

Model Elevasi Digital Untuk Mendeteksi Kerusakan Terumbu Karang Di Taman Wisata Alam Laut Kapoposang, Sulawesi Selatan

Digital Elevation Model for Coral Reef Damage Detection in Taman Wisata Alam Laut Kapoposang (TWAL Kapoposang), South Sulawesi

Ahmad Faizal¹⁾ dan Jamaluddin Jompa¹⁾

¹⁾ Jurusan Ilmu Kelautan, FIKP-UNHAS

e-mail: akh_faizal@unhas.ac.id

Abstract

Coral reefs in the last few decades has decreased the quality dramatically. One of the affected locations were Underwater Ecotourism Area of Kapoposang, Pangkep Regency. Various rehabilitation efforts have been done, but not yet effective. One of the reason is the lack of information on the coral distribution based on water depth. The purpose of this research is to create a digital model of distribution of coral reefs based on water depth. The model can then be implemented in the coral rehabilitation project in order to increase the efficiency of the project. The study used Satellite Imagery SPOT 5 with 10 metres resolution along with water depth data. It was found 5 substrat coverage, namely life coral, rubble, death coral, seagrass, and sand. Result of this study also showed that coral reefs in Underwater Ecotourism Area of Kapoposang has been decreased in quantity and quality which only has 25- 40% coverage of life coral. Most of the damaged found in the shallow water (0 – 10 metres) of that area.

Keywords: TWAL Kapoposang, coral reef, batimetry, SPOT 5 Image

Abstrak

Terumbu karang pada beberapa dekade terakhir mengalami penurunan kualitas secara drastis. Salah satu lokasi yang terkena dampak kerusakan adalah Kawasan Taman Wisata Alam Laut Kapoposang (TWAL Kapoposang), Kabupaten Pangkep. Berbagai upaya rehabilitasi telah dilakukan, namun belum efektif. Salah satu penyebabnya adalah kurang informasi kondisi sebaran karang berdasarkan kedalaman perairan. Tujuan penelitian ini adalah membuat model digital sebaran kondisi terumbu karang berdasarkan kedalaman, dan diharapkan dengan model tersebut rehabilitasi dapat dilaksanakan dengan efisien. Penelitian ini memanfaatkan Citra Satelit SPOT 5 resolusi 10 meter dan data kedalaman perairan. Citra SPOT 5 dengan resolusi 10x 10 m² untuk wilayah TWAL Kapoposang dapat digunakan untuk mengelaskan obyek dasar menjadi 5 penutup dasar masing-masing karang hidup, pecahan karang, karang mati, lamun, dan pasir. Berdasarkan analisis data satelit, kondisi terumbu karang di TWAL Kapoposang telah mengalami kerusakan berat dengan persen penutupan hanya sebesar 25–40% dimana tingkat kerusakan terumbu karang sebagai besar berada di kedalaman 0-10 meter. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi kedalaman dan tingkat kerusakan terumbu karang secara spasial sehingga dapat lebih mudah dilakukan pelaksanaan konservasi di kemudian hari.

Kata kunci: TWAL Kapoposang, terumbu karang, kedalaman, citra SPOT 5

Pendahuluan

Kerusakan terumbu karang dalam beberapa waktu terakhir semakin

menunjukkan persentase yang semakin besar, fakta menunjukkan bahwa status terumbu karang di Indonesia yang berada dalam kondisi bagus hanya berkisar 21,03 –

24,10 persen. Umumnya kondisi terumbu karang yang bagus tersebut berada di wilayah Indonesia Tengah dan Indonesia Timur, dengan persentase sangat bagus 5,83 %; bagus 25,66 %; sedang 36,59 % dan rusak 31,92 % (Coremap, 2007). Selanjutnya di jelaskan bahwa khusus di Indonesia Tengah persentase tutupan karang dengan persentase sangat bagus 6,10 %; bagus 31,92 %; sedang 45,07 % dan rusak 16,90 %.

Salah satu lokasi yang mempunyai luasan ekosistem terumbu karang yang paling besar di Indonesia Tengah adalah Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep) dengan gugus kepulauan yang berjumlah 118 buah pulau (DKP Sulsel, 2008) dan selanjutnya di katakan bahwa khusus Kepulauan Spermonde ditemukan terumbu karang dengan kondisi sangat bagus 2%; kondisi bagus 19,24%; kondisi sedang 63,38% dan kondisi rusak 15,38 %.

Sementara kondisi oseanografi pada umumnya mendukung keberlangsungan hidup terumbu karang Suhu permukaannya hangat berkisar antara 26 – 32 °C, salinitas berkisar antara 32 – 36‰. pH perairan berkisar antara 8,0 – 8,6. pH, rata-rata kandungan total padatan tersuspensi 395,2 ± 32 ppm, rata-rata kecerahan 100%, Arus permukaan dengan kecepatan rata-rata 0,18 ± 0,03 m/det dan Kadar oksigen terlarut berkisar antara 2,96 – 7,21 ppm. (DKP , 2008)

Kerusakan terumbu karang di Kepulauan Spermonde umumnya disebabkan oleh penangkapan tidak ramah lingkungan, aktivitas alami dan jangkar kapal (DKP 2006) . Kondisi kerusakan demikian juga terjadi di TWAL Kapoposang, pada lokasi ini terdapat hamparan ekosisten terumbu karang yang kalau dilihat dari sudut estetika sangat menarik dengan keanekaragaman jenis karang yang sangat tinggi, namun kondisinya menurun yang disebabkan oleh aktivitas penangkapan dan pemangsa alami (Bappeda, 2006).

