriging* menurunkan pembobotan untuk interpolasinya dari semivariogram. Setiap pengukuran mempunyai kesalahan ukuran, baik kesalahan acak maupun kesalahan tidak acak. Pemerataan titik kontrol dalam jaring kontrol geodetik mempengaruhi akurasi dan presisi data.

Penghitungan dan penggambaran semivariogram adalah inti dari interpolasi metode *Kriging*. Semivariogram menentukan tingkatan hubungan spasial (*spatial correlation*) antar data yang diukur di suatu wilayah, atau tingkat hubungan dari data spasial yang merupakan variabel pembatas tersebut (Widjajanti dan Sutanta, 2006). Semivariogram ini mengatur proses pembobotan interpolasi metode *Kriging*, dan juga mengatur kualitas hasil dari interpolasi. Sebelum melakukan interpolasi dengan metode *Kriging* maka harus ditentukan terlebih dahulu bentuk semivariogram.

Semivariogram yang merupakan tingkat hubungan spasial tersebut sebenarnya adalah suatu gambaran dari semivarian yang mempunyai interval antar data yang tidak sama untuk suatu pengambilan data dalam suatu kelompok data (Widjajanti dan Sutanta, 2006). Jika terdapat suatu kelompok data dengan jumlah n , dan interval antar data yang sama atau Δ , maka dengan persamaan semivarian dapat dinyatakan hubungan antar suatu pasangan data ke-l dan data ke-h, yang dinotasikan dengan "y" sebagai berikut.

$$\gamma_h = \frac{\sum_i^{n-h} (X_i - X_{i-h})^2}{2n} \quad (2-1)$$

Pada persamaan tersebut, X_i adalah data ke-i dan X_{i-h} adalah data pengukuran yang lain dengan interval h . Jika interval antar titik data tidak sama atau h mempunyai nilai yang berbeda, kemudian hasil dari perhitungan semivarian tersebut digambarkan menjadi sebuah bentuk semivariogram (Soetaat, 1996).

2.2.2 Interpolasi CoKriging

Secara matematis, metode CoKriging merupakan interpolasi titik, membutuhkan peta titik sebagai data masukan dan menghasilkan peta raster dengan estimasi dan peta kesalahan/

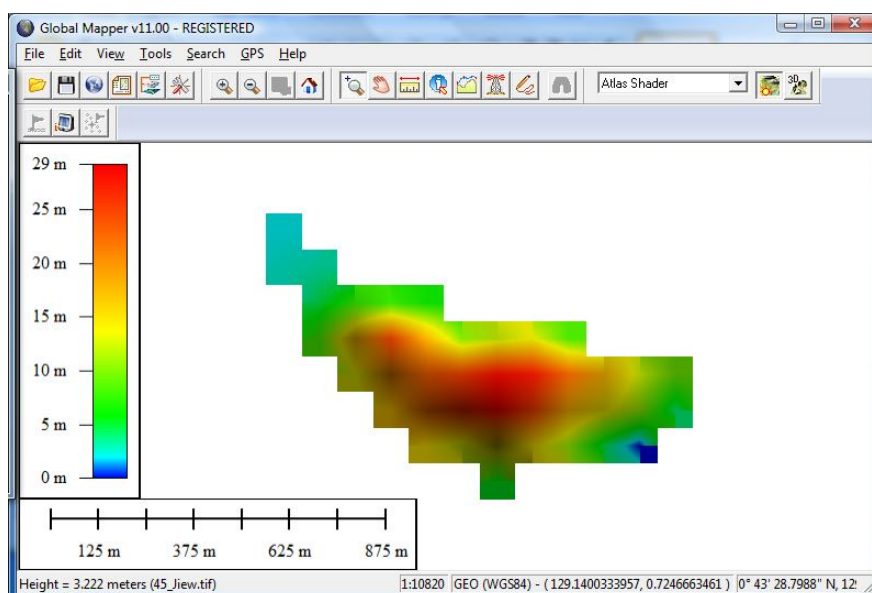
error. CoKriging adalah *multivariate variant* dengan operasi dasar Kriging. CoKriging menghitung perkiraan atau prediksi dengan sampel minimum dengan bantuan variabel yang lebih baik (*covariable*). Variabel harus dengan korelasi tinggi (positif atau negatif). CoKriging baik untuk mendapatkan hasil yang presisi. CoKriging menggunakan semivariograms kovarian dengan memperhitungkan bobot $S w_i = 1$ and $S h_j = 0$ dan metode Kriging (Ilwis, 2009). Nilai variogram dengan model semivariogram g_A , g_B dan model silang variogram untuk observasi predictand A_i dan n observasi dari covariable B_j sesuai dengan persamaan CoKriging sebagai berikut:

$$s^2 = S w_i g_A(h_i) + S h_j g_{AB}(h_j) + m_1 \quad (2-2)$$

Setiap pengukuran mempunyai kesalahan ukuran, baik kesalahan acak maupun kesalahan tidak acak (Arsana dan Julzarika, 2006). Pemerataan titik kontrol dalam jaring kontrol geodetik mempengaruhi akurasi dan presisi data (Julzarika, 2007).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

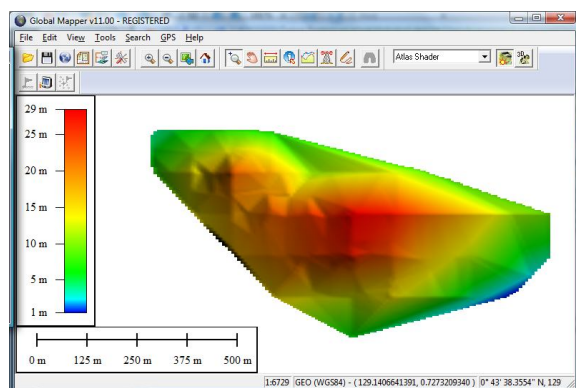
Penelitian ini menggunakan data DSM SRTM 90 versi 4. Gambar 3-1 merupakan tampilan DSM pulau Jiew sebelum dilakukan interpolasi.



Gambar 3-1: DSM SRTM 90 versi 4

Hasil pemodelan ini bisa digunakan untuk analisa klaim batas maritim antar negara dengan mempertimbangkan faktor kenaikan muka air laut akibat perubahan iklim global, deformasi vertikal serta perubahan pasang surut. Pemodelan 3D tersebut memerlukan interpolasi *Kriging* karena saat ini *Kriging* merupakan metode terbaik dalam melakukan interpolasi secara geostatistik.

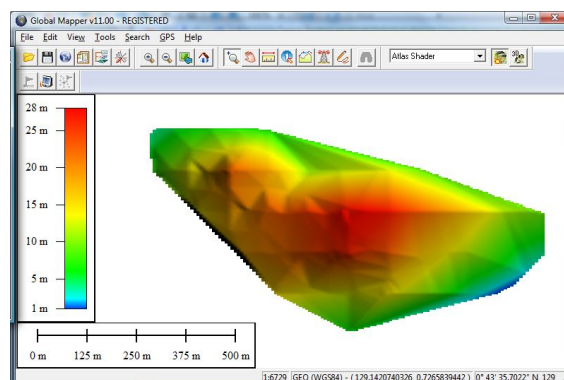
Model matematis interpolasi *Kriging* ini dimasukkan pada persamaan DSM2DEM yang terlebih dahulu dilakukan hitung perataan kuadrat terkecil. Prosesnya meliputi model matematis interpolasi *Kriging* ini dilakukan linearisasi dengan deret Taylor terhadap parameter yang digunakan dalam hitung perataan. Kemudian dihitung nilai parameter untuk mendapatkan nilai simpangan baku sehingga dapat digunakan pada persamaan DSM2DEM tersebut. Gambar 3-2 merupakan tampilan DEM hasil turunan DSM SRTM 90 versi 4 dengan interpolasi *Kriging*.



