

EKSTRAKSI GARIS PANTAI MUKA LAUT RATA-RATA DARI CITRA MULTI PASUT

(Extraction of Mean Sea Level Coastal-Line from Multi-Tidal Imageries)

oleh/by:

Fahmi Amhar¹, Habib Subagio² dan Sumaryono³

¹ Balai Penelitian Geomatika

² Pusat Survei Sumber Daya Alam Laut

³ Pusat Survei Sumber Daya Alam Darat

Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional Jl. Jakarta-Bogor KM. 46 Cibinong,

e-mail: famhar@yahoo.com

Diterima (received): 10 Oktober 2011, Disetujui untuk dipublikasikan (accepted): 21 November 2011

ABSTRAK

Setiap garis pantai yang didapatkan dari foto udara atau citra satelit adalah garis aktual atau temporal, yang dipengaruhi oleh fenomena pasang surut (pasut). Pada sebuah peta, diperlukan tinggi garis pantai muka laut rata-rata, yang harus dicari dengan bantuan data pasut. Di paper ini, penulis mencoba mendapatkan garis pantai muka laut rata-rata dari citra multi pasut. Hasilnya adalah garis pantai rata-rata dengan akurasi vertikal desimeter sedang akurasi horisontalnya tergantung kelandaian (slope) pantai yang bersangkutan. Penggunaan citra radar lebih mudah sebab citra radar multipasut dengan perbedaan ekstrim lebih mudah diperoleh karena tidak ada kendala awan. Kombinasi metode DEM dan metode median line pada citra radar akan menghasilkan hasil yang nyaris berimpit, sedang pada citra optik, hasilnya akan cukup jauh.

Kata Kunci: Garis Pantai, Pasang Surut, Muka Laut Rata-Rata

ABSTRACT

Any coastline extracted from aerial or satellite imageries is an actual or temporal line, influenced by tidal phenomena. Mean sea level coastline is needed on a map, which must be extracted with the help of tidal data. In this paper we tried to extract the mean sea level coastline from multi-tidal-imageries. The result was mean sea level coastlines with vertical accuration in decimeter level, while the horizontal accuration depending on slope of the coast. The used of radar data for extracting coastline is easier because the multi-tidal radar images with extreme tidal differences can be obtained since radar data is free of cloud cover problem. Combination method of DEM and median line on radar data would result on a nearly similar coastline.

Keywords: Coastline, Tidal, Mean Sea Level

PENDAHULUAN

Indonesia yang memiliki belasan ribu pulau memerlukan peta-peta pulau yang

akurat. Identifikasi pulau-pulau beserta ekstraksi garis pantainya selama ini terbentur oleh biaya survei laut yang tidak kecil. Metode ekstraksi garis pantai

konvensional adalah dengan melakukan digitasi pada foto udara atau citra satelit yang digunakan sebagai data utama dalam ekstraksi rupabumi lainnya. Kendala yang terjadi dengan metode ini adalah bahwa layer garis pantai yang dihasilkan hanya merupakan representasi satu dinamika absolut yaitu pasang atau surut saja, tergantung dari akuisisi data citra atau foto udara yang digunakan. Di sisi lain, informasi garis pantai memiliki manfaat yang sangat strategis dalam berbagai hal terutama terkait dengan pembangunan kawasan pesisir.

Bagaimanapun juga, data citra satelit atau foto udara tetap merupakan solusi terbaik untuk mengekstrak informasi garis pantai dengan pertimbangan efisiensi waktu, biaya, dan tenaga untuk survei. Solusi permasalahan di atas dapat dilakukan dengan menggunakan data citra satelit atau foto udara multi waktu dengan akuisisi yang disesuaikan dengan waktu pasang surut tersebut. Pilihan data citra satelit lebih cocok digunakan untuk pemetaan garis pantai mengingat adanya unsur akuisisi repetitif dari orbit citra satelit.

Berdasarkan definisi, garis pantai adalah garis imajiner yang merupakan nilai rata-rata surut terendah dan pasang tertinggi di suatu daerah yang memiliki referensi tinggi muka laut rata-rata berdasarkan stasiun pasang surut setempat.