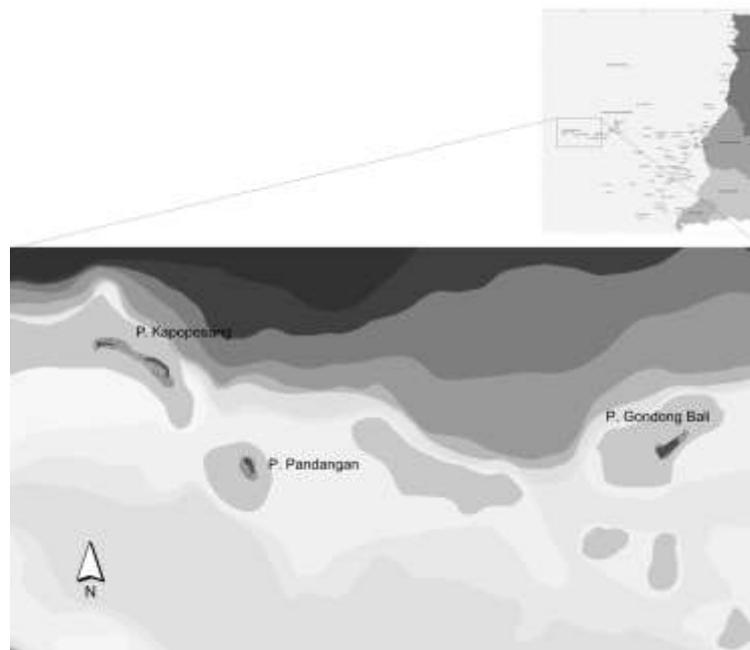
Telah banyak program pemerintah yang diluncurkan untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satunya adalah program rehabilitasi ekosistem terumbu karang dan *public awareness* (DKP, 2006). Namun kenyataannya program tersebut belum memberikan hasil yang signifikan. Salah satu penyebabnya adalah minimnya informasi spasial baik dari segi lokasi maupun kedalaman perairan dengan tingkat kerusakan terumbu karang Sehingga paket rehabilitasi tidak maksimal. Untuk itu diperlukan penelitian identifikasi kerusakan karang berdasarkan kedalaman. Salah satu metode yang dapat di gunakan adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, citra satelit SPOT 5 resolusi 10 meter dan model elevasi digital dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis.

Penelitian bertujuan memetakan secara tiga dimensi kerusakan terumbu karang dengan stratifikasi kedalaman, hingga didapatkan suatu solusi penyelamatan habitat ekosistem terumbu karang. Tersedianya informasi mengenai kondisi ekosistem terumbu karang di perairan Taman Wisata Alam Laut Kapoposang sangat di perlukan untuk menentukan pola pengelolaan, pengembangan, dan konservasi ekosistemnya.

Metode Penelitian

Lokasi Dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah Taman Wisata Alam Laut (TWAL) Kapoposang, Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1). Analisis data dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh dan SIG Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini berjalan pada bulan Mei 2009 sampai Oktober 2009.

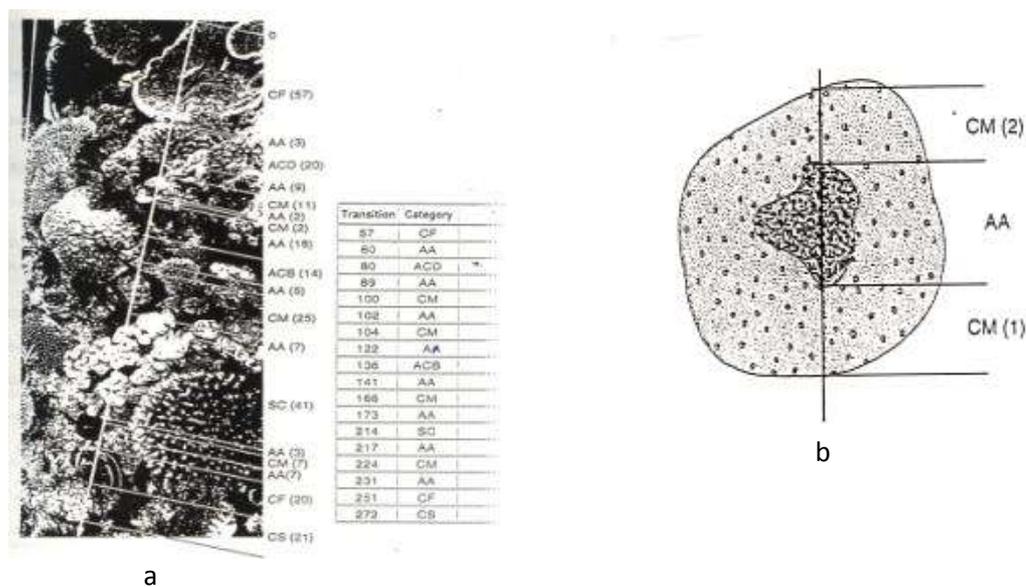


Gambar 1. Lokasi Penelitian, TWAL Kapoposang

Prosedur

Prosedur penelitian dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut: (1) pengumpulan data sekunder, baik data citra satelit, data komplementer dan literature yang relevan dengan topik penelitian; (2) Survey awal meliputi kegiatan pengenalan medan (orientasi lapang) untuk dijadikan referensi pengambilan data latih (*training sample*); (3) Analisis citra satelit, meliputi koreksi geometric, *cropping*, identifikasi obyek dasar perairan dangkal (ODPD). Koreksi geometric di laksanakan untuk memperbaiki citra yang mengalami distorsi selama proses transfer data dari satelit ke stasiun penerima di bumi ke arah gambaran yang lebih sesuai dengan keadaan aslinya (Jensen, 1996). Identifikasi ODPD di mulai dengan penyusunan algoritma RGB 321 SCC (*Specific Color Composite*) dan Lyzenga (Lyzenga, 1981, Faizal, 2006). Selanjutnya klasifikasi citra satelit yang digunakan dengan metode klasifikasi *Un-Supervised* (klasifikasi tidak beracuan) dengan membedakan kenampakan visual obyek berdasarkan perbedaan rona yang

