

Evaluasi Citra Quickbird untuk Pemetaan Batimetri Gobah Dengan Menggunakan Data Perum: Studi Kasus Gobah Karang Lebar dan Pulau Panggang

Quickbird Image Evaluation for bathymetric mapping of small-lagoon using Sounding data: Case study Lagoon of Karang Lebar and Panggang Island

Vincentius Paulus Siregar¹ dan Muhammad Banda Selamat²

1) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor, email: vincent@biotrop.org

2) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS, Makassar, email: mbandas2006@yahoo.com

Abstract

Bathymetric mapping using satellite image could be done by using specific algorithm. This algorithm usually needs sounding spot of the study area in order to build correlation between brightness value of satellite image and depth variation. This paper evaluates deployment of sounding data and satellite data from karang lebar small lagoon to produce bathymetric image of Pulau Panggang mini lagoon. Correlation between 140 sounding point at karang lebar with digital value of band 2 and 3 of quickbird sensor showed that band 2 and 3 have better correlation, hence these two bands can be used to estimate water depth using Jupp algorithm. This process produces a depth penetration zone (DOP) for karang lebar dan Pulau panggang simultaneously. The Implementation of this DOP at Pulau Panggang shows many overestimate depth value, hence giving a conclusion that DOP is specific to its bathymetric location.

Keywords: bathymetry, quickbird image, depth penetration zone

Abstrak

Pemetaan batimetri dengan citra satelit dapat dilakukan dengan mengimplementasikan algoritma tertentu. Algoritma ini memerlukan titik perum dilokasi studi untuk dapat membangun hubungan korelasi antara variasi nilai digital citra dan variasi kedalaman. Tulisan ini bermaksud mengevaluasi penggunaan data satelit dan data perum dari gobah karang lebar untuk menghasilkan citra batimetri gobah Pulau Panggang. Sejumlah 140 titik perum di karang lebar dicari hubungan variasi kedalamannya dengan variasi nilai digital kanal 1, 2 dan 3 citra satelit Quickbird, dan diperoleh hasil bahwa kanal 2 dan 3 memberikan korelasi terbaik, sehingga dipakai untuk estimasi kedalaman menggunakan algoritma Jupp. Proses ini secara simultan menghasilkan zona penetrasi kedalaman (ZPK) untuk gobah Karang Lebar dan gobah Pulau Panggang. Implementasi ZPK yang sama pada gobah Pulau Panggang menghasilkan nilai kedalaman yang overestimate. Sehingga disimpulkan ZPK bersifat spesifik untuk lokasi pemetaan batimetri tertentu.

Kata kunci: batimetri, citra quickbird, zone penetrasi kedalaman

Pendahuluan

Batimetri zona intertidal diperlukan untuk studi morfologi dasar laut, lingkungan, pengelolaan sumberdaya pesisir dan pemodelan oseanografi. Pengetahuan tentang struktur detail dasar perairan dapat membantu pengenalan adanya gusung

karang, beting karang, gobah dan struktur lainnya (Stumpf *et al.*, 2003). Pemetaan variabilitas struktur tersebut pada skala detail akan memudahkan upaya karakterisasi habitat, baik untuk terumbu karang maupun untuk berbagai spesies kehidupan yang hidup di terumbu. Informasi batimetri tidak saja diperlukan untuk pengelolaan pulau-

pulau terpencil, tetapi juga pada pemetaan kondisi habitat karang dan pendugaan potensi pemutihan karang. Pengetahuan tentang kedalaman air memungkinkan estimasi albedo dasar, yang dapat meningkatkan kualitas pemetaan habitat (Mumby *et al.*, 1998).

Sejak foto udara digunakan untuk memotret perairan dangkal yang jernih, diketahui bahwa kedalaman air dapat diestimasi dengan cara yang sama oleh penginderaan jauh satelit. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi oleh citra satelit, merupakan fungsi dari panjang gelombang dan kecerahan perairan. Jika kondisi perairan jernih, kanal spektral 490 nm dapat mendeteksi kedalaman hingga 30 m. Untuk kondisi perairan yang sama, kanal dengan spektrum 430 hingga 580 nm mampu mendeteksi hingga kedalaman 20 m dan 10 meter pada kanal dengan spektrum 400 hingga 610 nm. Variasi spektral per kedalaman ini, adalah dasar dari sistem penginderaan jauh (sinar tampak) untuk mendeteksi objek dasar perairan dan batimetri (IOCCG, 2000).

Mumby dan Clark (2000) telah mengkaji tiga metode prediksi kedalaman air dari beberapa peneliti, yaitu Benny dan Dawson (1983), Jupp (1988) dan Lyzenga (1978) dimana akhirnya disimpulkan bahwa metode Jupp adalah yang paling akurat dibandingkan yang lainnya. Metode Lyzenga menerapkan koreksi kolom air sebagai kompensasi efek variasi kedalaman. Jupp (1988) melanjutkan algoritma batimetri Lyzenga ini, dan mengimplementasikannya melalui 3 (tiga) langkah yaitu: menghitung zone penetrasi kedalaman (ZPK), melakukan interpolasi dan kalibrasi kedalaman dalam zona ZPK.

