

PENDEKATAN BARU PEMETAAN *BATHIMETRIC* MENGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH SPOT STUDI KASUS: TELUK PERIGI DAN TELUK POPOH (THE NEW APPROACH TO MAPPING *BATHIMETRIC* USING SPOT REMOTE SENSING DATA CASE STUDY: THE BAY AND POPOH GULF)

Muchlisin Arief

Peneliti Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh
e-mail: muchlisin.arief@yahoo.com

ABSTRACT

Bathymetric mapping derived from remote sensing have been carried out researchers, in order to determine the depth of the shallow waters especially shallow water depth. Bathymetric relief map shows the earth/terrain depicted by contour lines is called the isobath. Usually bathymetric determination using exponential function of depth. While in this paper described a new approach to calculate the depth of seawater derived from SPOT-4 satellite data using empirical formulas functions of logarithmic or quadratic equation built through correlasi the depth map obtained from DIHIDROS (Navy) with Digital Number or the reflectance values of SPOT band-1. This experience has been tested at Perigi bay in Trenggalek district and Popoh bay in Tulung Agung district. Based on the calculations, the spread of shallow water depth on Perigi and popoh bay about 5 – 70 meters

Key words: *Bathymetric, SPOT, Isobaths, Shallow water depth. correlation*

ABSTRAK

Pemetaan *bathymetric* yang diturunkan dari penginderaan jauh telah banyak dilakukan para peneliti dengan tujuan untuk menentukan kedalaman perairan khususnya perairan dangkal (*shallow water depth*). Peta *bathymetric* memperlihatkan relief bumi/*terrain* yang digambarkan dengan garis-garis *contour* yang disebut dengan *contour* kedalaman atau *isobath*. Biasanya penentuan *bathymetric* menggunakan fungsi eksponensial dari kedalaman. Sedangkan pada paper ini diterangkan pendekatan baru dalam menghitung kedalaman air laut yang diturunkan dari data satelit SPOT-4 menggunakan formula empiris fungsi *logarithmic* atau persamaan kuadrat yang dibangun melalui korelasi antara peta kedalaman yang diperoleh dari DIHIDROS (Angkatan laut) dengan nilai *digital number* atau dengan nilai reflektansi dari band-1 SPOT. Penelitian atau Uji coba telah dilakukan di daerah Teluk Perigi Kabupaten Trenggalek dan Teluk Popoh di kabupaten Tulung Agung. Berdasarkan perhitungan, kedalaman laut di teluk Perigi dan Popoh adalah berkisar 5 sampai dengan 70 meter.

Kata kunci: *Bathymetri, SPOT, Isobaths, Kedalaman perairan dangkal, korelasi*

1 PENDAHULUAN

Seperti kita ketahui, Wilayah Indonesia merupakan Negara kepulauan dengan hampir dua pertiga wilayahnya terdiri dari laut/air. Wilayah perairan Indonesia termasuk perairan tropik

memiliki ekosistem yang saling berinteraksi (mangrove, padang lamun/*sea grass* dan terumbu karang/*coral reef*), ketiga ekosistem tersebut memiliki keanekaragaman hayati sangat tinggi dan berperan sangat penting bagi pemenuhan

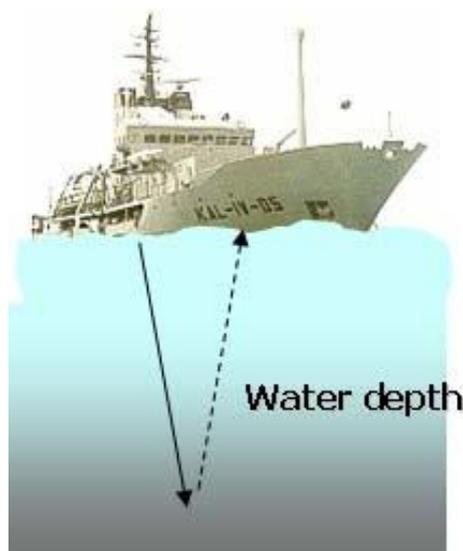
kehidupan masyarakat pesisir dan juga bagi dunia ilmu pengetahuan. Untuk menginventarisir dan memanfaatkan sumber daya alam baik yang dipesisir maupun diperairan dangkal diperlukan berbagai informasi yang salah satunya informasi spasial sumber daya pantai (*coastal resources*).

Pemetaan sumber daya pantai (*coastal resources*) meliputi antara lain: terumbu karang (*coral reefs*), rumput laut (*seagrass*) dan kedalaman laut dangkal (*shallow water depth*). Pemetaan kedalaman perairan dangkal merupakan peta dasar (*base map*) yang sangat berguna baik bagi maskapai pelayaran maupun pengelolaan pantai atau dalam hal *risk assessment* seperti polusi tumpahan minyak (*oil spill pollution*) [MUMBY et al., 1998]. Pemetaan/informasi *bathymetry* dan terumbu karang ini telah banyak dilakukan oleh baik oleh para peneliti atau instansi pemerintah terkait ditingkat nasional maupun internasional. Sayangnya informasi tersebut di atas sangat sulit untuk diperoleh, walaupun ada atau mudah diperoleh informasi tersebut sudah kurang akurat atau sudah kedaluarsa (*out of date*).