dihasilkan dari composit citra; (4) Cek Lapangan untuk mencocokkan hasil pengamatan hasil analisis citra satelit dengan kondisi lapangan. Metode penentuan sampling berdasarkan kenampakan citra satelit dengan menggunakan metode LIT (*Line Intercep Transect*) sepanjang 50 meter (Gambar 2.a) dan khusus untuk penilaian karang yang tertutupi oleh alga AA (alga assembled) maka persentase penutupan di hitung dengan (Gambar 2.b) jika persentase tutupan alga lebih besar atau sama dengan karang maka obyek tersebut di kategorikan sebagai alga. , setiap lokasi sampling akan dicatat posisinya dengan menggunakan GPS. (English, 1997); (5) Pengukuran Kedalaman, dengan echosounder, model pengukuran yang digunakan dengan metode fix perum, sejajar dengan garis pantai, pada saat yang sama dilakukan pengukuran pasang surut; dan (6) Pengukuran Pasang Surut, Pengamatannya dilakukan dengan pembacaan secara langsung dan dicatat secara kontinyu setiap 1 jam mulai pukul 00.00 sampai pukul 23.00 selama 15 hari (piantan) pengamatan.



Gambar 2. Aplikasi metode transek garis LIT (a) contoh penerapan metode LIT (b) penilaian kondisi karang jika tertutupi alga (English, 1997)

Analisa data

Analisa data dilakukan beberapa tahap sebagai berikut ; (1) Analisis data terumbu karang, didasarkan pada prosentase tutupan karang hidup (Hard Coral (HC)) dan komponen hidup lainnya serta karang mati (English *et al.*, 1997); (2) Analisis data pasang surut, dengan menggunakan Metode Admiralty (Djaja, 1989 dalam Ongkosongo dan Suyarso 1989); (3) Analisis data kedalaman, dengan interpolasi menggunakan metode krigging (Jensen, 1996; Faizal, 2006). namun sebelumnya di koreksikan dengan data Mean Sea Level (MSL) (4) Analisis spasial untuk mengaitkan antara data kedalaman dengan ODPD dengan system referensi WGS 84. Dari data ini di dapatkan keterkaitan antara kedalaman dengan ODPD. Penilaian data ini di kelaskan antara 0-10 meter, dan 10 -20 meter.

Hasil dan Pembahasan

Kawasan Wisata Alam Laut Kapoposang, secara administrasi berada pada Desa Mattiro Matae dan Desa Mattiro Ujung, Kecamatan Liukang Tuppabiring,

Kabupaten Pangkep. Kawasan Wisata Alam Laut Kapoposang berada pada gugusan Kepulauan Spermonde bagian luar dengan posisi sebelah barat Pulau Sulawesi. Secara geografis terletak pada posisi 4°41'00" – 4°43'15" BT dan 118°55'00"– 118°58'35" LS.

Obyek Dasar Perairan Dangkal

Restorasi citra sebagai usaha perbaikan kondisi citra akibat dari kesalahan radiometric dan kesalahan geometric. Hasil koreksi (Gambar 3) didapatkan nilai pergeseran (*Root mean square*) sebesar 0.18 cm, nilai ini menurut standart pengolahan citra satelit sudah memenuhi syarat (Jensen, 1996). Sedangkan untuk memperjelas kenampakan citra ODPD di buat algoritma, dan dihasilkan informasi bahwa algoritma citra SPOT 5 dapat mengindentifikasi obyek dengan tingkat kesukaran mudah sampai sulit (Tabel 1).

Hasil klasifikasi memperlihatkan bahwa kemampuan pengenalan ODPD di Taman Wisata alam Laut Kapoposang dapat di bagi atas 6 kelas, masing-masing pasir, lamun atau alga, karang mati, pecahan

karang, karang hidup, dan perairan (Gambar 3). dan persentase tutupan ODPD seperti pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pengenalan citra satelit SPOT 5 resolusi 10 meter memberikan informasi yang lebih besar dibandingkan dengan

menggunakan citra Landsat ETM 7 + (Faizal, 2006). Selain itu persentase tutupan karang hasil oersevasi lapangan (25 – 50 %) dengan citra satelit (40 %) memiliki kemiripan.

