
PEMETAAN KONDISI KARANG TEPI (*FRINGING REEF*) DAN KUALITAS AIR PANTAI ANGSANA KALIMANTAN SELATAN

Yunandar

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jend. A. Yani Km. 36.5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan
E-mail: nandarco@yahoo.com

Abstract

This research aimed to: (a) identified and delieniated coverage coral reef area on coastal Angsana based on value spectral; (b) coral reef area's calculated; (c) coral reef area's mapping conditions and (d) Estimated of water quality on coastal study area based on field algorithm model. Methods employed in this research was combined field survey, remote sensing and water quality. The result obtained Aster band 321 discovered three of class habitat coral with coverage life coral in middle, sands and rubble mixed on fringing reef and seagrass not found. Life coral discovered on station 1 (6 hectar) and Aster (5 hectar), based on component of population most coral dead dominated on station 1 (3,5 hectar) and (2,5 hectar), minority of larges on station 5 (1,5 hectar survey; 0,5 hectar Aster). Coral with fair conditions on station 2,3,5 with percent coverage 43,59%; 26,45%; 25,2%, poor on station 4 (22,06%) and 6 (12,0%), the best category on station 1 (69,6%). Statistic model discovered for salinity ($^{\circ}/_{00}$) = 18,780 - 560,659 (B6 (B4+B5)).

Key words : mapping, coral reefs, water algorithm, water quality

1. Pendahuluan

Terumbu karang adalah endapan-endapan masif penting kalsium karbonat yang terutama dihasilkan oleh karang *Scleractinia* dengan sedikit tambahan alga berkapur dan organisme-organisme lain yang mengeluarkan CaCO_3 (Nybakken, 1992).

Ekosistem terumbu karang mempunyai produktivitas organik primer yang sangat tinggi 11.680 gC/m²/tahun (Supriharyono, 2007) dibanding mangrove 2.700 gC/m²/tahun dan lamun 900 – 4.650 gC/m²/tahun (Bengen, 2001) demikian pula keanekaragaman hayatinya. Ekosistem terumbu karang di zona litoral perairan laut Angsana memiliki keunikan karakter karena dapat bertahan terhadap kondisi yang tidak menguntungkan akibat tekanan lingkungan. Kondisi ini bertentangan dengan teori pertumbuhan dan perkembangan karang (Suharsono, 1996) sebagai prasyarat untuk kehidupan karang.

Ancaman jalur transportasi kapal tongkang batubara di sekitar ekosistem terumbu karang Angsana saat ini berpotensi merusak ekosistem karang baik dari *lychite* (air yang keluar dari timbunan batubara) karena pembasahan dari penyiraman atau hujan saat dilakukan pengapalan sehingga memiliki

peluang atau resiko yang dapat menjadikan perairan laut Angsana bersuasana asam, perubahan suhu permukaan laut dan turbiditas. Terlebih lagi adanya perizinan usaha pembangunan pelabuhan khusus batubara di desa sekitarnya dan cara-cara penangkapan yang bersifat *destructive fishing* oleh nelayan luar menambah rentannya ekosistem ini dari kerusakan dan kepunahan.

Potensi terumbu karang Angsana sampai saat ini belum teridentifikasi baik kondisi dan luasan dengan pasti, namun berdasarkan survei pendahuluan ditemukan 6 titik lokasi karang tipikal karang tepi (*fringing reef*), posisinya telah terekam dengan *Global Positioning System* dan citra *landsat* ETM 7+.