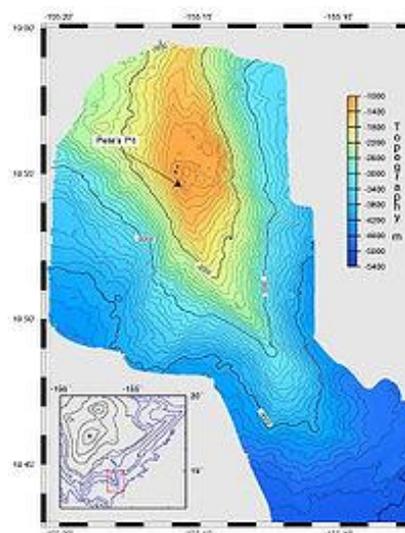
Bathymetry adalah studi tentang kedalaman perairan (dimensi vertical) yang *equivalent* dengan *hypsoetry* (*land surface elevation*). Peta *bathymetry* memperlihatkan relief permukaan bumi/*terrain* (*vertical dimension of land surface*) yang digambarkan dengan garis-garis *contour* yang disebut *contour* kedalaman (*depth contours*) atau *isobaths*. *Bathymetric* perairan dangkal merupakan bagian penting dalam studi *morphology*, penelitian lingkungan dan pengelolaan zona sumber daya pantai. Pemetaan *bathymetric* biasanya dilakukan dengan survey kedalaman perairan di lapangan dengan lokasi tertentu.

Survey kedalaman air laut biasanya diukur dengan menggunakan *echo sounder* (Gambar 1-1) atau *Conductivity, Temperature, Depth* (CTD). Kedalaman yang diukur dengan menggunakan CTD didasarkan pada nilai tekanan di dalam laut. Pendekatan lain yang agak sedikit

maju adalah dengan menggunakan kapal laut, yaitu dengan mengirimkan sonar kemudian merekam gelombang suara yang dipantulkannya dalam interval waktu tertentu. Lalu dari interval waktu tersebut kedalam air dapat ditentukan [Li et al. 2004]. Akan tetapi permasalahan yang timbul adalah kebutuhan waktu yang lama, biaya yang sangat besar, tingkat kesulitan wilayah yang belum tentu dapat dijangkau [Liu et al., 2003]. Untuk itu, diperlukan teknologi penginderaan jauh yang merupakan teknologi yang relatif murah, mempunyai wilayah cakupan yang luas dan dapat menjangkau wilayah relatif sulit (wilayah yang sulit dijangkau melalui jalan darat) serta datanya dapat diperbaharui dalam jangka waktu tertentu.



Gambar 1-1a: Cara pengukuran kedalaman menggunakan *echo sounder*



Gambar 1-1b: Contoh peta *bathymetric*

Sejak tahun 1970, penginderaan jauh satelit telah diadopsi sebagai alternatif untuk meminimasi beban kerja pemetaan *bathymetric*. Beberapa metode untuk memetakan kedalaman perairan dangkal (*shallow water depth*) atau memetakan *bathymetric* yang diturunkan dari penginderaan jauh. Secara garis besar metode tersebut dapat dikelompokkan dalam dua group yang berbeda, metode pertama didasarkan pada sensor aktif penginderaan jauh dan yang lainnya didasarkan pada sensor pasif atau didasarkan pada informasi multispektral. Penelitian ini difokuskan pada metode yang telah dibangun oleh (Jupp, 1988), yaitu metode yang mengkorelasikan antara data atau citra dengan titik kedalaman yang diperoleh dari pengukuran dan dapat disimpulkan bahwa metode tersebut menghasilkan pemetaan kedalaman perairan atau *Depth of Penetration (DOP) mapping* relatif lebih teliti dibandingkan dengan hasil dari penelitian lainnya [Green et al., 2000]. Penelitian lainnya tentang pemetaan *bathymetric* menggunakan data satelit yang dilakukan dengan membangun *relationship* antara kedalaman dengan nilai *reflectance* obyek (Bierwirth, Lee, & Burne, 1993) dan pernah diuji coba di lautan pasifik yang benar-benar *clear* (tidak berawan). Penelitian dengan menggunakan data satelit XS-3 SPOT telah diuji coba dan menghasilkan ketelitian yang cukup memadai (Lafond, & Castaing, 1998). Penelitian lainnya yang pernah dilakukan oleh (Houma et al, 2006), yang menghitung kedalaman perairan dangkal menggunakan formula fungsi eksponensial dari nilai digital number $Z = -0,227823 + 2.684 \exp(XS1 - 47)$ yang mana XS1 adalah band-1 dari data satelit SPOT, atau juga dapat menggunakan kombinasi linier dari band-1, band-2 dan nilai *Total Suspended Matter (TSS)* dari perairan tersebut. Metode tersebut di atas, bila digunakan di perairan Indonesia, menghasilkan nilai yang jauh menyimpang.

Dalam makalah ini diterangkan tentang pendekatan baru pemetaan *bathymetric* dengan menggunakan formula empiris yang diturunkan dari korelasi antara nilai *digital number* atau nilai *reflectance* citra SPOT dengan data kedalaman perairan yang diperoleh dari DIHIDROS Angkatan Laut Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah membangun suatu model pengolahan citra satelit guna memetakan kedalaman perairan atau *bathymetric* melalui suatu persamaan yang ditentukan melalui relasi antara nilai *reflectance* obyek dengan kedalaman perairan. Metode tersebut telah diuji coba untuk wilayah teluk Perigi kabupaten Trenggalek dan teluk Popoh kabupaten Tulung Agung Provinsi Jawa Timur Sedangkan data satelit yang digunakan adalah satelit resolusi tinggi SPOT-4 tertanggal 20 Pebruari 2009.