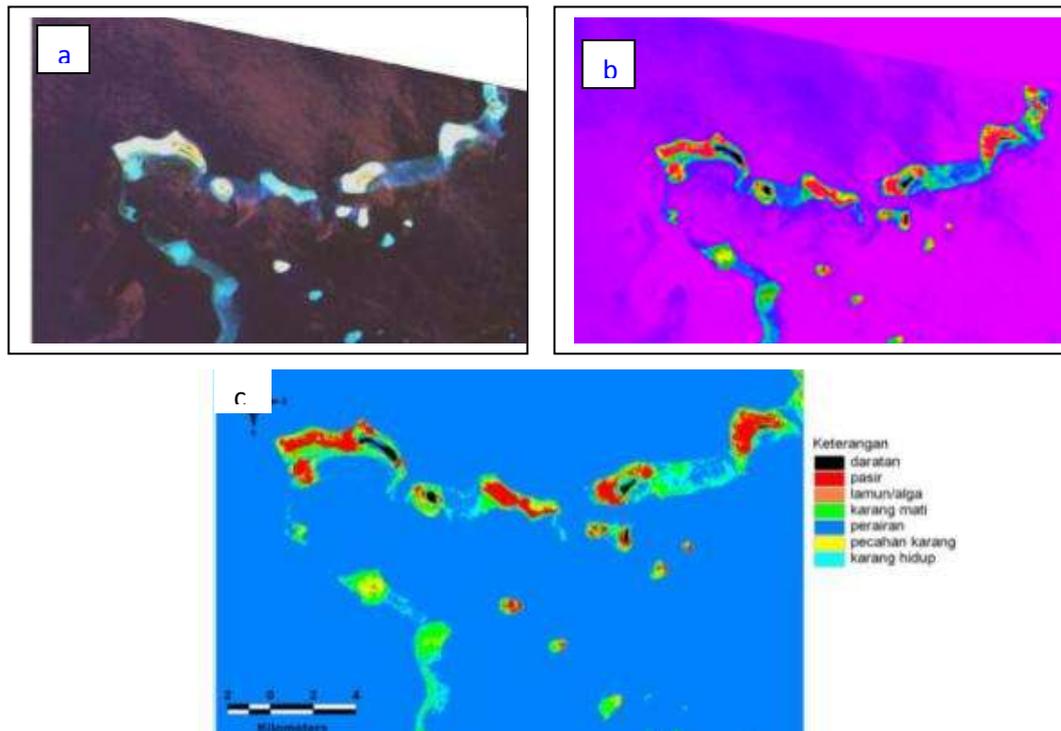
Tabel 1. Tingkat kemampuan penyadapan informasi obyek dasar perairan dangkal

Kenampakan	Tingkat Kemudahan	Kenampakan pada citra
Darat	Mudah	Rona Gelap (nilai spektral 0)
Batas darat dan laut	Mudah	Dibatasi dengan rona darat gelap dan rona laut terang
Pasir	Sedang – Sulit	Rona mirip dengan terumbu karang mati,.
Lamun	Sedang – Sulit	Rona mirip dengan terumbu karang < 50%.
Terumbu karang mati	Sedang – sulit	Rona mirip dengan pasir,
Terumbu karang persen tutupan < 50%	Sedang – sulit	Rona mirip dengan lamun.
Terumbu karang persen tutupan > 50%	Sedang	Rona cerah, berbeda dengan obyek lainnya, namun ada kesulitan dalam menentukan batas dengan persen tutupan < 50% dan lamun.

Keterangan : **Mudah** : jika obyek dapat langsung dikenali; **Sedang** : jika kenampakan obyek pada citra kurang jelas dan **Sulit** : jika kenampakan obyek pada citra, dalam pengambilan keputusan perlu didakan analisis secara deduksi.

Tabel 2 . Persentase Luasan Penutup Dasar Perairan Berdasarkan Hasil Klasifikasi Citra SPOT 5

No	Penutup Dasar	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Karang Hidup	860	40.00
2	Pecahan Karang	344	16.00
3	Karang Mati	180	8.37
4	Lamun	271	12.60
5	Pasir	495	23.02
Total		2150	100.00



Gambar 3. a). Citra SPOT 5 Hasil Koreksi Geomtrik, b). Citra hasil penerapan Algoritma, c) citra hasil klasifikasi

Kondisi Terumbu Karang di TWAL Kapoposang

Secara umum kondisi terumbu karang di TWAL Kapoposang dalam kondisi sedang dengan tingkat keanekaragaman yang sangat tinggi. Hasil survey lapangan di tiga pulau utama (Pulau Kapoposang, Pulau Pandangan dan Pulau Kondong Bali) memperlihatkan nilai kisaran kondisi terumbu karang sebesar 25 – 40 %.

Pulau Kapoposang

Kondisi terumbu karang secara umum di Pulau Kapoposang rata-rata karang hidup 29 % dan rata-rata tututan karang mati sekitar 45 %, (Gambar 4.) namun secara detail kondisi terumbu karang pada sisi timur Pulau Kapoposang berupa hamparan perairan dangkal yang tersusun atas karang mati dan pasir bercampur koloni karang hidup dari karang-karang bercabang dari jenis *Pocillopora*, *Acropora*, *Montipora* dan *Porites*. Terumbu karang di daerah ini

tergolong rusak, diduga kematian karang disebabkan karena pembiusan pada lereng terumbu atau akibat gangguan alam seperti eutrofikasi atau penyuburan perairan.

Topografi pada sisi utara dan barat terdiri dari *reef flat* (rata-rata terumbu) dan *reef edge* (batas atas tubir) dan *drop off* (tebing terumbu). Secara ekologi, kondisi terumbu karang di daerah reef flat tergolong rusak. Kerusakan terumbu karang diakibatkan oleh pemangsaan bintang bermahkota duri *Acanthaster planci*. Hal ini setara dengan hasil penelitian Spice-PPTK (2005) Secara kuantitatif, kondisi terumbu karang dari tutupan komponen habitat terumbu dapat dilihat pada Pada sisi utara Pulau Kapoposang tutupan karang yang hidup bervariasi antara 25 – 40 %, demikian halnya dengan tutupan karang mati antara 25 – 40 %. Sementara pada sisi barat tutupan karang hidup antara 10 – 70 %, sebaliknya karang mati yang tertutup algae antara 5 – 70 %.

Kondisi terumbu karang Sisi Selatan dan Barat Daya Terumbu karang bervariasi dai

kondisi yang rusak parah hingga sangat bagus dengan tutupan karang hidup antara 20 – 80 %.. Tutupan karang mati mencapai 45 % sementara hancuran karang mati maksimal 70 %.