Metode yang dikembangkan oleh Jupp (1988) telah digunakan untuk studi estimasi batimetri dari citra satelit SPOT (Selamat dan Nababan, 2009), Formosat (Kholil *et al.*, 2007), Landsat dan Quickbird (Nurlidiasari, 2004). Algoritma Jupp (1988) didasarkan

pada tiga asumsi: attenuasi cahaya merupakan fungsi eksponensial kedalaman, kualitas perairan (koefisien attenuasi, k) tidak berubah dalam satu liputan citra, dan warna (cahaya pantulan atau albedo) untuk setiap substrat adalah konstan.

Implementasi algoritma Jupp (1988) pada suatu liputan citra biasanya dilakukan secara simultan, sehingga seluruh nilai digital piksel pada bagian citra yang dikaji akan ditransformasi menjadi nilai-nilai kedalaman. Umumnya, oleh karena berbagai keterbatasan, nilai kedalaman untuk penentuan ZPK hanya berasal dari sejumlah sampel. Paper ini membuktikan bahwa pendekatan seperti ini tidak relevan untuk kawasan pulau-pulau kecil yang memiliki banyak gobah, seperti di Karang Lebar Pulau Panggang dan sekitarnya. Dengan kata lain, asumsi kedua pada metode Jupp dan juga Lyzenga yang mensyaratkan adanya homogenitas kualitas perairan dalam satu liputan citra, tidaklah selalu dapat terpenuhi.

Studi ini bertujuan untuk mengkaji konsistensi algoritma batimetri Jupp (1988) pada dua lokasi gobah yang direkam dalam satu liputan citra. Bila kualitas perairan tidak berubah dalam satu liputan citra, maka sampel pasangan data (kedalaman dan nilai digital) dari satu lokasi gobah akan dapat digunakan untuk membangun citra batimetri gobah yang lainnya. Bila koefisien determinansi kedalaman gobah bernilai rendah maka algoritma dikatakan tidak konsisten atau dengan kata lain asumsi homogenitas kualitas perairan tidak terpenuhi, sehingga untuk masing-masing gobah diperlukan pengolahan secara terpisah meskipun keduanya direkam dalam satu liputan citra.

Metode

Lokasi dan objek penelitian berada di perairan Kepulauan Seribu, Jakarta, dengan fokus pada perairan Karang Lebar dan gobah

Pulau Panggang. Lokasi penelitian terletak antara 106° 33' – 106° 38' Bujur Timur dan 5° 41' – 5° 46' Lintang Selatan (Gambar 1). Citra satelit yang digunakan adalah citra Quickbird yang diperoleh dari Digital Globe dengan tanggal akuisisi 28 September 2008. Sensor pencitraan pada Quickbird dilengkapi 5 kanal (*band*) yaitu Pankromatik (725 nm), Multispektral (MS) biru (479,5 nm), hijau (546,5 nm), merah (654 nm) dan infra merah dekat (814,5 nm). Resolusi spasial pada nadir untuk kanal pankromatik adalah 61 cm x 61 cm dan untuk kanal Multispektral adalah 2,44 m x 2,44 m (DigitalGlobe, 2008). Studi ini menggunakan data dari kanal MS kanal biru, hijau, merah dan infra merah dekat.

Pemeruman dilokasi karang lebar dilakukan pada tanggal 24 Juli 2008. Setelah dikoreksi terhadap dinamika muka laut, data perum digunakan untuk membangun citra batimetri dengan mengimplementasikan algoritma Jupp (1988). Formulasi kedalaman

pada algoritma Jupp (1988) yang digunakan adalah:

$$z = \frac{A_i - X_i}{2 k_i}$$

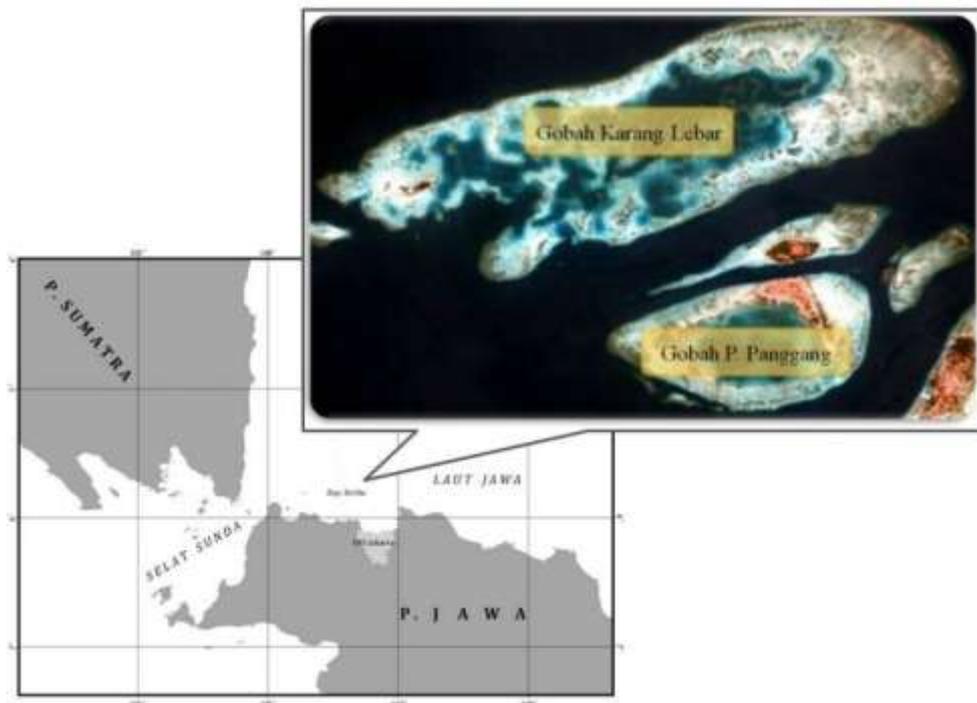
$$A = \text{Ln} (L_{\text{ipermukaan}} - L_{\text{idasarperairan}}),$$