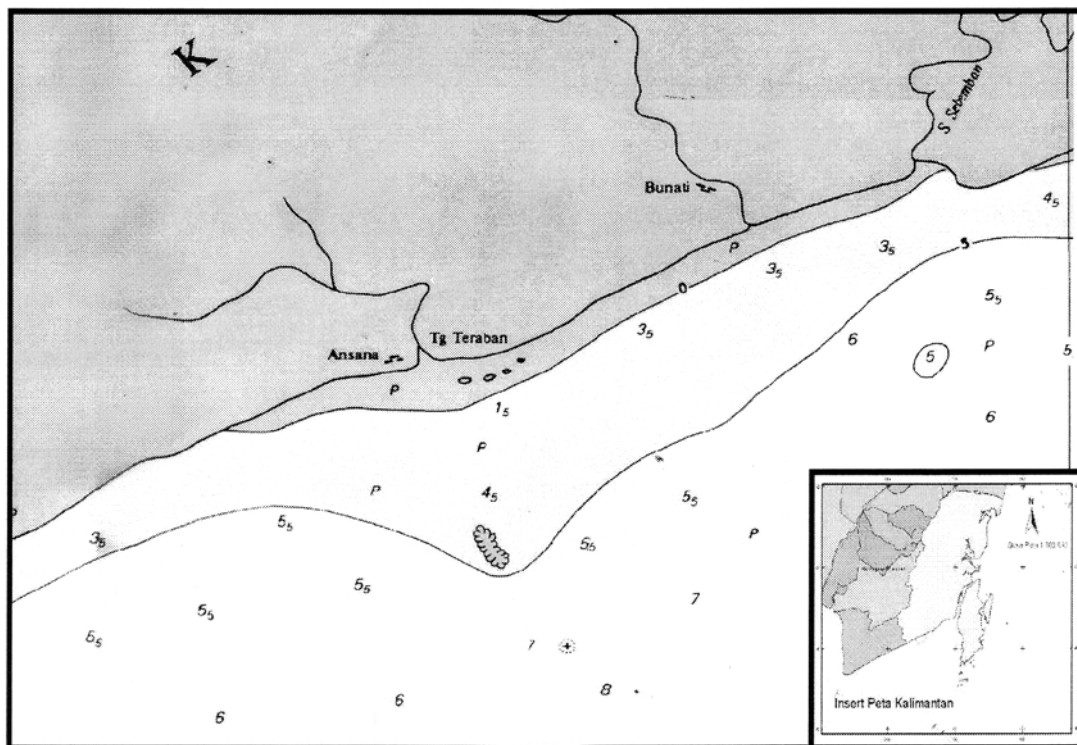
Itulah sebabnya penelitian ini dilakukan untuk memetakan, mendata luasan dan kondisi karang serta nilai kualitas air karena hal ini dapat dijadikan sebagai data dasar dalam pengelolaan ekosistem karang dan lingkungan perairannya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini memadukan antara analisis citra satelit *Aster* band komposit berdasarkan nilai spektral

dan pengukuran *insitu* parameter salinitas, suhu dan *turbidity* menggunakan metode survei dengan *acquisition date* citra 6 Agustus 2009 liputan awan 10%. Lokasi penelitian berada di perairan Angsana dan sekitarnya antara 03°43.00' - 03°47.00'LS dan 115°42.00' - 115°48.00'BT merupakan kawasan *shallow water habitat* yang berupa ekosistem terumbu karang dan ikutannya (Gambar 1). Pengambilan data dilakukan antara tanggal 19 - 22 Agustus 2009 secara *purposive random sampling* dengan lokasi sampel (*training area*) sebanyak 6 stasiun yang mewakili badan air dan terumbu karang berdasarkan identifikasi objek oleh citra *Aster*. Validasi lapangan untuk komunitas *benthic* dalam lokasi plot-plot sampel dihitung berdasarkan bentuk pertumbuhan (*lifeform*) (English *et al.* 1994). Pengamatan dan pengukuran *coverage* dasar perairan laut dangkal (termasuk di dalamnya terumbu karang) dilakukan pada lokasi sampel yang berupa garis transek dengan persamaan perhitungan (%).

Citra *Aster* memiliki 3 tipikal sensor radiometrik yang menghasilkan 14 band/saluran *spektral* (*Visible and Near-Infrared Radiometer* (VNIR), *Short Wavelength Infrared Radiometer* (SWIR) dan *Thermal Infrared Radiometer* (TIR) untuk identifikasi objek di permukaan bumi. Pemilihan *Aster* untuk kajian ekosistem terumbu karang belum banyak dilakukan karena tidak memiliki saluran biru yang umumnya digunakan dalam pemetaan terumbu karang dan perairan. *Aster* memiliki keunggulan dalam *Infrared radiometer* dan panjang gelombang dengan kisaran tersempit sehingga memiliki kemampuan dalam membedakan obyek. Penelitian ini tidak memanfaatkan semua saluran sensor tetapi disesuaikan dengan keperluan penelitian. Saluran yang digunakan pada penelitian ini adalah semua saluran pada VNIR (0.52-0.60 micrometer (μm)/band 1; 0.63-0.69 μm /band 2; 0.76-0.86 (μm)/band 3 dan satu saluran pada SWIR 1.60-2.43 (μm)/band 4,5 dan 6).