Pulau Pandangan

Pulau Padangan merupakan pulau berpenghuni dimana terumbu karangnya bertipe *finging reef* atau terumbu karang tepi. Terumbu karang mengelilingi semua sisi pulau yang hampir sama lebarnya. Rataan terumbu berupa pasir dan hamparan pecahan karang mati yang terekspose pada saat air surut. Zona ini ditumbuhi lamun yang membentuk ekosistem padang lamun. Terumbu karang pada rataan terumbu mulai terlihat pada jarak antara 300 – 500 m dari garis pantai dengan kepadatan rata-rata tutupa karang hidup 32,67% dan rata-rata tutupan karang mati sebesar 22.42%

Rataan terumbu yang ditumbuhi koloni karang keras cukup landai sehingga pertumbuhan karang merata pada hampir semua titik. Karang berbentuk massive terutama dai famili *Poritidae*, *Faviidae* dan *Acroporidae*.

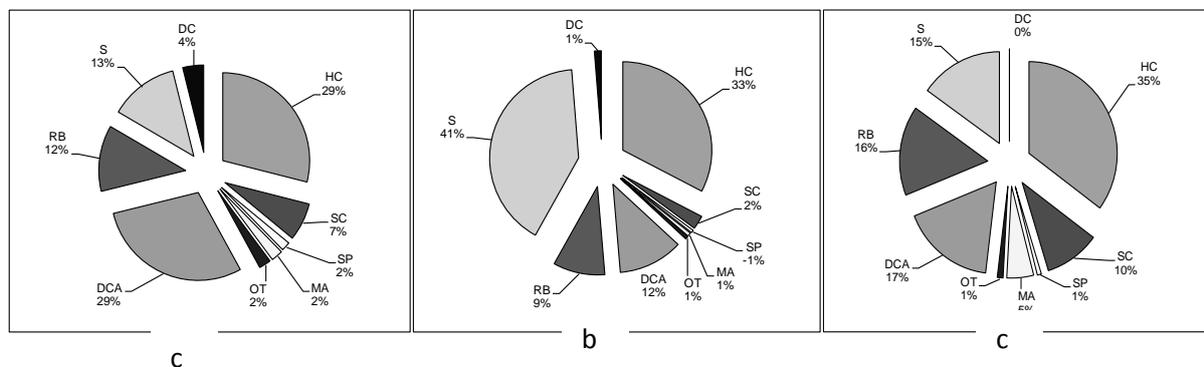
Pulau Gondong Bali

Penutupan terumbu karang hidup di pulau ini pada umumnya berada dalam kondisi sedang(kurang bagus) dengan rata-rata

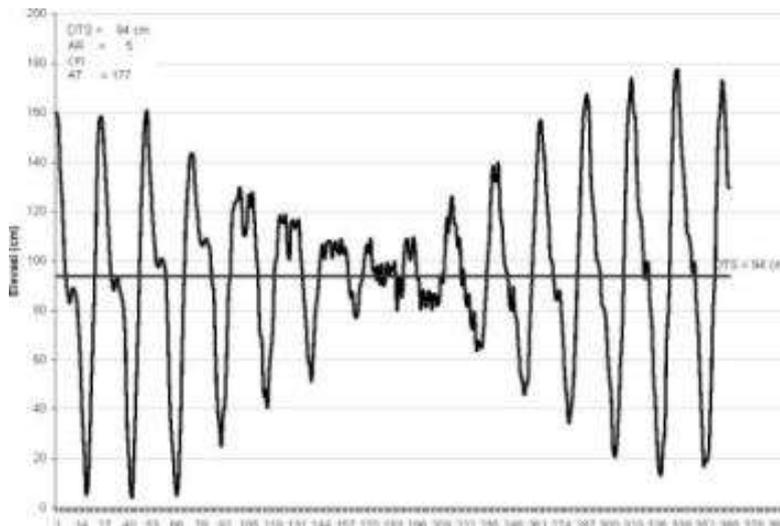
penutupan sebesar 35,58% dan penutupan karang rusak sebesar 33,06% (Gambar 4). Sisi timur pulau terdapat dermaga perahu nelayan dengan kedalaman dasar laut sekitar 3-5 m. Rataan terumbu umumnya sempit dibanding dengan sisi utara, barat dan selatannya. Demikian halnya dengan perkembangan terumbu karang tidak berkembang dengan baik karena substrat didominasi oleh rataan pasir pada kedalaman 3 - 10 m.

Pasang Surut

Hasil pengukuran di lapangan selama 15 piantan didapatkan bahwa tinggi permukaan air pada saat pasang tertinggi adalah 176 cm sedangkan pada saat surut terendah adalah 4,5 cm (Gambar 5.) dengan demikian kisaran pasang surut (*tidal range*) di TWAL Kapoposang adalah 172 cm. berdasarkan atas grafik dan hasil perhitungan pasang surut di TWAL Kapoposang tipe pasut campuran ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*). Pada tipe ini, terjadi satu kali pasang satu kali surut dalam sehari tetapi kadang-kadang pula untuk sementara dengan dua kali pasang dan dua kali surut, yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktunya (Nontji, 1993). Hasil perhitungan admiralty (Tabel.3) menjadi konstanta perhitungan Mean Sea Level (MSL), hingga didapatkan factor koreksi untuk pengukuran kedalaman sebesar 2,42 cm.