$$X_i = L_i - L_{\text{idasarperairan}}, L_i = \text{nilai digital}$$

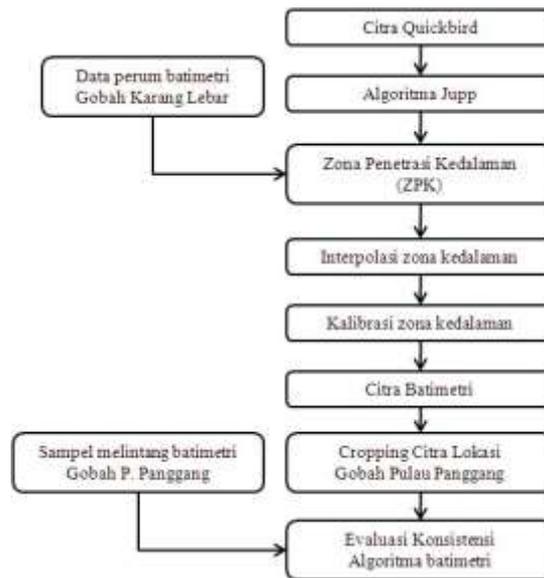
kanal *i* pada kedalaman tertentu

k_i = koefisien atenuasi

Para pengolahan citra satelit Quickbird yang dilakukan adalah koreksi radiometrik dan geometrik. Koreksi radiometrik dilakukan dengan metode histogram adjusment dan koreksi geometrik secara affine linier. Selanjutnya dilakukan pemisahan darat dan laut dari kanal infra merah dengan cara *density slicing*. Hasil proses ini adalah citra boolean yang kemudian di *overlay* ke masing-masing citra kanal sinar tampak. Prosedur pengolahan selanjutnya dilakukan menurut alur yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Studi