Gambar 1. Peta Lokasi Studi

Analisis data untuk perhitungan luasan terumbu karang dengan klasifikasi *unsupervised* yang dilakukan oleh komputer secara sendiri kemudian mengkategorikan semua *pixel* menjadi kelas-kelas dengan menampilkan karakteristik *spectral* (spektrum/hamburan warna dari objek di bumi yang dipantulkan diterima sensor citra dan di interpretasi) yang sama. Kemudian menghitung secara statistik untuk membagi *dataset* menjadi kelas karang mati, hidup dan ekosistem ikutan lainnya. Hasil klasifikasi dan perhitungan luasan terumbu karang di bandingkan dengan data hasil pengukuran manual secara keseluruhan luasan karang menggunakan *rollmeter* di stasiun sehingga masing-masing mempresentasikan total luasan karang, sebaran karang hidup, mati serta pasir.

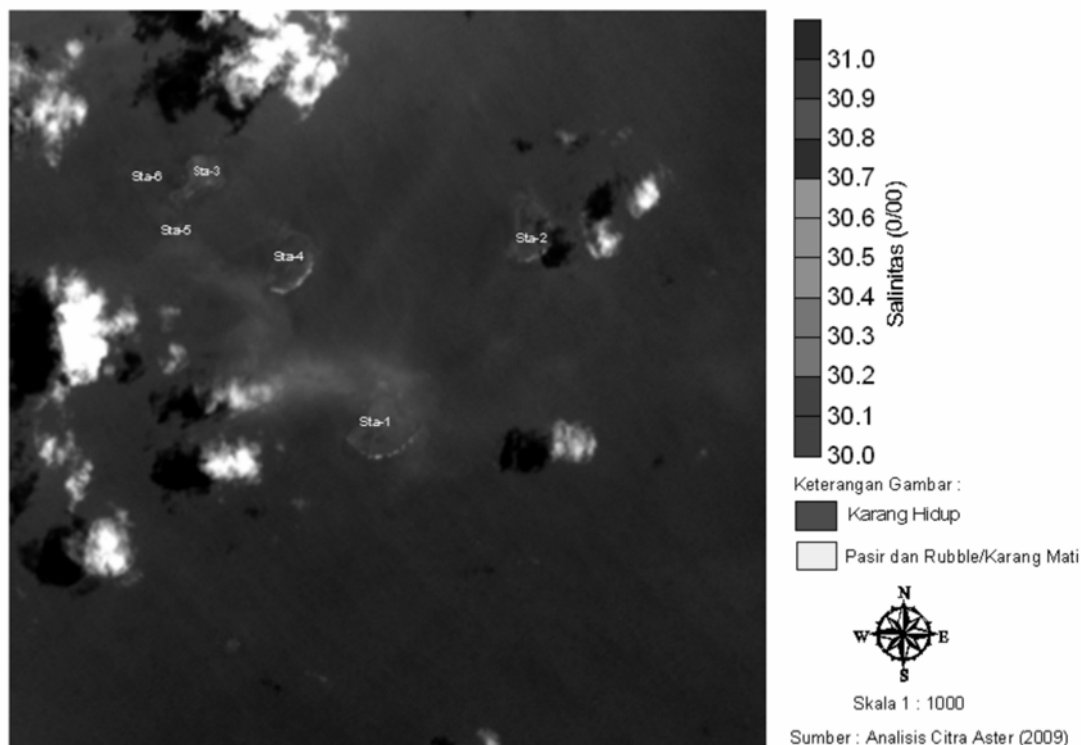
Penilaian status/kondisi terumbu karang dilakukan berdasarkan data persentase penutupan karang hidup dengan mengacu ketentuan (Chou,1998) dengan klasifikasi kondisi berikut:

- Sangat baik (*excellent*) >75 %;
- Baik (*good*) <75% - >50%;
- Sedang (*fair*) <50 - >25%; dan
- Buruk (*poor*) <25%.

