Available online at MCSIJ (Marine, Coastal and Small Islands Journal) - Jurnal Kelautan
Website: https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/mcs

PEMETAAN PERUBAHAN KATEGORI SUBSTRAT PADA PAPARAN TERUMBU KARANG MENGGUNAKAN CITRA ALOS AVNIR-2 DAN SPOT 7 DI WILAYAH SELATAN PULAU LAUT KABUPATEN KOTABARU

MAPPING OF SUBSTRATE CATEGORIES CHANGES IN EXPOSURE TO CORAL REEFS USING ALOS AVNIR-2 AND SPOT 7 IMAGES IN THE SOUTH AREA OF KOTABARU DISTRICT

Budimansyah[1]), Baharuddin[2]), Hamdani[3])
[1,2,3)] Program S1 Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan Dan Kelautan
Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
e-mail: budimansyah.613@gmail.com

ABSTRAK

Wilayah Selatan Pulau Laut merupakan wilayah di Indonesia yang termasuk dalam Kawasan Segitiga Terumbu Karang dan Kawasan Konservasi Perairan. Tujuan pada penelitian ini adalah memetakan perubahan luasan terumbu karang berdasarkan kelas kategori substrat dan objek pada paparan terumbu karang diperairan selatan Pulau Laut dalam kurun waktu 6 tahun dari tahun 2011 – 2017 menggunakan citra satelit SPOT 7 tahun 2017 dan ALOS AVNIR-2 tahun 2011. Menggunakan metode *Dept Invariant Index* dari Lyzenga untuk pendeteksian dasar perairan. Berdasarkan hasil klasifikasi berbasis substrat menggunakan kedua citra satelit yang dioverlay menunjukan telah terjadi penurunan untuk kelas kategori karang sebanyak -19,21 ha, lamun dan alga sebanyak -3,57 ha. Sebaliknya kategori substrat terbuka mengalami penambahan luasan sebanyak 22,77 ha. Hasil klasifikasi berbasis objek menggunakan metode *Object Based Image Analysis* (OBIA) terdapat pengurangan luasan untuk kategori karang keras (HC) sebanyak -1,66 ha, karang keras bercampur pasir (HC S) sebesar -15,99 ha, karang mati ditumbuhi alga dan pasir (DCA S) sebanyak -0,39 ha, alga dan lamuan (FS) seluas -1,65 ha, pecahan karang bercampur pasir (R S) sebanyak 4,45 ha. Sebaliknya yang mengalami penambahan luasan yaitu pada kategori alga dan lamun bercampur pasir (FS S) sebanyak 5,69 ha dan kategori pasir (S) seluas 14,46 ha.

Kata Kunci: Pemetaan, Perubahan, Penginderaan Jauh, Terumbu Karang, ALOS AVNIR-2, SPOT 7

ABSTRACT

The South of Pulau Laut is an area in Indonesia which is included in the Coral Triangle and Aquatic Conservation Areas. The purpose of this study was to map changes in the extent of coral reefs based on the class of substrate categories and objects on exposure to coral reefs in the southern waters of Pulau Laut within 6 years from 2011 – 2017 using SPOT 7 satellite imagery in 2017 and ALOS AVNIR-2 in 2011. Using method of Lyzenga Dept Invariant Index for basic detection of waters. Based on the results of substrate-based classification using both satellite images overlayed, there has been a decline for the coral category as much as -19.21 ha, seagrass and algae as much as -3.57 ha. On the contrary, the category of open substrate has increased by 22.77 ha. Object-based classification results using the Object Based Image Analysis (OBIA) method have a reduction in area for the hard coral category (HC) of -1.66 ha, hard sand mixed with sand (HC S) of -15.99 ha, dead coral overgrown with algae and sand (DCA S) of -0.39 ha, algae and lamuan (FS) covering an area of -1.65 ha, sand-mixed coral fragments (RS) of 4.45 ha. On the other hand, there was an increase in area, namely in the category of algae and seagrass mixed with sand (FS S) as much as 5.69 ha and the sand category (S) covering an area of 14.46 ha.