Gambar 4. Persentase penutupan karang di TWAL Kapoposang, a) Pulau Kapoposang, b) Pulau Pandangan dan c). Pulau Gondong Bali (HC : Hard Coral, SC : Soft Coral, SP : Sponge; MA : Makro Algae, OT : Others, DCA : Death Coral With Algae, RB : Rubble, S : Sand dan DC : Death Coral



Gambar 5. Grafik Pasang Surut TWAL Kapoposang

Tabel 3. Konstanta Pasang Surut di TWAL Kapoposang dengan titik pengukuran Dermaga Pulau Kapoposang

	So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	93.5	13.8	13.1	2.6	42.0	22.5	0.8	0.5	3.5	13.9
g°		265.9	13.9	-48.9	245.8	324.6	122.2	164.2	13.9	245.8

Sumber : Hasil perhitungan admiralty

Kedalaman Perairan (Batimetri)

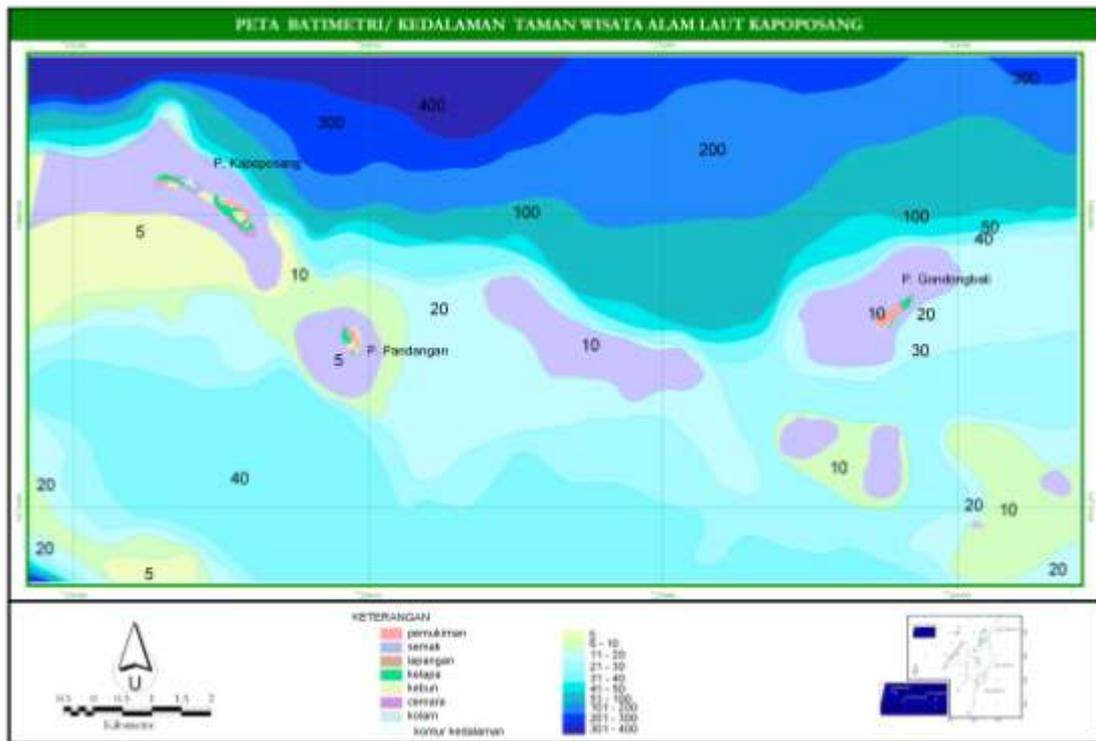
Kedalaman perairan TWAL Kapoposang pada umumnya berubah dan semakin bertambah secara teratur seiring dengan bertambahnya jarak dari garis pantai. Stratifikasi kedalaman sangat tajam, hanya sekitar 500 meter dari bibir laut sudah didapatkan kedalaman 100 meter, kecuali di Pulau Pandangan pada jarak 1000 meter dari pantai kedalaman masih berkisar 30 meter. Hasil peta kontur kedalaman (Gambar 6), sebagaimana pada gambar di atas dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui bentuk relief dasar laut. Dari hasil analisis, kedalaman laut memiliki bentuk relief dasar laut landai dengan kemiringan lereng dasar laut berkisar antara 60 – 80 %.

Keterkaitan antara Kedalaman dengan Kondisi Terumbu Karang

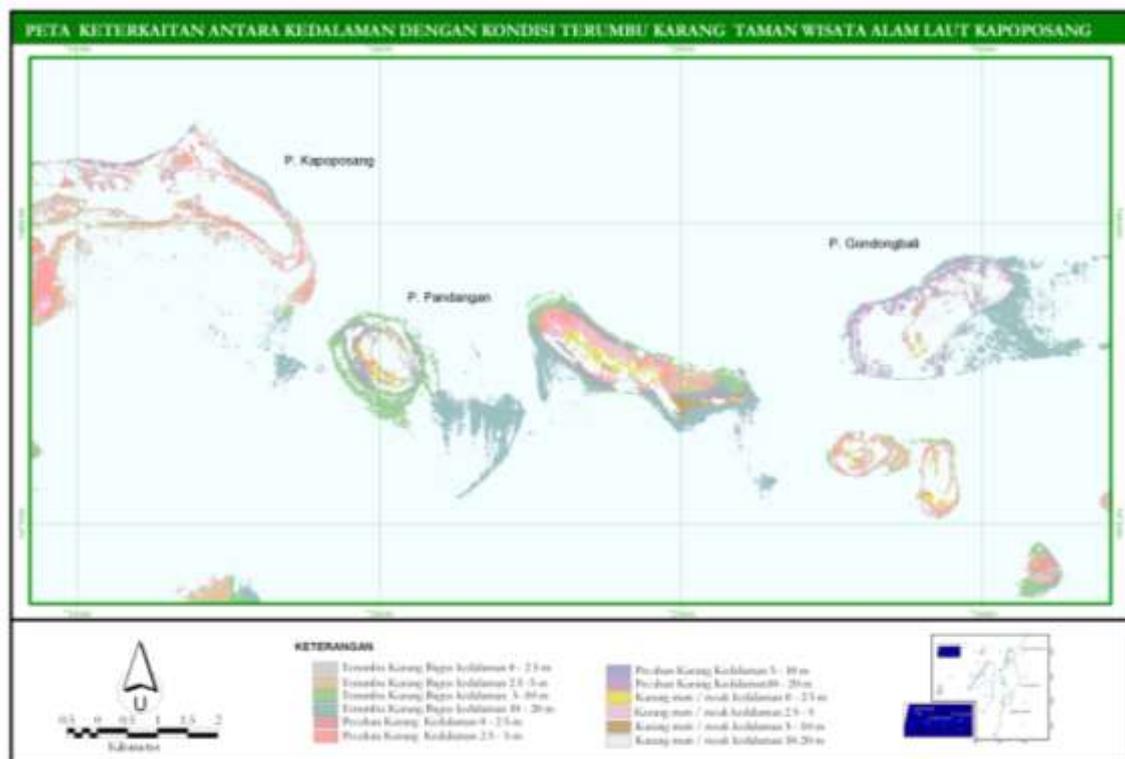
Keberadaan terumbu karang yang berada dalam kolom air, sangat berbeda kondisinya berdasarkan kedalaman perairan.