Model persamaan statistik yang didapatkan untuk mencari hubungan dari nilai *digital number* (nilai *pixel=picture elemen* dalam citra dari 0-255) dari data penginderaan jauh terhadap nilai kualitas air di tiap stasiun pengamatan yang bisa dikembangkan sebagai model untuk pemetaan kondisi parameter kualitas air di perairan Angsana.

3. Hasil dan Pembahasan

Identifikasi obyek di lokasi penelitian dapat dibedakan dengan mengkombinasikan saluran 321 sehingga diperoleh tiga kelas habitat. Struktur tutupan (*coverage*) berupa *spot-spot* karang dengan habitat karang hidup berada di bagian tengah di ikuti ekosistem pasir berada di bagian tepi yang bercampur dengan karang mati/*rubble* sedangkan ekosistem lamun tidak ditemukan (Gambar 2). *Coverage* karang hidup di semua stasiun pengamatan masih lebih dominan ditemukan dibandingkan ke-2 ekosistem lainnya, kemampuan toleransi karang terhadap kondisi variasi lingkungan dari parameter kualitas air salinitas, suhu dan arus akibat pengaruh sungai sekitar.

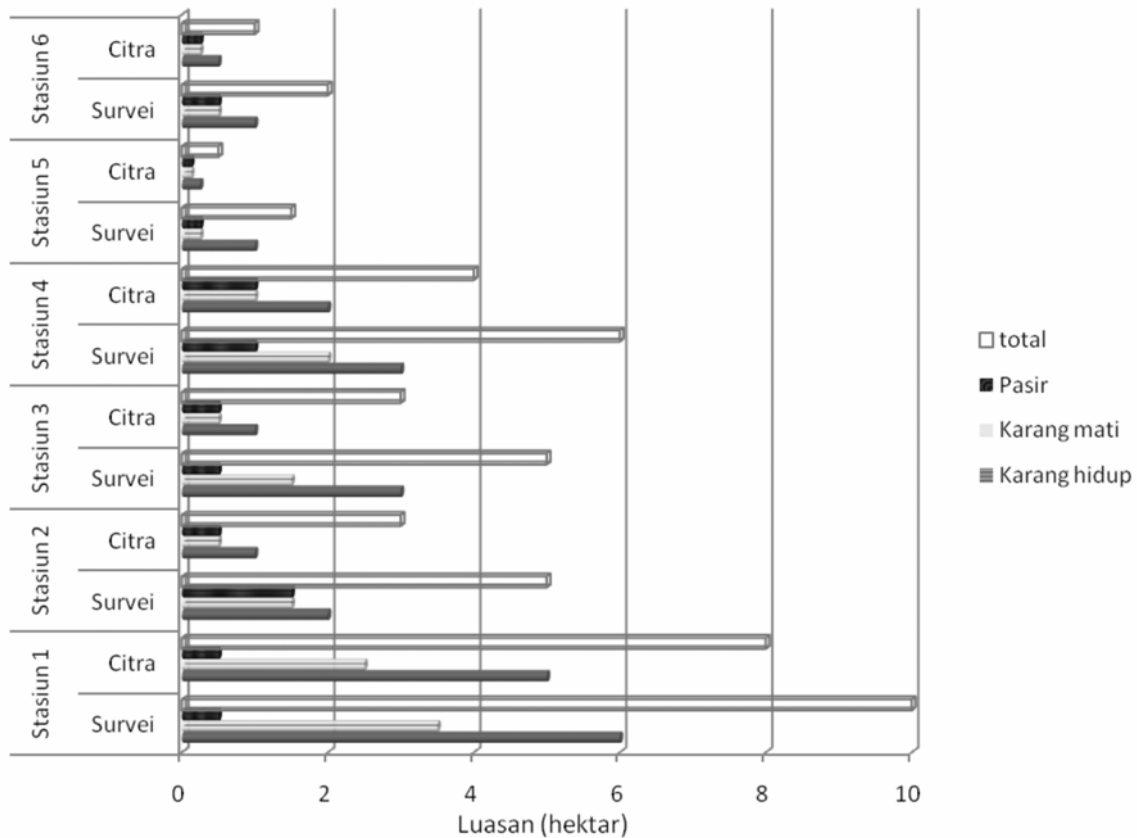


Gambar 2. Pemetaan Ekosistem Terumbu Karang Angsana dan Nilai Salinitas

Deliniasi wilayah studi dengan data citra Aster didasarkan pada kenampakan atau karakteristik berupa habitat perairan laut dangkal yang berada di zona litoral/zona fotik dengan menggunakan saluran 2 dengan panjang gelombang (λ) 0,63 - 0,69 μm dan saluran 1 (λ) 0,52 - 0,60 μm tidak menimbulkan pencirikan khusus dibandingkan saluran 3 (λ) 0,76 - 0,89 μm memiliki penetrasi yang tinggi pada badan air, penggunaan saluran yang sama juga digunakan pada citra landsat TM (Khan et al, 1992) dan Quickbird (Rahadiati dan Hartini, 2007).

Data hasil survei lapangan untuk komponen karang hidup terbesar ditemui di stasiun 1 (6 hektar)