Key Words: Mapping, Changes, Remote Sensing, Coral Reef, ALOS AVNIR-2, SPOT

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pertumbuhan terumbu karang sangatlah dinamis dari waktu ke waktu karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan maupun aktifitas manusia. Menurut Burke *et al.,* (2012) membagi 6 faktor yang mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang yakni kegiatan manusia setempat, penangkapan berlebihan dan merusak, pencemaran yang berasal dari daerah aliran sungai (DAS), pembangunan pesisir, pencemaran dari laut dan peningkatan suhu air laut. Selanjutnya lebih dari 85% terumbu karang dalam Kawasan Segitiga Terumbu Karang termasuk perairan Indonesia dalam kondisi terancam.

Berdasarkan penelitian LIPI tahun 2016 kondisi terumbu karang di Indonesia mengalami penurunan setiap tahunnya (Giyanto *et al.,* 2017). Hasil verifikasi dan analisis data terhadap 108 lokasi dengan 1.064 stasiun, diperoleh persentase tutupan karang hidup yang berstatus sangat baik dengan tutupan 76% – 100% sekitar 6,39%, berstatus baik dengan tutupan 51 – 75%, sebesar 23,40%. Sisanya, yakni berstatus cukup dengan tutupan 26 – 50% sekitar 35,06% dan berstatus rusak dengan tutupan 0 – 25% sekitar 35,15%.

Salah satu wilayah di Indonesia yang termasuk dalam Kawasan Segitiga Terumbu Karang yaitu Pulau Laut bagian selatan dan juga termasuk wilayah konservasi. Secara administratif wilayah tersebut termasuk Kecamatan Pulau Laut Tanjung Selayar Kabupaten Kotabaru Provinsi Kalimantan Selatan (BPS, 2017). Hasil identifikasi terumbu karang pada tahun 2015 di perairan Pulau Kunyit dan sekitarnya memiliki luas paparan terumbu karang sebesar 556,83 ha, yang terbagi atas kategori karang seluas 140,71 ha (9,44%), sedangkan kategori karang campuran seluas 69,44 ha (12,47%) dan sisanya kategori tipe substrat lainnya yakni pasir, sargasum, pasir campur sargasum dan batu sebesar 346,68 ha (62,26%). Untuk kategori karang hidup/ karang keras (hard coral) di Pulau Kunyit dan pulau-pulau kecil di sekitarnya ditemukan pada kedalaman kisaran 1 – 8 m. Hasil analisis citra maupun pengamatan lapangan menunjukan bahwa sebagian karang rusak akibat sedimentasi yang disebabkan run off ketika musim penghujan sehingga berdampak pada limpasan air tawar, kekeruhan dan peningkatan hara di perairan (DKP, 2015). Dari hasil analisis tersebut hanya melihat faktor penyebab kerusakan tetapi tidak melihat perubahan luasannya.

Kondisi ekosistem perairan dangkal dapat diamati dengan teknologi penginderaan jauh. Penggunaan teknologi ini telah banyak dilakukan. Umumnya dengan menggunakan data satelit Landsat. Saat ini telah banyak citra satelit yang memiliki resolusi lebih tinggi, yakni satelit ALOS (*Advanced Land Observing Satelite*) sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared type 2*) dengan resolusi multispektral 10 meter dan resolusi pangkromatik 2,5 meter. Selain dengan citra satelit ALOS dapat juga menggunakan citra satelit SPOT (Satellite Pour l'Observtion de la Terre) yang memiliki resolusi multispektral 6 meter dan resolusi pangkromatik 1,5 meter.

Aktivitas manusia (antropogenik) dan perubahan iklim yang ekstrim di wilayah selatan Pulau Laut semakin meningkat setiap tahun, sehingga memberi pengaruh terhadap kondisi terumbu karang di wilayah tersebut. Oleh karena itu pemetaan perubahan substrat pada paparan terumbu karang perlu dilakukan untuk mengestimasi perubahan luasan dengan menggunakan citra satelit SPOT 7 dan ALOS AVNIR-2. Estimasi perubahan dilakukan dengan menganalisis data citra satelit dengan metode *Dept Invariant Index* dari *Lyzenga.*

Rumusan dan Pemecahan Masalah

Perubahan luasan ekosistem terumbu karang di perairan wilayah selatan Pulau Laut dapat dipengaruhi faktor alam berupa perubahan iklim seperti el-nino yang menyebabkan peningkatan suhu permukaan laut dan la-nina yang menyebabkan peningkatan curah hujan sehingga terjadi *run off*. Faktor tersebut juga memicu peningkatan unsur hara dan sedimentasi yang mengakibatkan kerusakan pada terumbu karang. Faktor kegiatan manusia juga berperan terhadap kerusakan terumbu karang seperti pembukaan lahan, aktifitas pelabuhan, limbah domestik dan penambangan karang untuk bahan bangunan. Akumulasi dari dua faktor tersebut dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem terumbu karang yang diindikasikan dengan perubahan kategori subtrat dan berkurangnya luasan tutupan karang hidup. Dalam jangka panjang hal tersebut akan berpengaruh terhadap perubahan luasan paparan terumbu karang.