Gambar 2. Alur Pengolahan Citra Quickbird

Hasil Dan Pembahasan

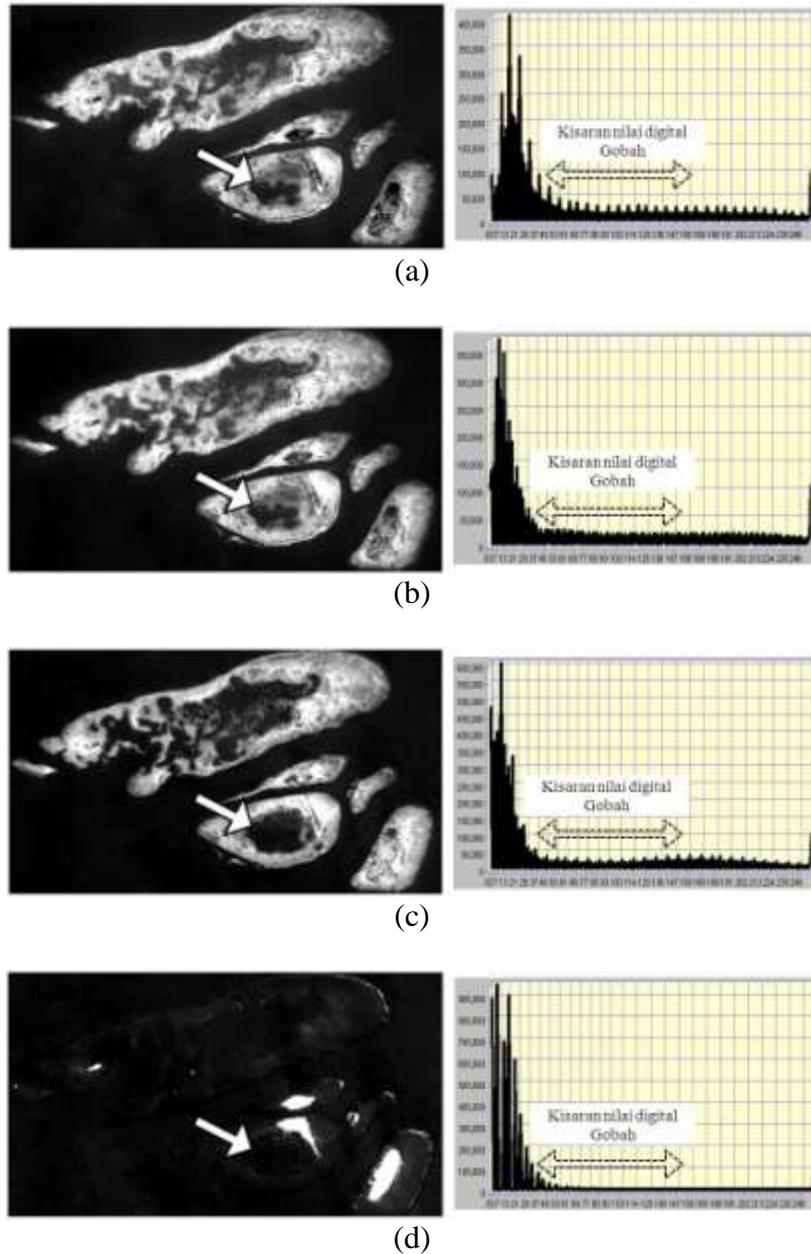
Statistik Citra

Histogram frekuensi dari citra memberi gambaran informasi bagaimana nilai-nilai piksel terdistribusi menurut kelompok objek yang direkam. Gambar 3a hingga 3d, menyajikan dua tampilan yaitu citra multispektral Quickbird kanal 1 hingga 4 dan histogram frekuensinya. Secara umum nilai digital dari piksel terbagi atas tiga kelompok yaitu 1) nilai-nilai yang mewakili perairan dimana sensor sudah tidak menerima lagi sinyal dari objek dasar perairan, 2) nilai-nilai yang mewakili perairan dimana sensor masih mampu mendeteksi objek di dasar perairan dan 3) nilai-nilai yang mewakili daratan. Kelompok nilai digital piksel yang pertama berada di seperempat hingga sepertiga bagian kiri histogram. Kelompok ini ditandai oleh nilai-nilai piksel yang rendah dan memiliki akumulasi frekuensi kejadian yang tinggi, karena memang sebagian besar bagian citra merupakan kawasan perairan. Sebaliknya kelompok ketiga yang merupakan representasi nilai digital tinggi memiliki akumulasi frekuensi yang lebih rendah oleh karena citra

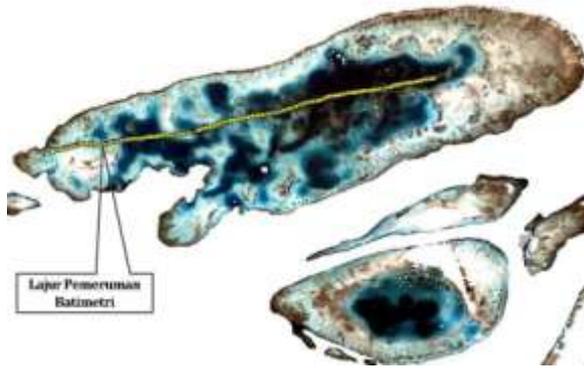
yang digunakan hanya merekam sedikit bagian daratan (Gambar 3d).

Pemeruman

Alat perum gema digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai kedalaman pada perairan gobah Karang lebar. Nilai kedalaman ini setelah direduksi terhadap efek pasang surut dan sejumlah nilai koreksi lainnya, digunakan untuk membangun zona penetrasi kedalaman sebagaimana yang lazim dilakukan pada metode Jupp. Trek batimetri yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4. Profil kedalaman di sepanjang trek batimetri tersebut dan nilai-nilai digital piksel yang berkorespondensi dengannya dari kanal 1, 2, dan 3 disajikan pada Gambar 5. Secara umum dapat dideskripsikan bahwa semakin dalam perairan, nilai digital piksel akan semakin rendah dan sebaliknya. Dari gambaran ini juga dapat dilihat bahwa nilai-nilai piksel pada kanal 1 dan 2 hampir tidak berbeda nyata, terlihat dari banyaknya nilai-nilai yang tumpang tindih. Kanal 3 memiliki kisaran nilai yang lebih rendah dibandingkan nilai dari kanal 1 dan 2 dan juga memiliki perbedaan yang lebih baik terhadap kedalaman.



Gambar 3. Tampilan citra Quickbird multispektral dan histogram frekuensi nilai digital piksel: a) kanal 1 (479,5 nm), b) kanal 2 (546,5 nm), c) kanal 3 (654 nm) dan d) kanal 4 (814,5 nm). Tanda panah menunjukkan perairan gobah, dan pada kanal 4 bagian perairan yang dalam hampir seluruhnya menampilkan warna gelap akibat absorpsi tinggi oleh kanal inframerah dekat yang dicirikan oleh sedikitnya frekuensi kejadian nilai piksel tinggi.