dan data citra Aster (5 hektar), berdasarkan komponen populasi karang mati terbanyak juga ditemukan di stasiun 1 (3,5 hektar) dan (2,5 hektar) dan luasan keseluruhan terkecil berada di stasiun 5 (1,5 hektar survei; 0,5 hektar citra) (Gambar 3). Perbedaan antara pengamatan lapangan dan data citra Aster ± 1 hektar merupakan implikasi terhadap penggunaan citra dengan kategori saluran tampak (visible) untuk pemetaan di kolom air dengan resolusi 15 x 15 meter, sedangkan kondisi yang sama ditemukan pada citra resolusi tinggi dengan perbedaan 73,34 hektar dari 123,3 citra dan 196,64 survei (Rahadiati dan Hartini, 2007).



Gambar 3. Iktisar perbandingan luasan (hektar) antara data survei dan citra antar stasiun

Status terumbu karang di stasiun 2, 3, dan 5 dalam kategori sedang dengan nilai *percent coverage* 43,59%; 26,45%; dan 25,2%, kategori rusak di stasiun 4 (22,06%) serta 6 (12,0%), dan hanya stasiun 1 (69,6%) dalam kondisi baik (Tabel 1). Kondisi kesehatan karang yang kurang baik ini sejalan dengan rendahnya genus karang batu yang berhasil diidentifikasi sepanjang transek stasiun. Jumlah genus menurut stasiun berkisar antara 4 - 8 atau secara keseluruhan ditemukan 11 genus. Luasnya tutupan karang batu dan jenis-jenis fauna bentuk lainnya yang tumbuh pada substrat karang yang tersedia serta banyaknya jenis yang hadir dari *Acropora* umumnya diterima sebagai petunjuk yang berarti bagi kondisi karang. Secara umum tingginya tutupan karang batu dan keragaman jenis merupakan petunjuk dari karang yang sehat. Kedua indikator ini

sering digunakan dalam keperluan pemantauan berkala kondisi terumbu karang (Gomez and Yap, 1984). Persentasi karang keras yang sudah cukup lama mati dan diselimuti alga (*Dead Coral with Algae - DCA*) cukup tinggi dijumpai pada semua stasiun. Faktor penyebab matinya karang batu ini dan kemudian terbentuk *DCA* akibat tingginya sedimentasi, dampak akumulatif aktivitas bongkar muat material batubara karena wilayah tersebut merupakan jalur transportasi dan telah beroperasi kembali pelabuhan khusus batubara dan penggunaan *potassium sianida*. Selama penelitian tidak teridentifikasi adanya indikasi serangan bintang laut *Acanthaster planci* dan tanda-tanda pemutihan karang (*bleaching*) akibat peningkatan suhu yang ekstrim (*La Nina*) yang menyebabkan kematian karang.