Salah satu penyebabnya adalah penetrasi sinar matahari kedalaman perairan. Semakin dalam perairan maka penetrasi cahaya akan semakin kecil akibatnya produktivitas perairan semakin kecil (Reaka-Kudla 1996).

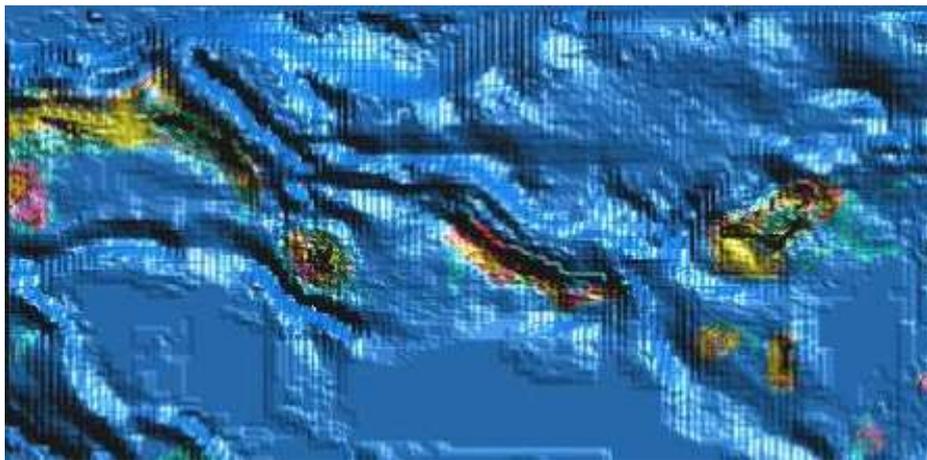
Terkait dengan rehabilitasi ekosistem yang berada dalam kolom air, kedalaman mempunyai pengaruh yang sangat besar, dalam hal keberlangsungan hidup ekosistem. Untuk itu kajian pengaruh kedalaman terhadap kondisi terumbu karang menjadi sangat penting. Dengan menggunakan analisa data Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan metode pembobotan aditif sederhana maka di buat keterkaitan antara kedalaman perairan dan kondisi terumbu karang di TWAL Kapoposang (Gambar. 7) dan Visualisasi secara tiga dimensi antara kondisi terumbu karang dengan kedalaman perairan pada (Gambar. 8). Gambar tersebut memperlihatkan bahwa klasifikasi kondisi terumbu karang dengan stratifikasi kedalaman.



Gambar 6. Peta batimetri/ kedalaman perairan TWAL Kapoposang



Gambar 7. Peta kedalaman versus kondisi terumbu karang di TWAL Kapoposang.



Gambar 8. Model tiga dimensi kedalaman versus kondisi terumbu karang di TWAL Kapoposang.

Jumlah stratifikasi kedalaman sebanyak empat dan jenis kondisi ada tiga. Prosentase keterkaitan antara kondisi karang dengan kedalaman di perlihatkan pada (Tabel 4). Berdasarkan tabel 4. Tingkat kerusakan karang terbesar berada pada kedalaman 0 -2,5 meter, untuk pecahan karang terbayak di temukan pada kedalaman 2,5 – 5 meter, sedangkan terumbu karang hidup persentase terbesar berada pada kedalaman 10 -20 meter. Hal ini beralasan karena rata-rata aktifitas di perairan berada perairan dangkal. Analisis data pada penelitian ini di batasi pada kedalaman maksimal 20 meter dengan asumsi bahwa:

1. Kemampuan penyadapan citra satelit untuk obyek yang berada di bawah permukaan air, rata-rata maksimal 20 meter
2. Penetrasi cahaya pada perairan yang jernih optimal pada kedalaman 20 meter
3. Kemungkinan untuk pelaksanaan rehabilitasi hanya bisa dilakukan pada kedalaman 2.5 – 20 meter, baik dalam segi teknis maupun keberlangsungan.

Rekomendasi Rehabilitasi Terumbu Karang

Rehabilitasi terumbu karang adalah suatu aktivitas perbaikan kondisi terumbu

karang di dalam ekosistemnya. Rehabilitasi lebih dititik beratkan pada perbaikan persen tutupan terumbu karang. Selama ini rehabilitasi telah di laksanakan pada beberapa lokasi dengan sistem tranplantasi dengan menggunakan meja transplantasi pada lokasi yang dianggap kurang mempunyai persen tutupan yang bagus dan sekaligus untuk kepentingan bisnis (karang hias). Tingkat keberhasilan transplantasi yang ada belum maksimal (DPK, 2007)

Berdasarkan klasifikasi pada Tabel 4 di identifikasi bahwa ada kemungkinan melaksanakan rehabilitasi pada dua jenis kondisi karang yaitu pada karang mati dan pecahan karang. Muscatine, (1980; 1990) mengatakan bahwa perbedaan kedalaman perairan akan mempengaruhi perbedaan perlakuan dalam rehabilitasi karena di sebabkan oleh besarnya energi yang masuk keperairan dan besarnya tekanan dalam perairan. Berdasarkan atas hal tersebut maka di rekomendasikan beberapa model rehabilitasi (Tabel. 5).