Teknik mendapatkan citra satelit pada kondisi pasut tertentu telah didiskusikan di (Amhar, 2011). Ini diperlukan karena periode citra satelit sangat berbeda dengan periode pasut. Persoalan yang dihadapi adalah mensinkronkan antara pasut yang memiliki gabungan (harmonik) antara periode setengah harian dan

harian (akibat rotasi bumi), bulanan (akibat revolusi bulan mengitari bumi), dan tahunan (akibat revolusi bumi mengitari matahari) dengan citra satelit yang memiliki periode revisit tertentu. Citra satelit ALOS dalam hal ini memiliki periode revisit 46 hari.

Penelitian ini mencoba untuk melakukan eksperimen untuk mendapatkan garis pantai yang ideal berdasarkan definisi di atas. Data awal yang dibutuhkan adalah dua citra satelit ALOS AVNIR dengan akuisisi 2 waktu yang berbeda untuk mendapatkan representasi kondisi muka air laut baik pasang maupun surut. Nilai ketinggian muka air laut dihitung dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak WTIDES.

METODOLOGI

Lokus penelitian ini adalah daerah Merauke yang diketahui memiliki pantai yang sangat landai dan rentang pasut yang sangat besar. Dari hasil sinkronisasi data pasut dengan software WTIDES (www.wtides.com), dan keberadaan citra ALOS (JAXA, 2006), didapatkan citra potensial (**Tabel 1**).

Dari data ini dapat dilihat bahwa citra yang tepat untuk analisis adalah ALAV2A069283770 yang mendekati pasut tertinggi (3,84 m) dan ALAV-2A216903770 yang mendekati pasut terendah (1,95 m). Perbedaan pasut keduanya hampir 2 m vertikal. Dengan kelandaian pantai Merauke, maka diharapkan perbedaan horizontal garis pantai yang cukup signifikan dapat jelas teridentifikasi (**Gambar 1a** dan **1b**). Sedangkan untuk citra SAR yang selalu tersedia karena tidak terhalang awan, kondisi pasut tertinggi dapat dipenuhi oleh

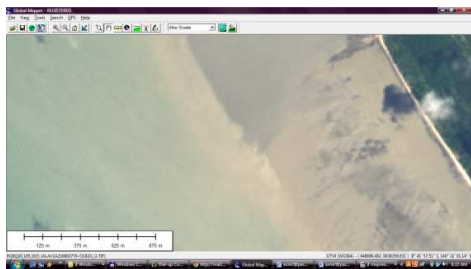
Tabel 1. Data citra optik AVNIR dengan awan < 10% dan kondisi pasutnya

Scene ID	Tanggal	Waktu	Tide Level
ALAV2A069283770	14-Mei-07	10:03 pagi	3,84 m
ALAV2A163223770	16-Feb-09	10:03 pagi	2,33 m
ALAV2A169933770	3-Apr-09	10:04 pagi	2,22 m
ALAV2A216903770	19-Feb-10	10:05 pagi	1,95 m

citra dengan *scene-id*: ALPSRP-077527010 (3,61 m), dan pasut terendah dipenuhi oleh *scene id* ALPSRP-050687000 (0,83m) (**Gambar 2a** dan **Gambar 2b**).

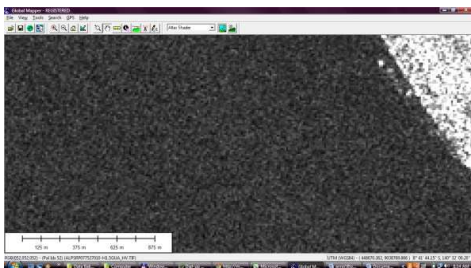


1a. Citra AVNIR saat pasang

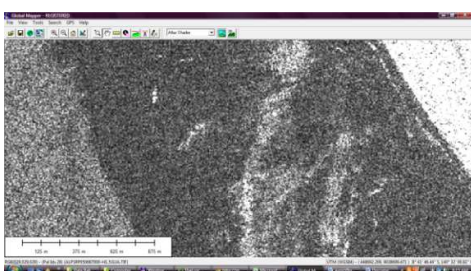


1b. Citra AVNIR saat surut

Gambar 1. Citra optik AVNIR di Merauke



2a. Citra PALSAR saat pasang



2b. Citra PASAR saat surut

Gambar 1. Citra Radar PALSAR di Merauke

Setelah persoalan pemilihan citra selesai, langkah berikutnya adalah penentuan garis pantai rata-rata menggunakan data multi pasut. Untuk selanjutnya akan digunakan terlebih dahulu data ALOS AVNIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Delineasi dan Ekstraksi Median Garis Pantai

Metode delineasi dan ekstraksi median garis pantai digunakan untuk mencari nilai tengah dari batas delineasi garis pantai yang diasumsikan sebagai surut terendah dan pasang tertinggi.