Tabel 1. Rerata persen tutupan kehidupan bentuk pada terumbu karang di wilayah studi

LIFEFORM CATEGORY	KODE	PERSENTASI TUTUPAN (<i>Percent Cover</i>)					
		Stasiun					
Stasiun		1	2	3	4	5	6
Hard Coral (<i>Acropora</i>)		38,20	13,39	17,65	14,00	12,20	6,50
Branching	ACB	2,00	0,90	2,40	4,90	2,40	1,80
Submassive	ACS	19,40	3,10				
Digitate	ACD		6,18	0,50	1,20	5,60	0,20
Tabulate	ACT	16,60	3,80	14,7	8,90	4,20	4,50
Hard Coral (<i>Non Acropora</i>)		31,40	30,20	8,80	8,06	13	5,50
Branching	CB		5,62				
Encrusting	CE			0,50	1,20	0,50	
Foliose	CF			2,00	1,50	2,00	
Massive	CM	31,40	23,68	6,30	10,10	10,50	5,50
Submassive	CS		0,90		1,70		
Miliopora	CME				2,56		
Heliopora	CHL		43,66				
Dead Sclerectinia		29,60	6,40	59,90	19,60	22,50	18,30
Dead coral	DC	29,60	6,40	59,90	19,60	22,50	18,30
Ganggang (<i>algae</i>)			2,10		44,54		
Macro	MA				10,58		
Turf	TA		2,10		33,96		
Fauna lain (<i>others fauna</i>)		1,00	3,66	9,70	0,80		
Soft corals	SC		3,66	9,70			
Others	OT	1,00			0,80		
Abiotic		4,00	8,00	4,00	3,00	6,00	4,00
Sand	S	4,00	8,00	4,00	3,00	6,00	4,00
Rubble	R		3,00				

Jenis-jenis *Macro Algae* (MA) dan *Turf Algae* (TA) dijumpai tersebar pada stasiun 2 dan 4 dengan persen tutupan tertinggi dijumpai di stasiun 4, karena keragaman ikan cukup tinggi dijumpai pada stasiun tersebut. Bentik makroalgae menjadi mata rantai pertama dalam jaring-jaring makanan (Gomez and Yap, 1984). Karang lunak (*Soft Coral - SC*) walaupun bukan penentu dalam kriteria kesehatan karang, tetapi ini semua juga terlihat mendukung keindahan terumbu karang dijumpai pada stasiun 2 dan 3. Jika fenomena di atas masih mendukung keindahan terumbu karang, sebaliknya kondisi tutupan abiotik (*sand*) yang tinggi pada suatu area terumbu karang adalah pertanda buruknya tutupan biota karang. Persentasi tutupan pasir yang tinggi menunjukkan bahwa distribusi karang tidak merata dan membentuk gundukan-gundukan yang terpisah (*patch reefs*) ditemukan di stasiun 2. Kerusakan fisik karang ditemui pada semua stasiun penelitian yang ditandai oleh tingginya persentasi tutupan serpihan karang *rubble* dan *turf alga*.

Parameter suhu, salinitas, dan kekeruhan (turbiditas) (Tabel 2) sebagai faktor pembatas

terhadap pertumbuhan dan perkembangan kehidupan karang. Nilai suhu permukaan laut antara 29.2 - 31.5 °C, idealnya adalah 25-29°C (Supriharyono, 2000), disebabkan dangkalnya perairan sehingga cahaya matahari dapat langsung diabsorpsi badan air. Parameter salinitas di lokasi penelitian 30.3 - 30.6‰ idealnya kehidupan karang memerlukan 34 - 36‰ kondisi ini dipengaruhi oleh sungai-sungai besar di sekitar lokasi yang membawa sedimen. Kekeruhan (turbiditas) merupakan bagian dari sedimen (padatan tersuspensi yang berukuran kecil) berupa *suspended solids* dan *setteable solids* dengan nilai 6 – 20 ntu, peningkatan kekeruhan secara terus menerus dapat menimbulkan meningkatnya makroalga yang umumnya menutupi karang-karang hidup akibatnya karang mengalami stress, seperti hilangnya warna, tertutup oleh *silt* atau lendir yang berlebihan sehingga keanekaragaman karang di perairan Angsana rendah. Besarnya tekanan lingkungan dari ke-3 faktor pembatas tersebut menyisakan jenis *Acropora* yang dominan dalam *percent cover* di setiap stasiun pengamatan karena memiliki kemampuan bertahan dengan perubahan yang ekstrim.