Perubahan luasan terumbu karang dapat diestimasi menggunakan citra satelit SPOT 7 dan

ALOS-AVNIR 2 yang merupakan citra satelit dengan resolusi sedang. Citra satelit tersebut dianalisis dengan metode lyzenga untuk mendeteksi objek pada dasar perairan. Kemudian dilakukan pengkelasan citra hasil analisis lyzenga untuk membagi kelas objek pada dasar perairan. Citra hasil klasifikasi dilakukan uji akurasi untuk melihat tingkat keakurasian dari hasil analisis citra. Uji akurasi dilakukan dengan melihat tingkat kebenaran klasifikasi terhadap data sampel uji lapangan (*Ground Truth*). Ground Truth diperoleh dengan menandai lokasi pengamatan menggunakan *Global Positioning System* (GPS) dan mendata persentase tutupan terumbu. Data citra satelit hasil uji akurasi digunakan untuk membuat peta sebaran terumbu karang. Peta sebaran terumbu karang dari dua tahun yang berbeda di-overlay untuk melihat perubahan luasan terumbu karang.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah memetakan perubahan luasan terumbu karang berdasarkan kelas kategori substrat dan objek terumbu karang diperairan selatan Pulau Laut dalam kurun waktu 6 tahun dari tahun 2011 – 2017.

Kegunaan

Kegunaan yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan data dan informasi untuk pengambil kebijakan tentang perubahan luasan ekosistem terumbu karang dari tahun 2011 – 2017. Hasil penelitian ini berguna untuk menentukan kebijakan dalam pengelolaan kawasan ekosisitem terumbu karang khususnya pada wilayah kawasan konservasi.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup Wilayah

Penelitian ini berlokasi di bagian selatan Pulau Laut Kabupaten Kotabaru yang meliputi Teluk Tamiang, Pulau Terusan Tengah, Pulau Kunyit, Tanjung Sungkai, Tanjung Tengah dan Tanjung Ujung. Secara astronomi lokasi penelitian ini terletak pada posisi 4º1’30,84” LS – 4º6’10,84” LS dan 116º1’53,11” BT – 116º6’39,41 BT dengan luas ± 7.753,59 ha.

Ruang Lingkup Materi

Batasan ruang lingkup materi dari penelitian ini meliputi :

1. Analisis citra satelit ALOS-AVNIR 2 tahun 2011 dan citra satelit SPOT 7 tahun 2017 untuk mengetahui perubahan terumbu karang.
2. Data *Ground Control Point* (GCP) untuk melihat tingkat akurasi hasil analisis citra.

METODOLOGI

Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 – November 2018 yang berlokasi di wilayah selatan pulau (Gambar 1). Proses analisis data dilakukan di Laboratorium Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan jauh Kelautan Program studi Ilmu Kelautan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

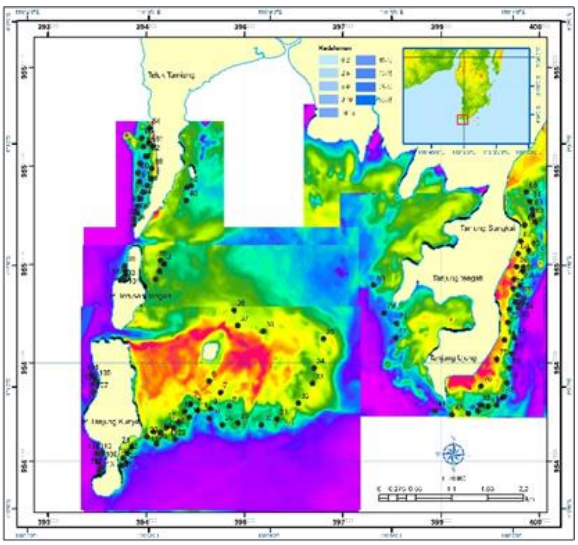
Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat dan Bahan yang Digunakan pada saat Pengambilan Data di Lokasi Penelitian.