Gambar 4. Lajur perum batimetri di GobahKarang Lebar

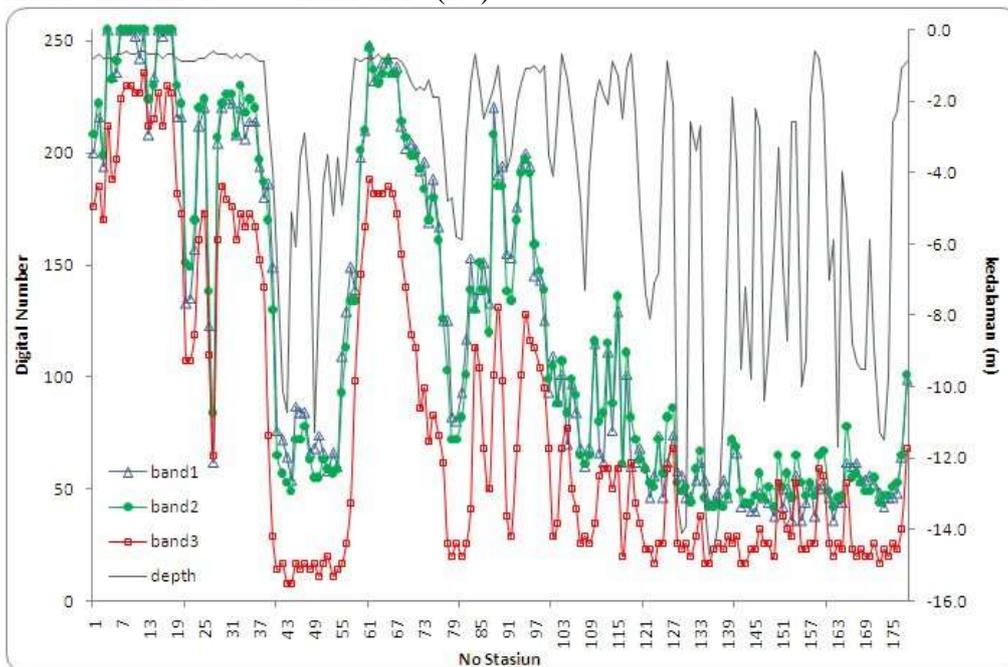
Pemilihan Kanal (Spektral-band)

Koefisien determinansi (Gambar 6) digunakan untuk memberikan gambaran yang lebih rinci tentang kemampuan kanal 1, 2 dan 3 dalam menjelaskan variasi kedalaman perairan di sepanjang trek perum. Untuk itu, sejumlah lebih dari 140 titik perum batimetri di pasangkan dengan nilai-nilai digital dari kanal 1, 2 dan 3. Dari usaha ini diperoleh hasil bahwa kanal 1, memiliki koefisien determinansi (R^2)

yang paling kecil yaitu 0.452 (Gambar 6a). Kanal 2 memiliki $R^2= 0.537$, dan kanal 3 yang memiliki $R^2= 0.565$. Kondisi ini memberikan gambaran bahwa estimasi kedalaman dapat didekati dengan memilih kanal 2 (biru) dan 3 (merah) saja.

Implementasi Algoritma

Setiap zona penetrasi kedalaman menggambarkan suatu kawasan perairan dimana variasi kedalamannya dapat diamati pada satu kanal dan tidak teramati di kanal lainnya. Batas pemisah zona penetrasi tersebut adalah nilai digital tertinggi untuk kawasan perairan terdalam pada kanal yang bersangkutan. Pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa nilai digital untuk air terdalam pada suatu kanal, dijadikan dasar bagi penentuan zona batas kedalaman masing-masing kanal yang digunakan dalam algoritma. Bila nilai digital piksel pada kanal 2 lebih besar dari 42 dan pada kanal 3 lebih kecil atau sama dengan 50 maka kedalaman perairan