Tabel 2. Nilai Parameter Kualitas Air di Lokasi Penelitian

Parameter/ Satuan	Sta-1	Sta-2	Sta-3	Sta-4	Sta-5	Sta-6	Baku mutu untuk kehidupan karang*
Suhu (°C)	30.2	29.7	31.5	30.9	29.2	30	Suhu 25-29°C
Turbidity (ntu)	18	20	11	6	8	10	-
Salinitas‰ ₀₀	30.4	30.6	30.5	30.6	30.5	30.3	Salinitas 34 - 36‰ ₀₀

Keterangan * Dimodifikasi dari Supriharyono (2000)

Berdasarkan persamaan model statistik regresi antara nilai *digital number* dan nilai kualitas air di tiap stasiun (Tabel 3) didapatkan nilai persamaan untuk salinitas (‰₀₀) = 18,780 - 560,659 (saluran/band6 (saluran/band4+ saluran/band5)) dengan nilai p = 0,004 dan R² = 0,898. Persamaan untuk parameter suhu (°C) = - 1,738 + 0,449 (saluran/band6) dan turbidity (ntu) = -11,045 + 0,065 (1,03 x saluran/band1) - (1,65132) - (1,46 x saluran/band3) + (0,3 x saluran/

band4), nilai F hitung, jumlah kuadrat (R²) (Tabel 2). Nilai p signifikan pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 0,004 untuk salinitas, 0,761 untuk suhu dan 0,767 untuk turbidity sedangkan nilai koefisien determinasi (R) menunjukkan bahwa koefisien determinasi tinggi untuk model kegarahan. Nilai yang diperoleh dari pemakaian model matematis ini di dapatkan sebaran salinitas di perairan berkisar 30-31‰₀₀ (Gambar 2).

Tabel 3. Skor Statistik hubungan Parameter Suhu, Turbidity dan Salinitas dengan Data Multispektral

Kualitas Air Parameter Salinitas (‰)	R ² Parameter Salinitas	R Parameter Salinitas	Sig.	df	Unstandarized Coefficients
30.4					
30.6					
30.5					- 560.569
30.6	0.948	0,898	0.004	5	18.780
30.5					
30.3					
Kualitas Air Parameter Suhu (°C)	R ² Parameter Suhu	R Parameter Suhu	Sig.	df	Unstandarized Coefficients
30.2					
29.7					
31.5					- 1.738
30.9	0.161	0.026	0.761	5	0.449
29.2					
30					
Kualitas Air Parameter Turbidity (ntu)	R ² Parameter Turbidity	R Parameter Turbidity	Sig.	df	Unstandarized Coefficients
18					
20					
11					11.045
6	0.157	0.025	0.767	5	0.065
8					
10					

Parameter suhu permukaan laut dan *turbidity* tidak memiliki hubungan karena nilai koefisien determinasi (R²) yang berkisar 0.00-0.20 sehingga model statistik dengan persamaan linear sederhana pada Aster belum dapat digunakan untuk memetakan kondisi suhu permukaan laut dan *turbidity* di perairan Angsana. Kondisi ini berbeda dengan pemetaan citra Landsat MSS untuk parameter salinitas dengan persamaan umum $Y_{sal} = a - bX_1$ dan *turbidity* (ntu) $Y_{trb} = -a + bX_1 - cX_2 + dX_3 - eX_4$ (Khorram and Chesire, 1985) hampir tidak ada perbedaan, dan untuk suhu permukaan laut dengan persamaan (°C) $= 16,32301 + 0,41632$ saluran/band6 (Lemigas, 1997) terjadi perbedaan penambahan band yang spesifik dimiliki oleh tiap citra. Pantulan dasar perairan dangkal ikut berpengaruh terhadap hubungan antara parameter kualitas air yang dipilih dengan data multispetral. Konsentrasi sedimen tersuspensi dan tingginya tingkat penutupan awan memberi pengaruh terhadap pantulan radiasi matahari antara 450–900 nm, maka data dengan sudut matahari

kurang dari 40° menunjukkan koefisien korelasi yang lebih baik dengan 5 hingga 15 persen dalam persamaan model ini.