No	Alat dan bahan	Jumlah	Keterangan
	Alat		
1	GPS (*Global positionin Sistem*)	1 (unit)	Memberi tanda posisi dan GCP
2	Alat tulis	1 (set)	Mencatat data
3	Kamera *Under Water*	1 (unit)	Mendokumentasi Kegiatan
4	Alat *Snorkeling*	1 (set)	Alat bantu pengamatan bawah air
5	Kapal motor	1 (unit)	Memfasilitasi pengambilan data
	Bahan		
1	Peta rencana kegiatan	1	Gambaran lokasi Penelitian

Tabel 2. Alat dan Bahan yang Digunakan pada saat Pengolahan Data.

No	Alat dan bahan	Jumlah	Keterangan
	Alat		
1	Perangkat Komputer	1 (unit)	Analisis data
2	*Software* Erdas ErMapper	1	Analisis data
3	*Software* ENVI 5.3	1	Analisis data
4	*Software* ArcGIS 10.6.1	1	Analisis data
	Bahan		
1	Citra SPOT 7 tahun perekaman 2017	1	Data dasar pemetaan terumbu karang tahun 2017
2	Citra ALOS-AVNIR 2 tahun perekaman 2011	1	Data dasar pemetaan terumbu karang tahun 2011



Gambar 1. Peta lokasi Penelitian

Pengolahan Awal Citra Satelit

Tahap pengolahan awal citra satelit (*image preprocessing*) dilakukan untuk memperbaiki data citra asli (*raw data*) menjadi citra satelit yang siap untuk diinterpretasi. Pekerjaan yang dilakukan meliputi perbaikan kesalahan akibat hamburan partikel di atmosfer yang terekam oleh citra satelit (*radiometric correction*), perbaikan kesalahan posisi perekaman citra satelit terhadap referensi bumi (*geometric correction*), *masking* dan *cropping*, komposit citra dan penajaman obyek pada citra melalui perentangan nilai spektral citra (LIPI, 2014).

Gambar 2. Diagram alir pengolahan awal citra satelit

Rumus koreksi kolom air :

$$Y = (\ln band\ 1) + (\frac{ki}{kj} \times \ln band\ 2)$$

$$\frac{ki}{kj} = a + \sqrt{a^2 + 1}$$

$$a = \frac{(varian\ band\ 1 - varian\ band\ 2)}{(2 \times covarian\ band\ 1\ \text{dan}\ band\ 2)}$$

Ki/kj = Rasio koefesien kanal biru dan kanal hijau.

Penentuan Sampel Uji Lapangan (*Ground Truth*)

Penentuan sampel uji lapangan mengacu pada pemetaan habitat perairan laut dangkal oleh LIPI tahun 2014. Penentuan sampel dilakukan dengan metode *purposive* dan *proportional random sampling*. *Purposive sampling* dengan mempertimbangkan keragaman kelas habitat dasar perairan laut dangkal. Proportional random sampling digunakan dalam menentukan titik sampel pada lokasi, serta jumlah titik sampel ditentukan secara representatif dan proporsional berdasarkan luasan area yang dipetakan. Peta kerja atau tentatif yang telah di cetak, digunakan sebagai panduan di lapangan.

a) Klasifikasi Citra Berbasis Substrat

Dalam penelitian ini dilakukan klasifikasi citra berbasis substrat dengan metode klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised*). Klasifikasi tidak terbimbing dilakukan dengan jalan mengelompokkan piksel citra menjadi beberapa kelas hanya berdasarkan pada perhitungan statistik tertentu tanpa menentukan sampel piksel (*training*) yang digunakan sebagai acuan untuk melakukan klasifikasi. Klasifikasi untuk citra berbasis substrat dengan metode tidak terbimbing terbagi menjadi 3 kelas disajikan pada Tabel 3 (LIPI, 2014).