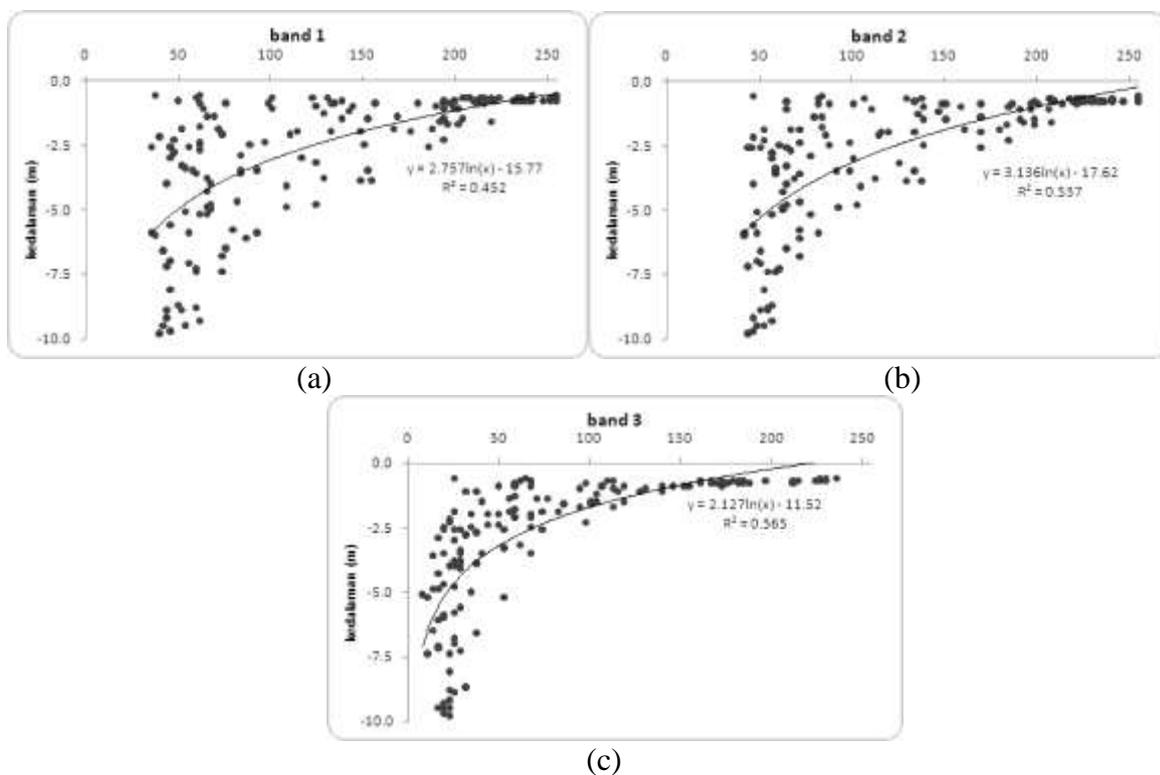


Gambar 5. Profil kedalaman di Gobah Karang Lebar dan profil nilai digital piksel untuk masing-masing titik kedalaman

diperkirakan berada pada kisaran 10 hingga 2 meter. Batasan ini kemudian menjadi dasar untuk penetapan zona penetrasi kedalaman kanal 2. Dengan cara yang sama diperoleh tetapan batas bagi zona 3 yaitu kedalaman 2 hingga 0 meter. Selanjutnya, kisaran nilai digital piksel pada daerah batas zona digunakan sebagai masukan pada sejumlah formulasi yang digunakan oleh Jupp. Tahapan ini, menghasilkan nilai-nilai koefisien attenuasi bagi kanal 2 dan 3, yang juga menunjukkan besar hambatan untuk

radiasi sinar tampak dikolom air pada kanal tersebut (Tabel 2).

Pada tahapan interpolasi zona kedalaman, nilai-nilai k_i dan A_i dimasukkan kedalam formulasi $z = (A_i - X_i) / 2k_i$, untuk mentransformasikan seluruh nilai digital piksel pada kanal spektral tersebut menjadi nilai-nilai kedalaman. Nilai-nilai kedalaman pada masing-masing zona kemudian digabungkan sehingga diperoleh citra estimasi batimetri pada kawasan studi (Gambar 7).



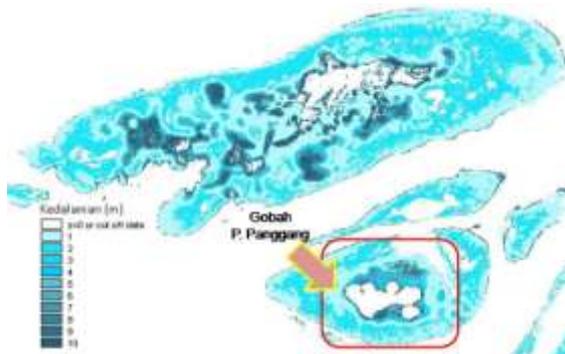
Gambar 6. Determinansi masing-masing kanal terhadap kedalaman: a) kanal biru (479,5 nm), b) hijau (546,5 nm), dan c) merah (654 nm)

Tabel 1. Diagram Penentuan Batas Zona Kedalaman

Parameter	Kanal		Zona Penetrasi Kedalaman
	2	3	
Nilai digital air dalam maksimum	42	50	
Jika nilai digital (Li) dari piksel	>42	<=50	Maka kedalaman 10.0 - 2.0 (zona 2)
Jika nilai digital (Li) dari piksel	>42	>50	Maka kedalaman 2.0 - 0.0 (zona 3)

Tabel 2. Koefisien untuk masing-masing Zona Kedalaman

Koefisien	Kisaran Batas Nilai Digital pada masing-masing kanal	
	2	3
ZPK 2	42 - 170	
ZPK 3		50 – 255
k_i	0.114536	0.034657
A_i	5.045528	1.386294



Gambar 7. Citra batimetri hasil implementasi algoritma Jupp

kemudian dapat dibandingkan dengan nilai kedalaman hasil estimasi citra.