2 STUDI PUSTAKA

2.1 Data Satelit SPOT dan wilayah Penelitian

Sebagaimana telah diterangkan diatas, bahwa semenjak tahun 1970-an penginderaan jauh telah dipergunakan untuk penentuan kedalaman suatu wilayah perairan dangkal. Penginderaan jauh adalah tehnik untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau fenomena alam lainnya melalui analisis data yang diperoleh dengan alat yang disebut sensor tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990). Teknik tersebut dilakukan dengan cara mendeteksi gelombang elektromagnetik yang datang dari obyek tersebut, baik yang dipantulkan, diemisikan maupun dihambur balik, sedemikian rupa sehingga terjadi suatu relasi antara *flux* gelombang yang diterima sensor dengan sifat fisik obyek yang diamatinya, daerah atau fenomena yang dikaji.

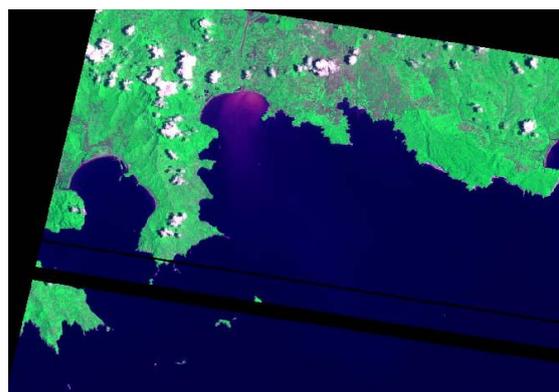
Satelit SPOT merupakan satelit resolusi tinggi yang diluncurkan Perancis pada tahun 1998. Satelit ini dilengkapi dengan sensor *High Resolution Visible* (HRV) dan menghasilkan data *panchromatic* dengan resolusi 10 meter dan data multispektral dengan resolusi 20 meter, dengan sudut inclinasi -27° sampai dengan $+27^\circ$.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data SPOT-4, yang mana data satelit SPOT-4 terdiri dari band *Panchromatic* dengan resolusi 10 meter dan 4 band multispektral dengan resolusi 20 meter yaitu: B1 (*band* hijau) dengan panjang gelombang $0.45-0.59 \mu\text{m}$, yang dapat digunakan untuk mengindera puncak pantulan vegetasi, B2 (*band* merah) dengan panjang gelombang $0.61 - 0.68 \mu\text{m}$ yang dapat digunakan untuk Sesuai untuk membedakan absorpsi klorofil dan tipe vegetasi, B3 (*band* infra merah dekat) dengan panjang gelombang $0.78-0.89 \mu\text{m}$ yang dapat digunakan untuk menentukan kandungan biomas, tipe vegetasi, pemetaan garis pantai, dan B4 $1.58 - 1.75 \mu\text{m}$ (*band* infra merah dekat) yang dapat digunakan untuk Membedakan kelembaban tanah dan kekontrasan dan *band panchromatic* dengan resolusi 10 meter. Adapun *overlay* citra SPOT-4 RGB band 432 tertanggal 20-02-2009 dapat dilihat pada Gambar 2-1b.

Sedangkan wilayah penelitian untuk perairan teluk dangkal dilakukan di teluk Perigi Kabupaten Trenggalek dan teluk Popoh kabupaten Tulung Agung. Di kedua wilayah teluk ini bermuara sungai singkil desa Besuki kecamatan Besuki kabupaten Tulung Agung dan cengkong di desa Karanggandu kecamatan Watu Limo Kabupaten Trenggalek. Kondisi kedua teluk tersebut sangat sarat dengan kualitas air yang tidak begitu jernih atau air di teluk tersebut banyak sekali mengandung endapan/kekeruhan [Gambar 2-1].



Gambar 2-1a: Peta wilayah penelitian: teluk Perigi Kabupaten Trenggalek dan Teluk Popoh kabupaten Tulung Agung



Gambar 2-1b: Citra SPOT RGB band 432 tertanggal 20-02-2009

3 METODE DAN MATERI

Metode penentuan kedalaman perairan dangkal menggunakan data SPOT pernah dilakukan oleh (Houma, 2006) dengan menggunakan formula eksponensial dari band-1 atau menggunakan formula kombinasi linier dari band-, band-2 dan *Total Suspended Matter* (TSS). Sedangkan formula yang digunakan dalam penelitian ini, diperoleh dengan cara mengkorelasikan antara data kedalaman yang didapat dari DIHIDROS DIHIDROS Angkatan Laut Indonesia dengan nilai reflektansi atau nilai *gray level* (*Digital Number*) atau nilai reflektansi citra *band-1*. Metode penentuan kdalaman perairan dangkal dibagi dalam tiga kategori (lihat Gambar 3-1) yaitu: Pertama adalah pengolahan awal citra, Dalam pengolahan ini dilakukan proses koreksi geometrik maupun koreksi Radiometrik. Proses ini bertujuan agar citra dapat *disuperimpose* atau diintegrasikan dengan data-data sekunder.