Tabel 3. Kelas habitat dasar perairan laut dangkal

No	Kelas	Keterangan
1	Habitat Karang	Habitat ini tersusun oleh material karang yang terdiri dari karang hidup dan karang mati, mempunyai pelamparan yang cukup luas dan dapat dibedakan dengan jelas terhadap jenis habitat yang lain. Habitat tersebut umumnya ditemui pada ujung wilayah rataan terumbu yang menghadap ke arah laut, mulai dari *reef crest*, tubir (*reef edge*) hingga lereng terumbu (*reef slope*), Di beberapa daerah banyak ditemukan pelamparan habitat karang dimulai dari garis pantai hingga tubir.
2		Habitat ini tersusun atas hamparan padang lamun yang cukup luas, serta biasanya ditemui pada

	Habitat Lamun & Alga	daerah cekungan pada rataan terumbu (*reef flat*). Pada citra komposit true color kenampakannya memiliki rona yang gelap serta teksturnya halus.
3	Habitat Substrat terbuka	Habitat yang sebagian besar didominasi oleh substrat pasir, pecahan karang, batu, maupun campuran dari substrat-substrat tersebut. Rona pada citra komposit *true color* cenderung cerah.

Sumber : LIPI, 2014

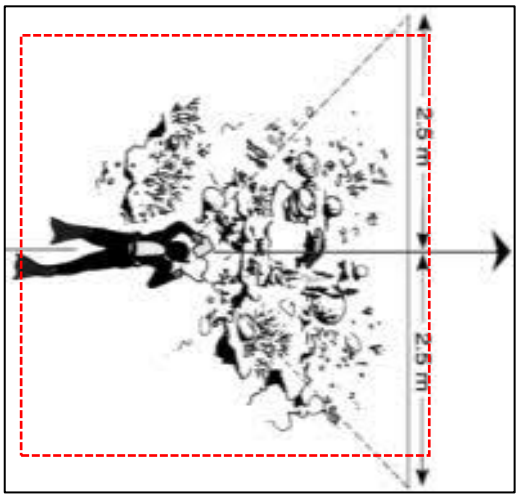
b) Klasifikasi Citra Berbasis Objek

Dalam penelitian ini dilakukan klasifikasi berbasis objek atau *Object-Based Image Analysis* (OBIA). Klasifikasi ini mengenali objek berdasarkan kelompok piksel untuk mengklasifikasikan nilai piksel atas kedekatan dengan piksel dalam kelas tertentu berdasarkan sampel piksel.

Klasifikasi untuk citra berbasis objek dengan metode OBIA terbagi menjadi beberapa kelas, yakni karang hidup (HC), karang mati (DC), karang mati ditutupi alga (DCA), pecahan karang (R), pasir (S), alga bentik dan lamun (FS). Klasifikasi tersebut diidentifikasi untuk memberikan identitas kelas pada citra hasil klasifikasi. Proses interpretasi ulang dapat dibantu secara visual dengan menggunakan citra komposit warna berdasarkan pada pengetahuan interpreter, atau berdasarkan pada data hasil kerja lapangan sebagai dasar pengkelasan.

Metode Pengamatan dan Pengukuran Objek Perairan Dasar

Pengukuran obyek perairan dasar meliputi identifikasi visual untuk memperkirakan jenis tutupan dari berbagai obyek dasar perairan. Data yang diambil juga berupa titik kordinat yang diambil menggunakan GPS dan data substrat dasar yang diambil menggunakan metode *manta tow* dengan teknik *snorkeling* di sekitar titik stasiun dengan dan mengambil foto dasar perairan pada sampel uji lapangan.



Gambar 3. Cara pengamatan dan pengukuran objek di lapangan

Analisis Data

Uji Akurasi

Uji ini dilakukan untuk mengetahui nilai kualitas hasil analisis data yang dihasilkan. Batas akurasi yang dapat diterima untuk peta habitat dasar perairan dangkal berdasarkan pada SNI 7716:2011 tentang Pemetaan Habitat dasar perairan laut dangkal yaitu sebesar 60%. Uji ketelitian hasil klasifikasi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$KI = \frac{JKI}{JKL} \times 100\%$$

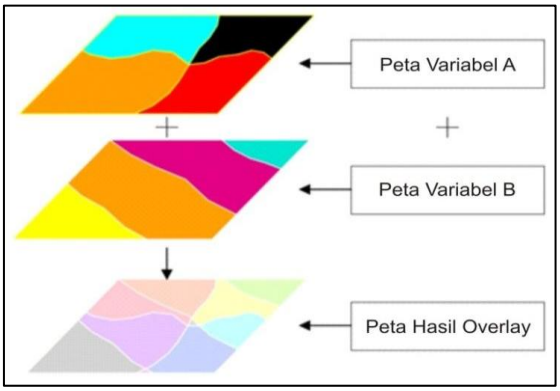
Keterangan:
KI = Ketepatan Interprestasi
JKI = Jumlah Kebenaran Insterprestasi
JSL = Jumlah Sampel Lapangan

Uji akurasi dilakukan pada citra SPOT tahun 2017, jika hasil uji akurasi diatas 60% maka hasil analisis data dapat diterima. kemudian digunakan sebagai acuan untuk analisis citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011. Selanjutnya menghitung luasan substrat dasar pada paparan terumbu karang.