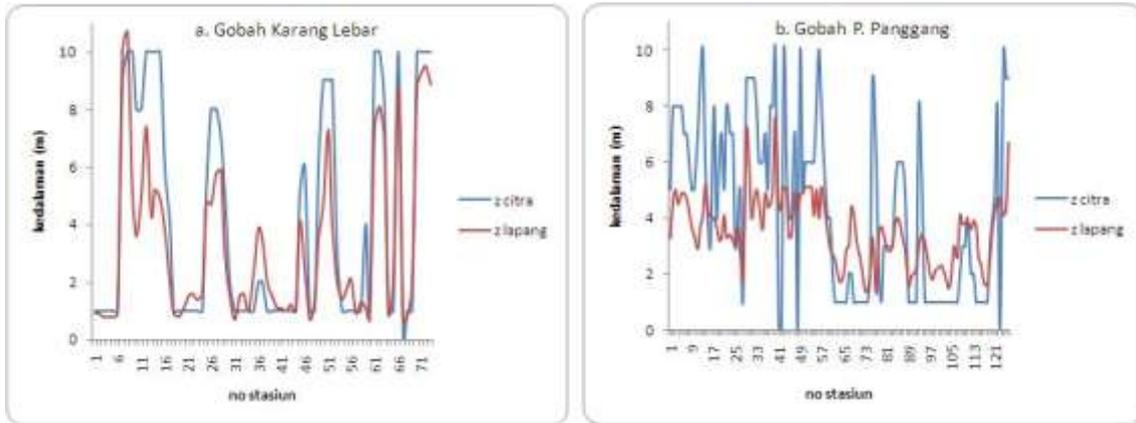


Gambar 8. Citra batimetri gobah P. Panggang dan titik perum untuk validasi

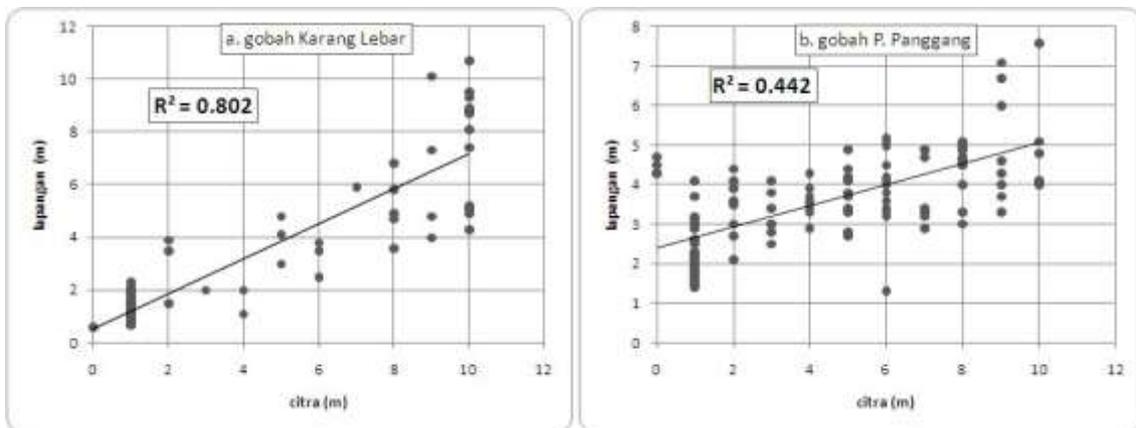
Evaluasi Konsistensi Algoritma

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa batimetri gobah P. Panggang dengan sendirinya akan tergambar pada citra batimetri hasil implementasi algoritma Jupp. Sebagaimana diketahui dari tahapan sebelumnya, dasar bagi penentuan batas-batas zona kedalaman, hubungan antara nilai digital maksimum pada perairan terdalam dan hitungan-hitungan koefisien dalam zona kedalaman, didapati dari sampel kedalaman di gobah Karang lebar. Suatu langkah sederhana dapat dilakukan untuk mengevaluasi konsistensi angka kedalaman yang dihasilkan oleh algoritma Jupp ini. Caranya adalah dengan mengukur kedalaman sejumlah titik di gobah P. Panggang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Setelah data kedalaman direduksi terhadap pasang surut, dan sejumlah koreksi lainnya, nilai kedalaman ukuran ini

Gambar 9a dan 9b memperlihatkan perbandingan profil kedalaman hasil pemeruman di gobah Karang Lebar dan gobah Pulau Panggang dengan profil kedalaman hasil estimasi citra satelit. Dapat dikatakan bahwa profil kedalaman hasil estimasi citra untuk gobah Pulau Panggang cenderung berbeda. Secara umum dapat dikatakan bahwa citra satelit memberikan nilai-nilai kedalaman yang lebih dalam atau *overestimate*. Agar gambaran tersebut menjadi jelas, kedua kelompok nilai kedalaman itu kemudian diplot pada diagram pencar untuk mendapatkan koefisien determinasinya (Gambar 10a dan 10 b). Nilai koefisien determinansi yang diperoleh untuk gobah Karang Lebar adalah $R^2=0.802$ dan gobah Pulau Panggang adalah $R^2=0.442$.