Kedua adalah *overlay* antar *band* untuk mendapatkan warna yang sesuai atau warna yang dapat mencerminkan keadaan alam sebenarnya. Ketiga dilakukan pengaturan *Look Up Table* (LUT) baik dilakukan untuk citra hasil *overlay* antar *band* maupun untuk citra satu *band*. Pengaturan LUT ini dimaksudkan untuk mencari *gradiend*/perubahan warna. Perubahan warna dapat mencerminkan perubahan kedalaman perairan. Keempat adalah mencari korelasi antara hasil pengolahan citra dengan data lapangan atau *secundaire* baik yang diukur langsung maupun yang diperoleh dari instansi terkait seperti (DIHIDROS) Angkatan Laut Indonesia. Pada penelitian ini digunakan data yang dikeluarkan oleh DIHIDROS. Proses ini menghasilkan suatu persamaan kedalaman fungsi dari *Digital Number* (DN). Atau fungsi dari *reflektance*.



Gambar 3-1: Diagram alir penentuan kedalaman perairan laut dangkal di teluk Perigi dan Popoh

Proses yang terakhir adalah perhitungan kedalaman laut menggunakan persamaan fungsi korelasi yang diperoleh dari proses tiga.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam memproses citra, pertama dilakukan *overlay* antar *band* untuk

mencari *band* yang sesuai dan kemudian dilakukan pengaturan *Look Up Table* (LUT) agar mendapatkan degradasi warna yang cukup jelas.

Setelah mencoba beberapa pengolahan dengan *overlay* antar *band* dari data SPOT, ternyata untuk mendapatkan gradien warna bisa dilakukan dengan mengatur LUT dari *band-1* SPOT. (Gambar 4-1a). Pada Gambar 4-1a memperlihatkan bahwa citra terdegradasi secara jelas, walaupun degradasi warna tersebut tidak mencerminkan kedalaman. kemudian dari citra tersebut diintegrasikan dengan data lapangan kedalaman laut yang diperoleh dari DIHIDROS. Hasil integrasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-1b.

Formula empiris untuk menentukan kedalaman laut dangkal diperoleh dengan mengkorelasikan antara kedalaman dengan nilai *Digital Number* (DN) atau antara kedalaman dengan nilai reflektansi. Untuk mencari nilai koefisien korelasi terbesar, maka dilakukan beberapa fungsi dari yang linier (orde pertama) hingga orde 3 dan hasil yang hampir mendekati adalah sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4-2 dan 4-3. Pada Gambar 4-2 dan 4-3 adalah relasi logaritmik dan *polynomial* orde dua antara kedalaman laut dengan nilai *Digital Number* dan nilai *reflectance* dari *band-1* citra SPOT-4. karena kedua fungsi tersebut mempunyai nilai korelasi lebih besar dari pada fungsi linier dari pada fungsi lainnya. Dengan melihat kedua gambar tersebut, maka kedalaman laut dapat diturunkan atau dihitung/ditentukan menggunakan formula sebagai berikut:

$$-Y = 48.908 \ln(DN) - 266.63$$

$$-Y = -0.0986 (DN)^2 + 17.908 DN - 837.21 \text{ untuk } DN \leq 90$$

$$-Y = 192.62 \ln(R) + 161.75$$

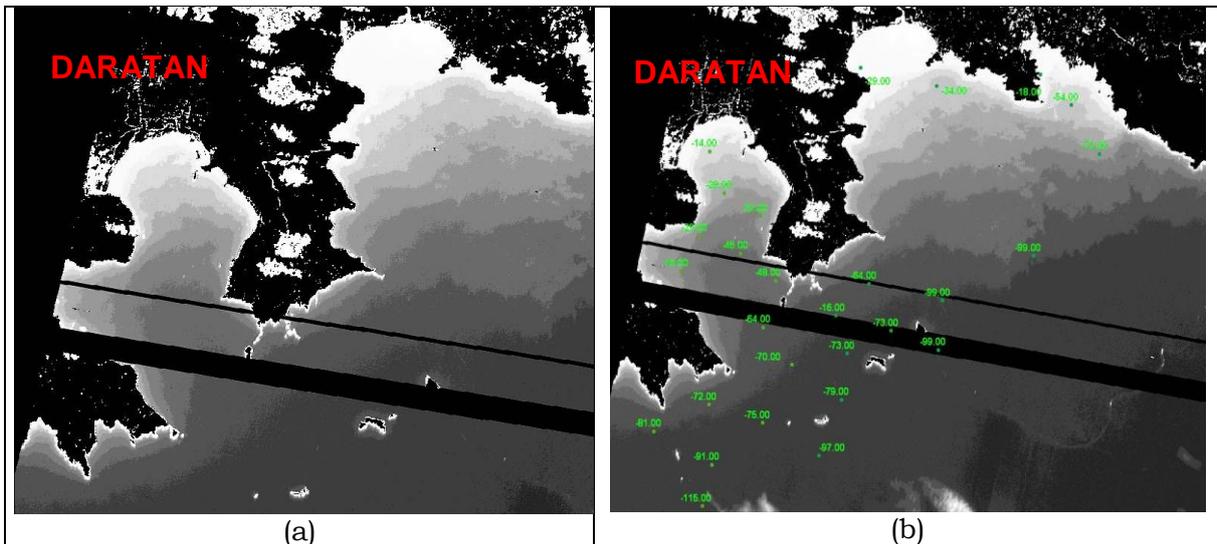
$$-Y = -6454.3(R)^2 + 4964.1 R - 977.86$$

Keterangan:

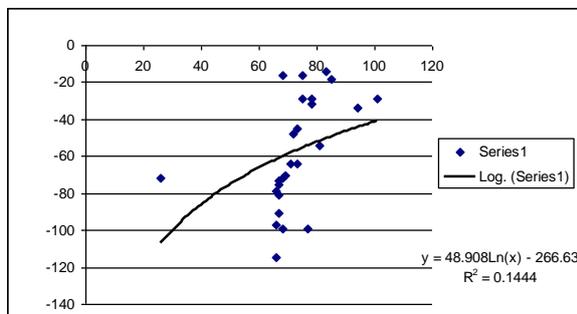
DN : Nilai *Digital Number*

R : Nilai Reflektansi

Y : kedalaman laut

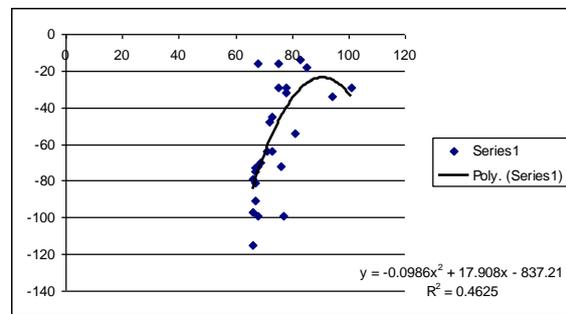


Gambar 4-1: Citra SPOT-4 band 1. dimana (a) adalah hasil dari proses pengaturan LUT, dan (b) adalah *plotting* titik kedalaman laut pada citra



(a)

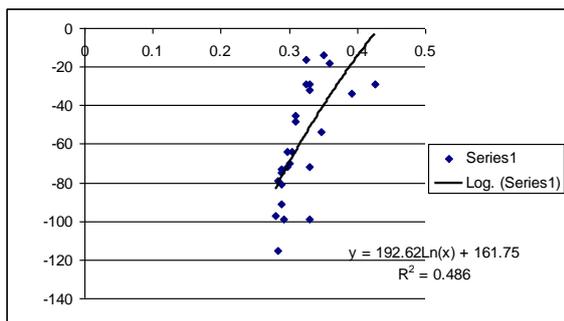
Persamaan logaritmik kedalaman terhadap nilai *Digital Number channel 1* dari data SPOT
 $y = 48.908\text{Ln}(\text{DN}) - 266.63$
 Coeff. Corre. $R^2 = 0.1444$



(b)

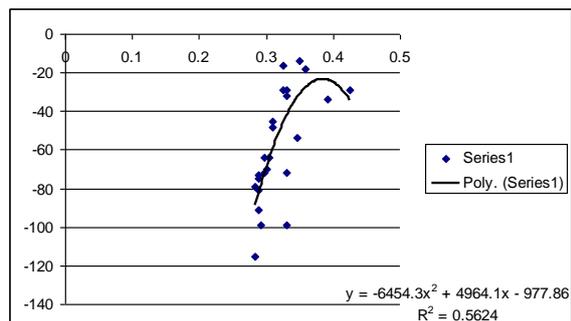
Persamaan polynomial kedalaman terhadap nilai *Digital Number channel 1* dari data SPOT
 $y = -0.0986 \text{ DN}^2 + 17.908 \text{ DN} - 837.21$
 Coeff. Coerre. $R^2 = 0.4625$

Gambar 4-2: Hubungan antara kedalaman dengan nilai *Digital Number* (DN) dari band-1 citra SPOT (a) Persamaan Logaritmik (b) persamaan Polynomial



(a)

Persamaan logaritmik kedalaman terhadap nilai reflektansi *channel 1* dari data SPOT
 $y = 192.62\text{Ln}(R) + 161.75$
 Coeff. Corre. $R^2 = 0.486$



(b)

Persamaan polynomial kedalaman terhadap nilai reflektansi *channel 1* dari data SPOT
 $y = -6454.3 R^2 + 4964.1R - 977.86$
 Coeff. Corre. $R^2 = 0.5624$

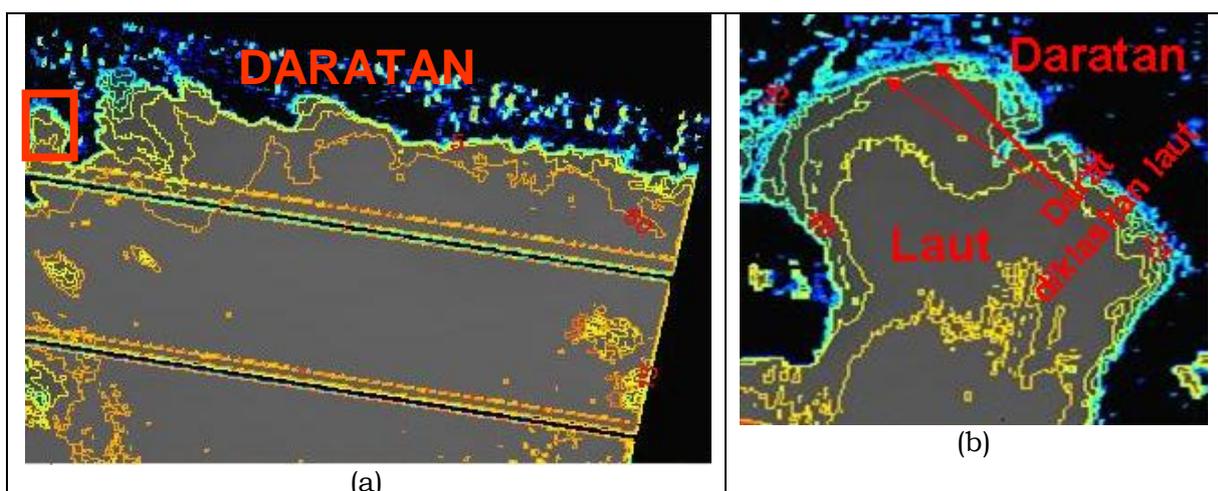
Gambar 4-3: Hubungan antara kedalaman dengan nilai reflektansi dari band-1 citra SPOT (a) Persamaan Logaritmik (b) persamaan Polynomial