Perhitungan Perubahan Luas Substart Paparan Terumbu Karang

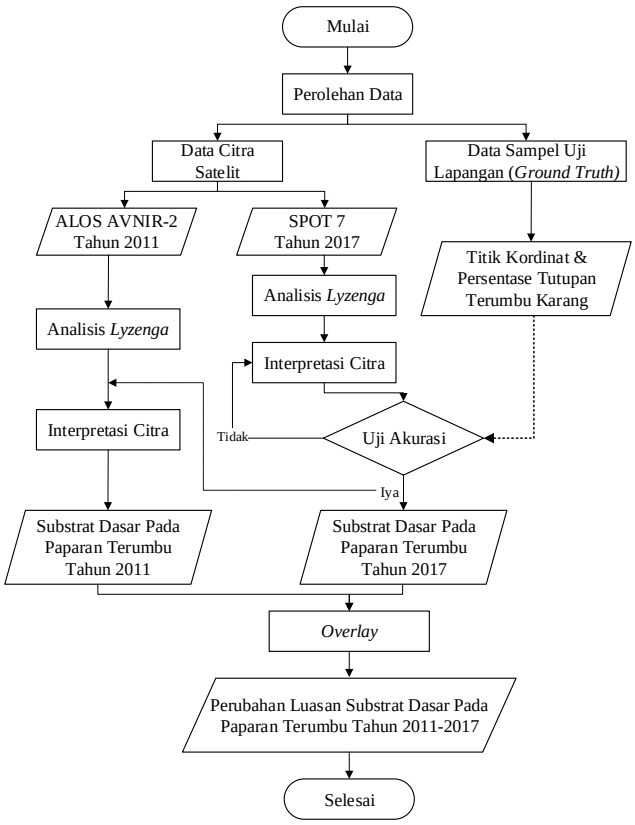
Luas terumbu karang yang dihitung merupakan hasil analisis data citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011 dan SPOT 7 tahun 2017 yang telah diklasifikasikan dengan metode klasifikasi citra berbasis substrat. Hasil klasifikasi tersebut berupa data poligon

dengan format *Shapefile* (shp) yang kemudian dihitung luasannya. Data luasan tersebut dioverlay untuk menghitung perubahan luasan pada paparan terumbu karang di lokasi penenlitian. Overlay disebut sebagai operasi visual yang membutuhkan lebih dari satu *layer* untuk digabungkan. Skema analisis overlay peta disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema analisis overlay peta dengan SIG (Pramudiya, 2008)

Secara skematik bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Akurasi Citra

a) Klasifikasi Berbasis Substrat

Hasil klasifikasi berbasis substrat menggunakan teknik klasifikasi tidak terbimbing (*Unsupervised clasification*) diperoleh tiga kategori yaitu terumbu karang, pasir dan substrat terbuka. Tiga kategori tersebut ditentukan berdasarkan panduan teknis pemetaan habitat dasar perairan laut dangkal oleh LIPI tahun 2014. Hasil pengkelasan terseut diuji akurasi dengan data lapangan. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 hasil uji akurasi klasifikasi tidak terbimbing.

Tabel 4. Uji akurasi klasifikasi berbasis objek

No	Kategori	Jumblah Data	Ano-mali	Akurasi (%)
1	Terumbu Karang	79	8	89,87
2	Alga dan Lamun	24	16	33,33
3	Substrat Terbuka	10	3	70
Jumlah		**113**	**27**	**76,11**

Sumber: *Hasil Analisis 2018*

Dari Tabel 4 dapat dilihat tingkat hasil uji akurasi klasifikasi berbasis objek bernilai antara 33,33% – 89,87% dengan rata-rata 76,11%. Uji akurasi tersebut diperoleh dari 113 data uji sampel lapangan yang terbagi menjadi 3 kategori yakni terumbu karang sebanyak 79 data dengan, substrat terbuka sebanyak 24 data, alga dan lamun 10 data.