Gambar 3-2: DEM (*Kriging*)

Model matematis interpolasi *CoKriging* ini dimasukkan persamaan DSM2DEM yang terlebih dahulu dilakukan hitung perataan kuadrat terkecil. Prosesnya meliputi model matematis interpolasi *Kriging* ini dilakukan linearisasi dengan deret Taylor terhadap parameter yang digunakan dalam hitung perataan. Kemudian dihitung nilai parameter untuk mendapatkan nilai simpangan baku sehingga

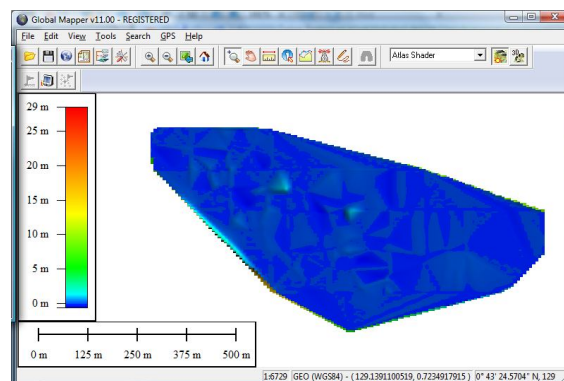
dapat digunakan pada persamaan tersebut. Gambar 3-3 merupakan tampilan DEM hasil turunan DSM SRTM 90 versi 4 dengan interpolasi *CoKriging*.



Gambar 3-3: DEM (*CoKriging*)

4 PERBANDINGAN HASIL PEMODELAN 3D

Perbandingan hasil hanya dilakukan secara statistik, bukan geostatistik. DEM hasil turunan SRTM 90 dengan interpolasi *Kriging* dibandingkan dengan DEM hasil turunan SRTM 90 dengan interpolasi *CoKriging*.



Gambar 4-1: Perbedaan nilai vertikal DEM *Kriging* terhadap DeEM *CoKriging*

Perbedaan nilai vertikal antara DEM *Kriging* dengan DEM *CoKriging* terletak pada kisaran -0,5 s/d +0,5 m seperti ditunjukkan pada Gambar 4-1. DEM yang dihasil oleh kedua metode interpolasi ini dapat digunakan untuk kajian batas maritim antara Indonesia dengan Republik Palau terhadap kenaikan muka air laut dan parameter-parameter tertentu.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- DSM SRTM 90 dapat diturunkan menjadi DEM dengan interpolasi *Kriging* dan *CoKriging*.
- Perbandingan akurasi vertikal DEM *Kriging* dengan DEM *CoKriging* terletak pada kisaran -0,5 s/d +0,5 m.
- Hasil pemodelan 3D tersebut dapat digunakan untuk kajian batas maritim Indonesia dengan Republik Palau.

DAFTAR RUJUKAN

- Abubakar, M. , 2006. *Menata Pulau-pulau Kecil Perbatasan*. Cetakan pertama. PT. Kompas Media Nusantara, Jakarta, Indonesia.
- Arsana, I.M.A. and Julzarika, A., 2006. *Liscad: Surveying & Engineering Software*. Leica GeoSystem, Jakarta, Indonesia.
- Arsana, I.M.A., 2007. *Batas Maritim Antar Negara*. Cetakan pertama. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, Indonesia.
- Bakosurtanal, 2002, *PP No. 38 tahun 2002*. website: www.bakosurtanal.go.id. Bakosurtanal, Indonesia.
- Diposaptono, S. et all., 2009. *Menyiasati Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Cetakan pertama. PT. Sarana Komunikasi Utama, Bogor, Indonesia.
- Ilwis Academics, 2009. *Hydrology Flow, Basic concepts*, ITC, Netherland.
- Julzarika, A. and Sudarsono, B., 2009. *Penurunan Model Permukaan Dijital (DSM) menjadi Model Elevasi Dijital (DEM) dari Citra Satelit ALOS Palsar*. Jurnal Teknik UNDIP, Semarang.
- Julzarika, A., 2007. *Analisa Perubahan Koordinat Akibat Proses Perubahan Format Tampilan Peta pada Pembuatan Sistem Informasi Geografis Berbasis Internet*, Skripsi, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT UGM, Yogyakarta.
- Li, Z., Zhu, Q., and Gold, C., 2005. *Digital Terrain Modeling Principles and Methodology*, CRC Press. Florida, USA.
- Moffitt, F. H. And Mikhail, E. M., 1980. *Photogrammetry*. Edisi Kedua, Harper and Row Publisher, Newyork, USA.
- Soeta'at., 1996. *Hitung Kuadrat Terkecil Lanjut*, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Widjajanti, N., dan Sutanta, H., 2006. *Model Permukaan Digital*, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universtas Gadjah Mada, Yogyakarta.