Dengan melihat keempat persamaan di atas, perhitungan kedalaman bathymetric menggunakan nilai reflektansi citra mempunyai nilai *coeffisien correlation* lebih besar dari pada menggunakan nilai *gray level*. Ini berarti perhitungan kedalaman menggunakan formulasi nilai reflektansi akan menghasilkan kedalaman yang mendekati kebenaran dibandingkan dengan menggunakan nilai *digital number (gray level)*. Formula di atas, dapat diaplikasikan langsung pada citra satelit SPOT band-1, menghasilkan citra kedalaman laut/bathymetric untuk teluk Perigi dan teluk Popoh sebagai berikut.

Pada Gambar 4-4a dan Gambar 4-4b, adalah citra kedalaman laut yang diturunkan dari hasil pemrosesan citra SPOT-4 band -1 dengan menggunakan persamaan logarithmic $Y = 48.908\ln(\text{DN}) - 266.63$. Pada gambar tersebut terlihat kedalaman yang terdeteksi dari 5 meter sampai 40 meter dengan interval kedalaman 5 meter. Pada Gambar tersebut terlihat bahwa daratan juga diproses sebagai laut, sehingga kadang kala, terjadi kekeliruan (*confusing*) untuk menentukan daratan dan lautan (Gambar 4-4a) kalau diperbesar untuk wilayah tertentu maka agak susah

membedakan garis pantainya lihat Gambar 4-4b.

Pada Gambar 4-5 adalah informasi kedalaman yang diturunkan dari pemrosesan dengan menggunakan persamaan polynomial $Y = -0.0986 \text{ DN}^2 + 17.908 \text{ DN} - 837.21$. pada gambar tersebut terlihat bahwa kedalaman laut yang terdeteksi adalah dari 5 meter sampai dengan 60 meter dengan interval kedalaman 5 meter. Juga pada gambar tersebut terdapat kekeliruan (*confusing*) dalam membedakan laut dengan darat. Akan tetapi relatif lebih jelas dalam menentukan garis pantai. Kalau Gambar 4-5 dibandingkan dengan Gambar 4-4, maka Gambar 4-5 relatif banyak mengandung kesalahan dan informasi antara lain: pada Gambar 4-4b garis pantai hanya satu garis sedangkan pada Gambar 4-5 b menjadi dua garis, hal ini tentunya sangat menyulitkan dalam menentukan garis pantai dan juga pada Gambar 4-5a, banyak awan dan daratan yang diklaskan sebagai laut sedangkan pada Gambar 4-4a, hanya awan saja yang diklaskan sebagai laut. Sedangkan kesamaannya kedua-duanya mengklasikan awan sebagai laut. Hal ini berarti bahwa nilai *digital number* awan dan darat pada band-1 SPOT-4 sama nilainya dengan laut/air.

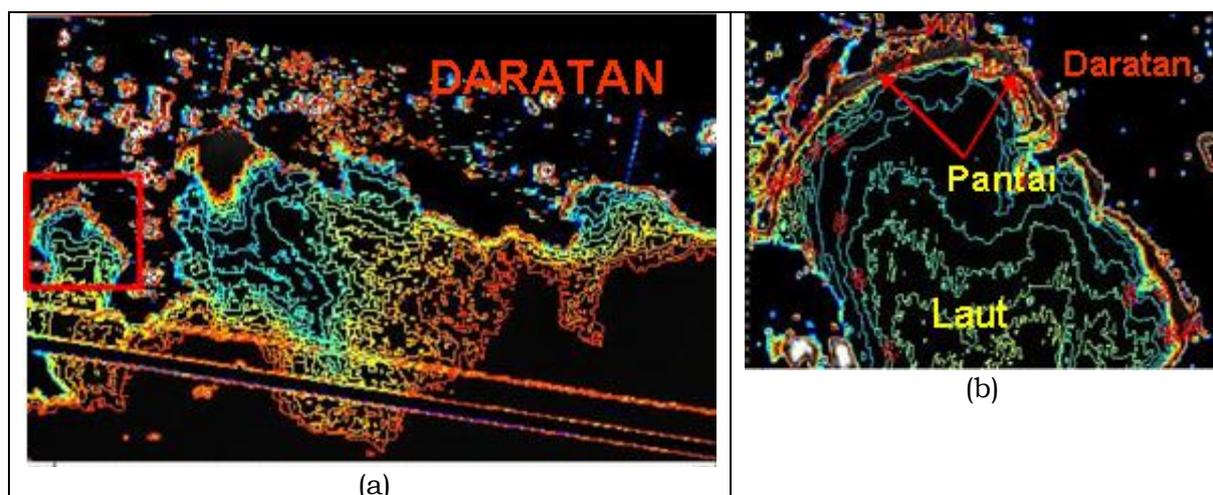


Gambar 4-4: Informasi kedalaman yang diturunkan dari citra *digital number* SPOT band-1 dengan menggunakan persamaan logaritmik $Y = 48.908\ln(\text{DN}) - 266.63$ (a) dan wilayah yang diperbesar (b)