Berdasarkan **Tabel 1**, maka data citra yang digunakan untuk memperoleh nilai median garis pantai adalah 2 data citra ALOS AVNIR dengan rentang nilai *tide-level* yang paling tinggi, dengan asumsi bahwa nilai tinggi dianggap representasi citra pada saat pasang dan nilai rendah sebagai representasi citra pada saat surut.

Metode nilai garis tengah dari batas delineasi dua citra ini tentu saja bukan merupakan kondisi yang ideal karena nilai level surut terendah maupun level pasang tertinggi bukan merupakan nilai sebenarnya di lapangan. Metode ini dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan *tools* aplikasi yang ada di perangkat lunak GIS. Konsep matematis dari metode ini adalah mencari nilai tengah dari jarak kedua garis yang mewakili nilai pasang dan nilai surut. Sehingga hasil dari metode ini adalah data garis pantai (rata-rata) aktual dari akuisisi dua citra satelit yang digunakan tersebut.

Dari **Gambar 5** dapat dilihat bahwa secara teknis penarikan garis tengah (median) ataupun *centerline* merupakan teknis yang sangat mudah dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak GIS, akan tetapi yang perlu diperhatikan adalah bahwa baik level garis surut, level garis median, dan level garis pasang pada data input dan hasil tersebut merupakan nilai aktual,

sehingga hasil ini pun belum dapat digunakan sebagai garis pantai rata-rata.

Ekstraksi Nilai Rata-Rata Garis Pantai

Metode kedua adalah dengan menggunakan pendekatan interpolasi model elevasi digital yang dapat diperoleh dari 2 garis batas surut dan batas pasang tersebut. Secara teoritis, metode ini dapat dianggap benar, tetapi tentu memiliki kelemahan karena model elevasi digital yang dihasilkan tentu tidak dapat menggambarkan kondisi real di lapangan terkait dengan morfologi mikro permukaan zona rata-rata pasang surutnya, hal ini karena data DEM yang dihasilkan hanya berdasarkan masukan 2 nilai garis ketinggian saja.

Setelah tahap ini, proses interpolasi kontur secara digital dapat dilakukan secara otomatis pada data DEM untuk menghasilkan kontur digital yang dianggap sebagai representasi garis pantainya. Faktor yang perlu diperhatikan adalah bahwa nilai level garis pantai yang akan dijadikan referensi adalah garis dengan level ketinggian rata-rata sesuai definisi garis pantai di atas, sehingga perlu ada interpretasi terhadap data nilai kontur yang akan dihasilkan nanti. Permasalahan dari ketersediaan data ini adalah bahwa asumsi garis surut terendah sebesar 0 m dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma dasar sederhana dalam model DEM, sementara untuk mengetahui level pasang tertingginya tetap menggunakan level garis pasang aktual saat itu yaitu sebesar 3,84 m. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**. Kedepan, tentu perlu dipertimbangkan model-model pendekatan lain untuk perolehan level pasang tertinggi tersebut yang lebih baik (**Gambar 8**).

Dalam eksperimen, model DEM yang dibuat dihasilkan dengan nilai grid sebesar 25 m, sementara interval kontur digitalnya dihasilkan dengan masukan nilai interval sebesar 5 cm. Yang perlu dicatat adalah bahwa meskipun secara

matematik hal ini dapat dilakukan, tetapi dalam kaidah pemetaan tentu antara nilai grid dan nilai interval kontur ini tidak benar, inilah yang perlu dikaji lebih lanjut agar supaya relief mikro permukaan laut dapat digambarkan dengan baik. Eksperimen ini hanya bertujuan untuk perolehan representasi model ekstraksi garis pantai melalui media data citra penginderaan jauh dan GIS.