b) Klasifikasi Citra Berbasis Obyek

Pengelompokan kelas kategori tersebut merupakan hasil klasifikasi berdasarkan objek atau *Object Based Image Analysis* (OBIA) untuk mengenali objek berdasarkan kelompok piksel. Kelompok kelas piksel tersebut merupakan hasil analisis lyzenga yang dikonfirmasi dengan data GCP. Perolehan data GCP berupa titik kordinat dan kelas kategori substrat terumbu yang berjumlah 113 titik. Kelas kategori tersebut terbagi menjadi 9 kelas yaitu karang keras (HC) dan karang mati ditumbuhi alga (HC DCA), karang keras dan pasir (HC S), karang keras dan karang mati bercampur pasir (HC DC S), lamun dan alga (FS), terumbu karang

mati ditumbuhi alga bercampur pasir (DCA S), lamun dan alga bercampur pasir (FS S), Pecahan karang bercampur pasir (R S), Pasir (S). Pada tabel 4 dapat dilihat hasil pengelompokan kelas tutupan terumbu karang dan hasil uji akurasi dari analisis lyzenga dengan data GCP.

Tabel 5. Uji akurasi klasifikasi berbasis obyek

No	Kelas	*Pixel Value*	Jumblah Data	Anomali	Akurasi (%)
1	HC DCA	62,81 - 69,12	6	1	83,33
2	HC	75,89 - 81,66	17	1	94,12
3	HC S	81,93 - 119,92	41	4	90,24
4	HC DC S	118,76 - 122,21	15	1	93,33
5	FS	122,77 - 123,46	3	0	100
6	DCA S	123,45 - 129,75	5	1	80
7	FS S	134,55 - 168,64	7	0	100
8	R S	154,22 - 156,30	7	1	86
9	S	159,44 - 196,75	12	0	100
Jumlah			**113**	**9**	**92,04**

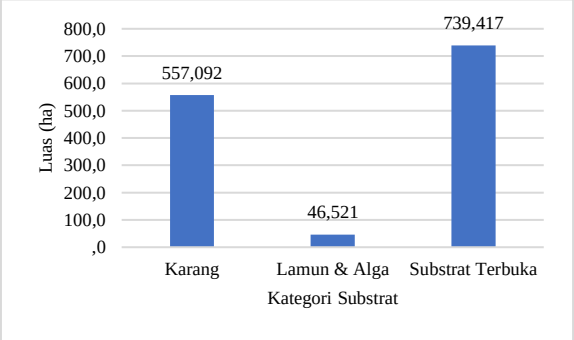
Sumber: *Hasil Analisis 2018*

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan pengelompokan kelas kategori substrat terumbu berdasarkan nilai piksel (*pixel value*) yang terbagi menjadi 9 kelas. Kelas kategori tersebut diuji tingkat akurasinya dengan data GCP yang diambil dilapangan. Tingkat akurasi pada tiap kelas kategori berkisar antara 80% - 100% dengan rata-rata sebesar 93,81 % dari 113 data dengan 6,19 % yang mengalami anomali (*error commission*). Menurut Green *et al.*, (2000) Hasil pengkelasan dan uji akurasi tersebut dapat digunakan sebagai referensi dalam menentukan objek pada paparan terumbu karang. Pada penelitian ini dinamika perubahan paparan terumbu dalam kurun waktu 6 tahun dari tahun 2011 sampai 2017 dapat terdeteksi dengan tingkat akurasi yang sangat baik.

Perhitungan Perubahan Luas Substrat Paparan Terumbu Karang

a) Sebaran Berdasarkan Kelas Kategori Berbasis Substrat Tahun 2011

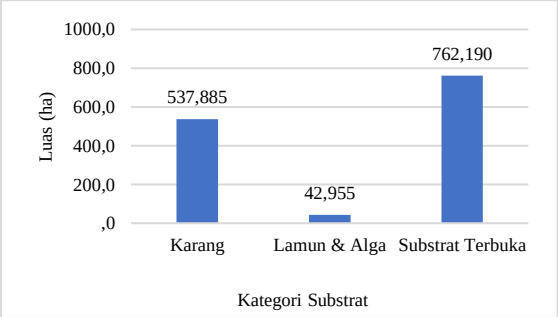
Hasil klasifikasi kelas kategori berbasis substrat yang dilakukan pada citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011. Dari hasil klasifikasi diperoleh 3 kelas kategori yakni karang, substart terbuka, alga dan lamun. Grafik pada Gambar 6 dapat dilihat kelas kategori substrat terbuka memiliki luas 739,417 ha, kelas kategori karang 557,092 ha dan kategori lamun dan alga seluas 46,521 ha.