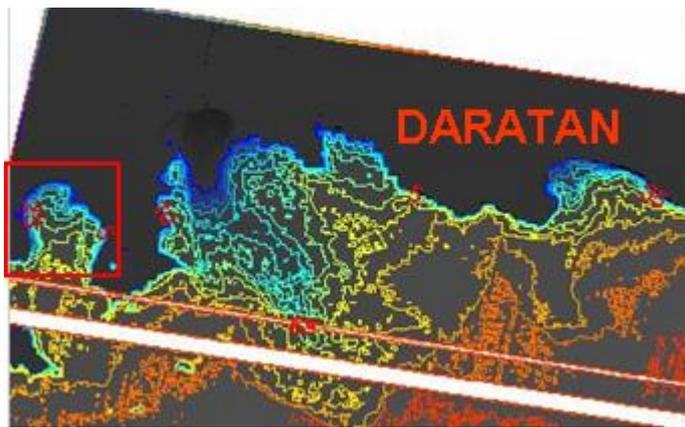
Pada Gambar 4-6 adalah informasi kedalaman laut yang diturunkan dari hasil pemrosesan citra reflektansi band-1 SPOT-4 dengan menggunakan persamaan logarithmic $Y = 192.62\text{Ln}(R) + 161.75$. Pada gambar tersebut terlihat kedalaman yang terdeteksi dari 5 meter sampai 60 meter dengan interval 5 meter. Pada Gambar 4-6a dan 4-6b, dapat dilihat bahwa hampir semua daratan diklaskan sebagai darat begitu pula sengan garis pantai terlihat sangat jelas ada dibelakang garis biru (kedalaman laut 5 meter). Sedangkan pada Gambar 4-7 adalah informasi kedalaman laut yang diturunkan dari hasil pemrosesan citra reflektansi band-1 SPOT-4 dengan menggunakan persamaan polynomial $Y = -6454.3(R)^2 + 4964.1 R - 977.86$. Pada gambar tersebut terlihat kedalaman yang terdeteksi dari 5 meter sampai 70 meter dengan interval kedalaman 5 meter. Pada Gambar 4-7 dapat dilihat bahwa daratan diklaskan sebagai darat akan tetapi garis pantai terlihat menjadi dua garis. Kalau dibandingkan Gambar 4-6 dengan Gambar 4-7, maka dapat ditarik kesimpulan secara keseluruhan baik Gambar 4-6. maupun Gambar 4-7 mempunyai kualitas yang hampir sama, hanya perbedaannya pada pada garis pantai, dimana pada Gambar 4-6b garis

pantai terlihat dengan jelas sedangkan pada Gambar 4-7b terlihat ada dua garis yang berarti ada bagian daratan yang diklaskan sebagai laut.

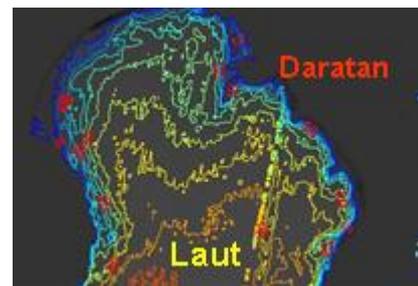
Berdasarkan hasil pemrosesan informasi kedalaman dari keempat gambar di atas (Gambar 4-4, Gambar 4-5, Gambar 4-6, Gambar 4-7) secara keseluruhan memperlihatkan hasil akurasi yang cukup baik. Kejelasan dalam membedakan laut dengan darat, maka penggunaan persamaan logarithmic $Y = 192.62\text{Ln}(R) + 161.75$ maupun polynomial ($Y = -6454.3(R)^2 + 4964.1 R - 977.86$) yang diaplikasikan pada citra refletansi jauh lebih baik (lihat Gambar 4-6 dan Gambar 4-7) dibandingkan dengan hasil pemrosesan dengan menggunakan citra berbasis nilai *digital number*. Walaupun demikian kedua formula tersebut di atas masih menyisakan persoalan antara lain: pertama, ada wilayah/daerah yang kadang-kadang laut dan daratnya tidak dapat dibedakan. Kedua, kontur kedalaman tidak *smooth* (mulus), dan adakalanya terjadi distorsi (kontur kedalaman saling berpotongan) yang diakibatkan oleh sifat alamiah dari setiap lapisan air atau akibat refleksi dari *Total suspended sedimentasi* yang berada pada kolom air.



Gambar 4-5: Informasi kedalaman yang diturunkan dari citra *digital number* SPOT band-1 dengan menggunakan persamaan Polynomial $Y = -0.0986 \text{DN}^2 + 17.908 \text{DN} - 837.21$ (a) dan wilayah yang diperbesar (b)

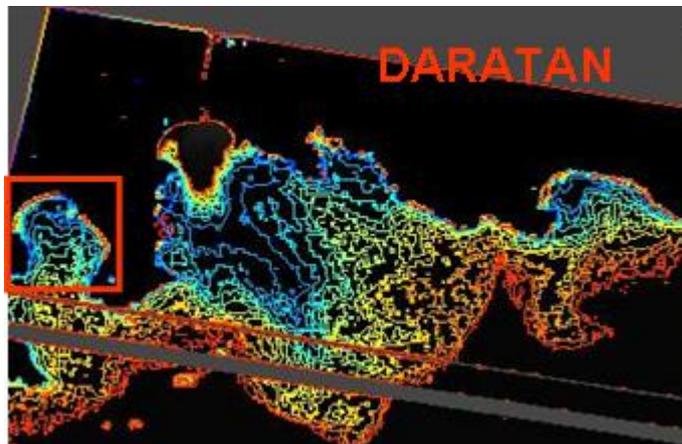


(a)