Dengan menggunakan perhitungan matematik sederhana dapat diperoleh gambaran sebagai berikut:

- Garis surut terendah (*actual*) = 1,95 m atau 195 cm
- Garis pasang tertinggi (*actual*) = 3,84 m atau 384 cm
- Level surut terendah (*riil*) = 0 cm

Dari perhitungan tersebut, dihasilkan nilai level garis pantai muka laut rata-rata pada daerah ini adalah = ± 2 m atau 200 cm.

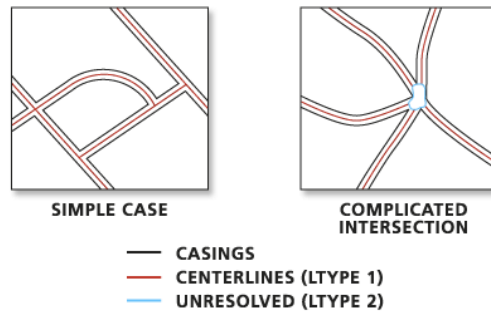
Berdasarkan data kontur elevasi digitalnya dapat ditarik kesimpulan sementara bahwa garis pantai muka laut rata-rata di daerah tersebut adalah garis kontur elevasi digital dengan nilai elevasi 2 m. Nilai ini masih mengesampingkan input nilai level pasang tertinggi yang mungkin untuk daerah itu.

Garis pantai muka laut rata-rata yang diperoleh dengan metode ini ($\pm 2,0$ m) seperti berimpit dengan garis surut terendah pada citra AVNIR (1,95 m), tetapi menjadi hampir berimpit dengan garis median pada citra PALSAR (1,8 m). Pada citra PALSAR, tinggi garis median adalah 2,2 m. Oleh karena itu penggunaan dua jenis citra ini menjadi saling melengkapi dan saling mengoreksi. - dengan demikian dapat dikatakan bahwa akurasi penentuan garis pantai muka laut rata-rata ini memiliki akurasi pada kisaran ± 10 cm.

Hasil pantauan di lapangan ditemukan bahwa pantai Merauke yang sangat landai, sehingga tidak ideal untuk sandar kapal, oleh karena itu dermaga Merauke dibuat di sungai. Tetapi pantai ini cocok untuk pembuatan tambak atau ladang garam (**Gambar 9** dan **Gambar 10**).



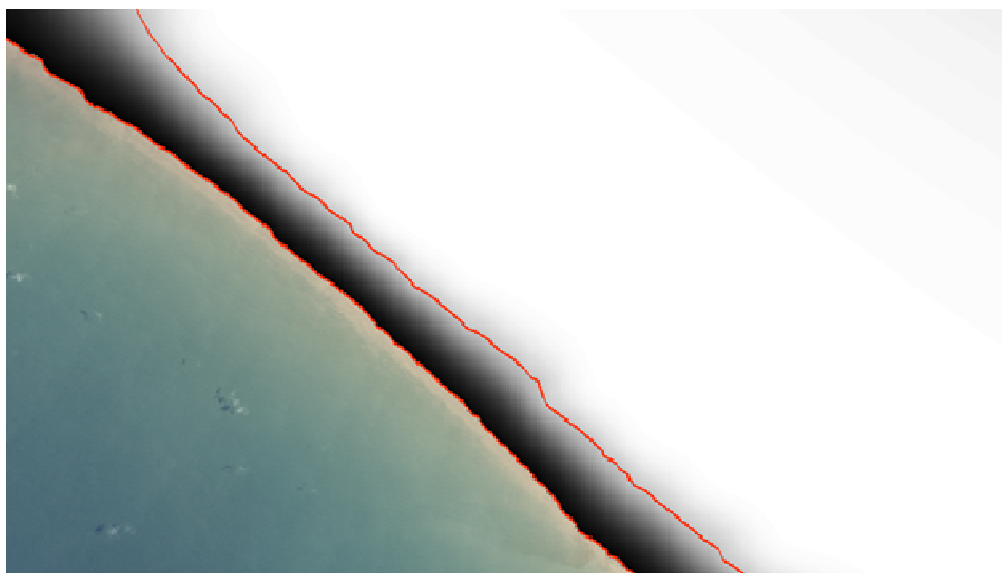
Gambar 3. Delineasi garis surut dan garis pasang sesuai level dari WTIDES