Kesimpulan

Citra SPOT 5 dengan resolusi 10x 10 m² untuk wilayah TWAL Kapoposang dapat digunakan untuk mengelaskan obyek dasar menjadi 5 penutup dasar masing-masing karang hidup, pecahan karang, karang mati,

Tabel 4. Luas terumbu karang berdasarkan kondisi dan kedalaman perairan

No ID	Kelas Rahabilitasi	luas (ha)
101	Terumbu karang rusak kedalaman 0 - 2.5 m	53.15
102	Terumbu karang rusak kedalaman 2.5 - 5 m	79.17
103	Terumbu karang rusak kedalaman 5 - 10 m	47.81
104	Terumbu karang rusak kedalaman 10-20 m	24.30
201	Pecahan karang kedalaman 0 - 2.5 m	66.87
202	Pecahan karang kedalaman 2.5 - 5 m	168.16
203	Pecahan karang kedalaman 5- 10 m	104.53
204	Pecahan karang kedalaman 10 - 20 m	66.99
301	Terumbu karang bagus kedalaman 0 - 2.5	46.13
302	Terumbu karang bagus kedalaman 2.5 -5 m	254.05
303	Terumbu karang bagus kedalaman 5 -10 m	199.33
304	Terumbu karang bagus kedalaman 10 - 20 m	364.70

Tabel 5. Rekomendasi rehabilitasi pada TWAL Kapoposang

Kelas Rehabilitasi	Rekomendasi
Terumbu karang rusak kedalaman 0 - 10 m	Tranplantasi dengan menggunakan meja transplantasi
Terumbu karang rusak kedalaman 10 - 20 m	Rehabilitasi dengan menggunakan fragmen/ substrat yang berat
Pecahan karang kedalaman 0 – 10 m	Transplantasi langsung dengan menggunakan pecahan karang yang telah ada sesuai dengan jenis karang yang ada, umumnya menggunakan karang bercabang
Pecahan karang kedalaman 10 -20 m	Transplantasi dengan pecahan karang yang telah ada dan karang dengan ukuran dan koloni besar, bukan karang bercabang

lamun, dan pasir. Berdasarkan analisis data satelit, kondisi terumbu karang di TWAL Kapoposang telah mengalami kerusakan berat dengan persen penutupan hanya sebesar 25–40% dimana tingkat kerusakan terumbu karang sebagai besar berada di kedalaman 0-10 meter. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi kedalaman dan tingkat kerusakan terumbu karang secara spasial sehingga dapat lebih mudah dilakukan pelaksanaan konservasi di kemudian hari.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terlaksana atas pendanaan Penelitian Fundamental, DIP

Universitas Hasanuddin tahun anggaran 2009. Ucapkan terima kasih juga kami ucapkan pada saudara Rustam, Wawan Mangille dan Andi Arham sebagai patner penelitian di lapangan dan laboratorium

Daftar Pustaka

- Bappeda. 2006. Survey Detil Kawasan terpilih. Taman Wisata Alam Laut Nasional, Laporan Penelitian. Provinsi Sulawesi Selatan.
- Coremap. 2007. Pedoman Umum Pengelolaan Terumbu Karang, Berbasis Masyarakat. NCU Coremap II. Jakarta.

- DKP., 2007. Rencana Strategis Pengelolaan Terumbu Karang Sulawesi Selatan. RCU-Coremap II. Sulsel. Makassar
- DKP, 2008. Laporan Akhir Monitoring dan Penilaian Kondisi Terumbu Karang Sulawesi Selatan. RCU-Coremap II. Sulsel. Makassar
- English, S., C. Wilkinson, dan V. Baker. 1997. Survey Manual for Tropical Marine Resource. ASEAN-Australia Marine Sceince Project: Living Coastal Resources.
- Faizal, A. 2001. Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Pementaan Ruang Ekosistem Terumbu Karang, Kepulauan Tanakeke, Provinsi Sulawesi Selatan. Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Faizal, A. 2006. Model Elevansi Digital Perairan Dangkal untuk Pemetaan Tiga Dimensi Habitat Ekosistem Lamun di Tanjung Bira, Sulawesi Selatan. Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian, Unibersitas Hasanuddin. Makassar.
- Jensen, J.R. 1996. Introductory Digital Image Processing A Romete Sensing Prespective. Second Edition., Prentice Hall, New Jersey.
- Lyzenga, D.R. 1981. Romete Sensing of Bottom Reflectance and Water Attenuation Parameters in Shallow Water Using Aircraft and Landsar Data. *International Journal Remote sensing*. Volume 2 No. 1 71-72.
- Muscatine, L. 1980. Productivity of Zooxanthellae. Di dalam: Falkowski PG (ed). *Primary Productivity in the Sea*. New York: Plenum Publishing Corp. hlm 381-402.
- Muscatine, L. 1990. The role of symbiotic algae in carbon and energy flux in reef corals. Di dalam: Dubinsky Z (ed). *Coral Reefs: Ecosystems of the World* 25. Amsterdam: Elsevier. hlm 75-87
- Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarsono. 1989. Pasang Surut. LIPI, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi, Jakarta.
- Reaka-Kudla, M. L. 1996. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rainforest. Di dalam: Reaka-Kudla ML, Wilson DE, Wilson EO. (ed). *Biodiversity II: Understanding and protecting our natural resources*. Washington DC: National Academy Press. hlm 83-108.