4. Simpulan dan Saran

4.1. Simpulan

- 1) Identifikasi data citra satelit Aster saluran 321 diperoleh hasil tiga kelas habitat berupa spot-spot karang dengan struktur tutupan (*coverage*) karang hidup berada di bagian tengah, pasir berada di bagian tepi dan bercampur dengan karang mati/*rubble* sedangkan ekosistem lamun tidak ditemukan.
- 2) Karang hidup terbesar ditemui di stasiun 1 (6 hektar) dan data citra Aster (5 hektar), berdasarkan komponen populasi karang mati terbanyak juga ditemukan di stasiun 1 (3,5 hektar) dan (2,5 hektar) dan luasan keseluruhan terkecil berada di stasiun 5 (1,5 hektar survei; 0,5 hektar citra).

- 3) Kondisi terumbu karang di beberapa lokasi perairan karang Angsana di stasiun 2,3,5 dalam kondisi sedang dengan nilai *percent coverage* 43,59%; 26,45%; 25,2%, rusak di stasiun 4 (22,06%) dan 6 (12,0%) dan hanya pada stasiun 1 (69,6%) dapat dikategorikan baik.
- 4) Parameter suhu permukaan laut 29,2 – 31,5 °C, salinitas 30,3 – 30,6 ‰ dan turbiditas masih kurang mendukung untuk pertumbuhan karang sehingga rendahnya keanekaragaman karang dan di dominasi jenis *Acropora*.
- 5) Model statistik perairan Angsana didapatkan nilai persamaan untuk parameter salinitas (‰) = 18,780 - 560,659(saluran/band6(saluran/band4+ saluran/band5)) menghasilkan nilai salinitas perairan 30-31‰.

4.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menganalisis pemanfaatan ruang dan zonasi di wilayah studi sebagai kawasan budidaya dan konservasi.

Ucapan Terima Kasih :

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M Dikti yang telah membiayai penelitian hibah bersaing dengan nomor kontrak 088/H8/KU/2009, tanggal 21 April 2009 dan Hamdani, S.Pi., M.Si. yang telah membantu dalam memperoleh data.

Daftar Pustaka

- Bengen, D.G. 2001. *Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir Laut*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB, Bogor.
- Chou, L.M., 1998. "Status of Southeast Asian Coral Reefs", In C. Wilkinson (ed.), 1998, *Status of Coral Reefs of the World* (p.. Sida - Australian Institute of Marine Science - ICLARM Publishers, Queensland, Australia.
- English, S., C. Wilkinson dan V. Baker. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Australian Institute of Marine Science, Townsville. Australia.
- Gomez, E.D. and H.T. Yap. 1984. "Monitoring Reef Condition", In R.A. Kenchington and B.E.T. Hudson (ed.), 1984, *Coral Reef Management Handbook*. Unesco Publishers, Jakarta.
- Khan, M. A., Y. A. Fadlallah, and K. G. Al-Hinai. 1992. "Thematic Mapping of Subtidal Coastal Habitats in the Western Arabian Gulf Using Landsat TM Data; Abu Ali Bay, Saudi Arabia". *International Journal of Remote Sensing* 13(4): 605-614
- Khorram and Chesire, 1985. "Remote Sensing of Water Quality in The Neuse River Estuary, North Carolina". *Photogrametric Engineering and Remote Sensing Journal* 51(3): 329 – 341.
- Lemigas. 1997. *Evaluasi Penginderaan Jauh Untuk Studi Dasar Lingkungan Wilayah Kerja Unocal Indonesia Company Kalimantan Timur*. Laporan Akhir. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi. Departemen Pertambangan dan Energi RI. Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Satu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan oleh H.M Eidman. Penerbit PT. Gramedia Jakarta.
- Rahadiati, A. dan Sri Hartini. 2007. "Pemanfaatan Citra Resolusi Tinggi Untuk Pemetaan Sebaran Terumbu Karang Di Pulau Kecil". *Proceeding Geo-Marine Research Forum 2007*. Jakarta, 20-22 Juni 2007. 269-276.
- Supriharyono. 2007. *Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Supriharyono. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suharsono, 1996. *Jenis-Jenis Karang Yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Daerah Pantai. Jakarta.