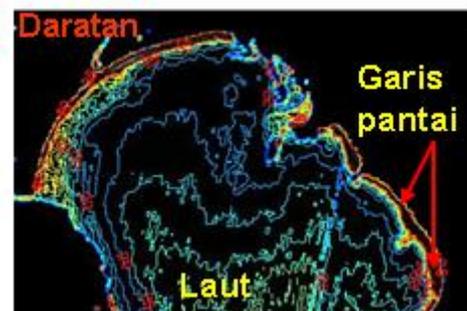


(b)

Gambar 4-6: Informasi kedalaman yang diturunkan dari citra *digital number* SPOT band-1 dengan menggunakan persamaan logaritmik $Y = 192.62 \ln(R) + 161.75$ (a) dan wilayah yang diperbesar (b)



(a)



(b)

Gambar 4-7: Informasi kedalaman yang diturunkan dari citra reflektansi SPOT Band-1 dengan menggunakan persamaan polynomial $Y = -6454.3(R)^2 + 4964.1 R - 977.86$. (a) dan wilayah yang diperbesar (b)

5 KESIMPULAN

Dari hasil di atas, dapat disimpulkan bahwa data penginderaan jauh (*remote sensing*), khususnya SPOT dapat digunakan untuk menentukan kedalaman/*bathymetric* perairan dangkal (*shallow water depth*). Karena disamping biaya murah juga tidak membutuhkan waktu terlalu lama dan dapat menjangkau wilayah yang tidak punya akses jalan. Peta *bathymetric* menggambarkan relief permukaan bumi/*terrain* yang diassosiasikan dengan garis *contour* yang disebut dengan *contour* kedalaman atau *isobath*.

Pembuatan peta *bathymetric*/Kedalaman laut dangkal yang diturunkan

dari data satelit SPOT-4 band-1 dapat dilakukan dengan dua tahap yaitu: merubah nilai *digital number* citra SPOT ke dalam nilai reflektansi dan kedua menghitung kedalaman menggunakan persamaan empiris $Y = 192.62 \ln(R) + 161.75$ atau $Y = -6454.3(R)^2 + 4964.1 R - 977.86$. Hasil persamaan empiris cukup representatif dan mempunyai akurasi yang cukup baik, untuk itu, perlu kiranya formula tersebut di atas, dapat dilakukan uji coba untuk menentukan kedalaman laut dangkal ditempat/wilayah lainnya.

Persoalan yang paling banyak dijumpai dalam pemetaan zona perairan dangkal melalui analisa data *remote sensing* adalah efek kontras yang

diakibatkan oleh kedalaman air yang kadang-kadang membuat *obscure/blurring*/pengkaburan pada citra dan distorsi yang dialibatkan oleh sifat alamiah dari setiap lapisan air atau akibat refleksi dari *Total suspended sedimentasi* yang berada pada setiap kolom air.

DAFTAR RUJUKAN

- Bierwirth, P. N., Lee, T. J., & Burne, R. V., 1993. *Shallow Sea-Floor Reflectance and Water Depth Derive by Unmixing Multispectral Imagery*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 59, 331-338.
- Green E., Edwards A. & Mumby P. 2000. *Mapping Bathymetry*, in EDWARDS A. (ed.), Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management, Paris, UNESCO, pp. 219-235.
- Houma F., Belkessa F. and N. Bachari, *Contribution of Multispectral Satellite Imagery to the Bathymetric Analysis of Coastal Sea Bottom*, Revue des Energies Renouvelables Vol. 9 No. 3 (2006) 165 - 172.
- Ji W. Civco D. & Kennard W., 1992. *Satellite Remote Bathymetry: A New Mechanism for Modeling*, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 58(5), pp. 545-549, Bethesda(USA), ASPRS.
- JUPP D., 1988. *Background and Extensions to Depth of Penetration (DOP) Mapping in Shallow Coastal Waters*, Proceedings of the Symposium on Remote Sensing of the Coastal Zone, Brisbane, Department of Geographic Information, pp. IV. 2.1-IV.2.19. 1988.
- Lafon, V., Froidefond, J. M., & Castaing, P., 1998. *Bathymetric Mapping by SPOT Images to Quantify Sand Movements in the Tidal Inlet of Arcachon (France)*. In: *Earth Surface Remote Sensing*, Proceedings of the SPIE, (vol. 3222, pp. 456-466). London, UK: Society of Photo Optical Instrumentation Engineers.
- Li, W., Hu, P., Xiao, D., Liu, C., 2004. *The Application of the Multibeam Sounding to the Marine Engineering Exploration, Geophysical & Geochemical Exploration*, 28(4), pp. 373-376.
- Lillesand, Thomas M. dan Ralph W. Kiefer, 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Gajah Mada University press. Yogyakarta.
- Liu, Y., Anisul, I. M., and Jay Gao, J., 2003. *Quantification of Shallow Water Quality Parameters*. Progress in Physical Geography 27(1), pp. 24-43.
- Lyzenga D., 1978. *Passive Remote Sensing Techniques for Mapping Water Depth and Bottom Features*, Applied Optics, 17(3), Washington, Optical Society of America, pp. 379-383., 1998.
- Mumby P.J., Clark C.D., Green E.P. & Edwards A.J., 1998. *Benefits of Water Column Correction and Contextual Editing for Mapping Coral Reefs*, International Journal of Remote Sensing, 19(1), London, Taylor & Francis Ltd, pp. 203-210.