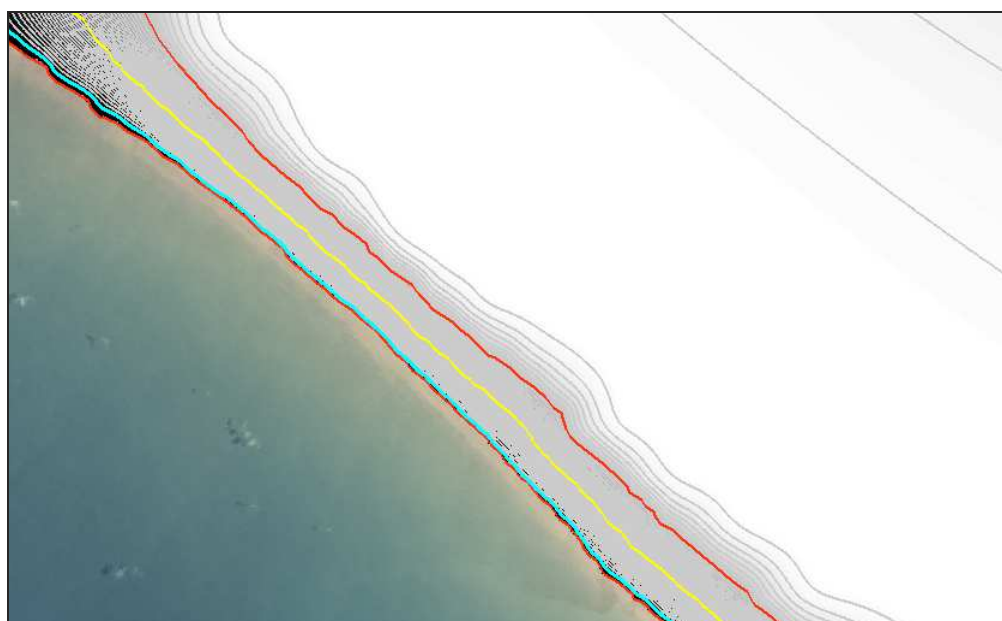
Gambar 4. Metode ekstraksi nilai garis tengah pada dua garis dalam GIS



Gambar 5. Ekstraksi garis tengah (warna kuning) yang merupakan garis pantai aktual



Gambar 6. Model DEM yang dihasilkan dari input garis batas surut dan garis batas pasang



Gambar 7. Model DEM yang dihasilkan dari input garis batas



Gambar 8. Model ekstraksi garis pantai dengan menggunakan pendekatan yang berbeda



Gambar 9. Pantai Merauke dalam kondisi surut



Gambar 10. Pantai Merauke dalam kondisi pasang

KESIMPULAN

Dengan data citra multipasut didapatkan garis pantai rata-rata dengan akurasi vertikal desimeter sedang akurasi horizontalnya tergantung kelandaian (*slope*) pantai yang bersangkutan. Penggunaan citra radar lebih mudah sebab citra radar multipasut dengan perbedaan ekstrim lebih mudah diperoleh karena tidak ada kendala awan.

Penggunaan metode DEM dan metode median line pada citra radar akan menghasilkan hasil yang nyaris berimpit, sedang pada citra optik, hasilnya akan cukup jauh.

Penelitian ini masih perlu dilanjutkan dengan beberapa langkah validasi dengan menggunakan lebih banyak sampel citra di area dengan karakteristik pantai yang berbeda serta data pasut yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amhar, F. 2011. Mencari Citra ALOS pada Kondisi Pasut Tertentu. *Jurnal Ilmiah Geomatika*. Vol 17 No 1, 2011.
- JAXA. 2006. Advanced Land Observing Satellite. Gazing into Earth's Expression. <http://alos.jaxa.jp/index-e.html> (accessed 2006-04-25).
- Bretterbauer. 1991. Grundzuege der Geodaetischen Astronomie. Lecture Note, Vienna Univesity of Technology, Austria.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi yang telah membiayani riset ini melalui Program Insentif Riset Terapan Tahun 2011 Bidang Fokus 08.03.02, dan kepada *Japan Aerospace & Exploration Agency* (JAXA) yang telah menyediakan Citra ALOS untuk penelitian ini.