Gambar 9. Perbandingan Nilai Kedalaman Hasil Estimasi Citra dan Lapangan: a. gobah Karang Lebar dan b.gobah P. Panggang



Gambar 10. Determinansi kedalaman dari citra batimetri: a. gobah Karang Lebar dan b. gobah P. Panggang

Fakta ini menunjukkan bahwa kondisi optik perairan pada saat satelit meliputi citra gobah Karang lebar dan P.Panggang tidak sama, sehingga algoritma penduga kedalaman tidak begitu saja dapat diterapkan secara simultan untuk keduanya. Bila kondisi optik perairan pada kedua gobah berbeda, maka diperlukan prosedur pengolahan citra yang terpisah untuk kedua lokasi tersebut. Perbedaan kondisi optik ini juga dapat diketahui melalui perhitungan koefisien atenuasi untuk masing-masing lokasi sehingga nantinya dapat menghasilkan citra batimetri yang lebih sesuai bagi kedua lokasi tersebut.

Kesimpulan

Hasil algoritma Jupp (1988) untuk pemetaan batimetri gobah Karang Lebar, tidak konsisten pada gobah Pulau Panggang dan memberikan nilai kedalaman yang *over estimate*. Asumsi Jupp bahwa atenuasi cahaya merupakan fungsi eksponensial kedalaman, umumnya dapat dipenuhi. Untuk kasus perairan yang memiliki banyak gobah, dimana kualitas air yang mungkin bervariasi, koefisien atenuasi dapat berbeda dari satu gobah ke gobah lainnya. Dengan demikian, estimasi kedalaman berdasarkan ZPK seharusnya dilakukan dengan cara memisahkan wilayah perairan yang berbeda

tersebut. Kasus ini menunjukkan bahwa meskipun citra satelit bersifat sinoptik, namun untuk menghasilkan citra batimetri kawasan intertidal antara dua gobah dan atau kondisi perairan berbeda, diperlukan perlakuan yang terpisah. Hasil lain dari studi ini adalah untuk kasus gobah di Karang Lebar dan Pulau Panggang, variasi kedalaman optimum yang dapat diestimasi adalah hingga kedalaman 10 meter.

Daftar Pustaka

- Benny, A.H and Dawson, G.J. 1983. Satellite Imagery as an aid to bathymetric charting in the Red Sea. *The Cartographic Journal*. 20 (1), 5-16.
- Bierwirth, P.N, T Lee and R V Burne. 1993. Shallow Sea-Floor Reflectance and Water Depth Derived by Unmixing Multispectral Imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol.59, No.3, 331-338.
- DigitalGlobe, 2008 QuickBird Imagery Products- Product Guide Group, No. 3, IOCCG, Dartmouth, Canada.
- Gianinetto, M. and G. Lechi. 2004. A DNA algorithm for the Bathymetric Mapping in the Lagoon of Venice using Quickbird Multispectral Data. Accessed at www.isprs.org/istanbul2004/comm7/papers/
- IOCCG (2000). Remote Sensing of Ocean Colour in Coastal, and Other Optically-Complex, Waters. Sathyendranath, S. (ed.), Reports of the International Ocean-Colour Coordinating
- Jerlov, N.G. 1976. *Marine Optics*. Elsevier, Amsterdam
- Jupp, D.L.B. 1988. Background and Extentions to Depth of Penetration (DOP) mapping in shallow coastal waters. Proceedings of the Symposium on Remote Sensing of the Coastal Zone, Gold Coast, Queensland, September 1988, IV.2.1 – IV.2.19.
- Kholil., M., B.M. Sukojo, Y. Wahyudi, dan A.B Cahyono. 2007. Pembuatan Peta Batimetri Menggunakan Citra Satelit Formosat 2 di Kepulauan Seribu. *Proceeding Geo-Marine Research Forum 2007*. Hal 187-201
- Lyzenga, D. R. 1981. Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Land-sat data. *Int. J. Remote Sens.* 1: 71–82.
- Lyzenga, D.R. 1978. Passive Remote Sensing Techniques for Mapping Water Depth and Bottom Features. *Applied Optics*, 17, 379-383.
- Mumby, P. and Clark, C. 2000. Radiometric Correction of satellite and airborne images. In A.J. Edwards (Ed.). *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. UNESCO, Paris.
- Mumby, P. J., C. D. Clark, E.P.Green, dan A. J. Edwards. 1998. Benefits of water column correction and contextual editing for mapping coral reefs. *Int. J. Remote Sens.* 19: 203– 210.
- Nurlidiasri, M. 2004. The application of Quickbird and Multi temporal Landsat TM data for Coral Reef Habitat Mapping. Case Study: Derawan Island, East Kalimantan, Indonesia. Thesis. ITC, Netherlands
- Philpot, W. D. 1989. Bathymetric mapping with passive multi-spectral imagery. *Appl. Opt.* 28: 1569–1578.
- Selamat, M.B dan B. Nababan. 2009. Bathymetric Mapping Using SPOT Satellite of Pandangan Island

- Waters in The Makassar Strait. Jurnal Kelautan Nasional. Jan 2009. vol.2
- Smith, FGF dan A. Shapiro, 2005. Semi Automated Bathymetric Mapping Procedure for Landsat TM. ASPRS Annual Conference, Baltimore Maryland
- Stumpf, R.P., K. Holderied dan M., Sinclair. 2003. Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types. Limnol. Oceanogr., 48(1, part 2): 547–556.
- Stump, R.P and Kristine, H. 2003. Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types. Limnol Oceanogr, 48(1), 547-556.