Gambar 6. Grafik Kelas Kategori Berbasis Substrat Tahun 2011

b) Sebaran Berdasarkan Kelas Kategori Berbasis Substrat Tahun 2017

Hasil klasifikasi kelas kategori berbasis substrat yang dilakukan pada citra SPOT 7 tahun 2017. Dari hasil klasifikasi diperoleh 3 kelas kategori yakni karang, substart terbuka, alga dan lamun. Grafik pada Gambar 7 dapat dilihat kelas kategori substrat terbuka memiliki luas 762,190 ha, kelas kategori karang 537,885 ha dan kategori lamun dan alga seluas 42,955 ha.

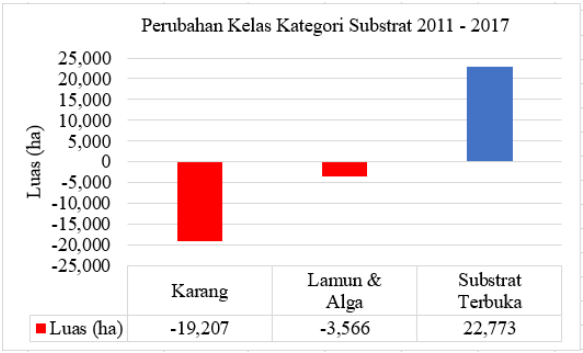


Gambar 7. Grafik Kelas Kategori Berbasis Substrat Tahun 2017

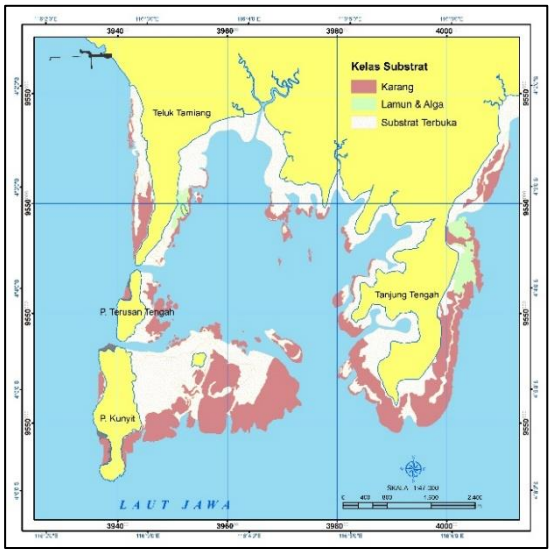
c) Perubahan Luasan Kelas Kategori Substrat Tahun 2011 – 2017

Berdasarkan hasil overlay kelas kategori substrat tahun 2011 dan 2017 disajikan pada Gambar 11 terdapat perubahan dari kelas

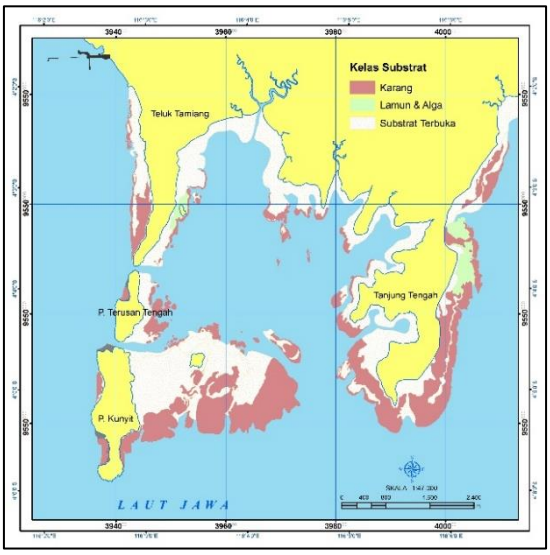
kategori tersebut. Grafik selisih luasan kelas kategori substrat tahun 2011 – 2017 disajikan pada Gambar 8 dapat dilihat kategori karang mengalami pengurangan luasan sebanyak -19,207 ha, lamun dan alga mengalami pengurangan sebanyak-3,566 ha, berbanding terbalik dengan kategori substrat terbuka yang mengalami penambahan luasan sebanyak 22,773 ha.



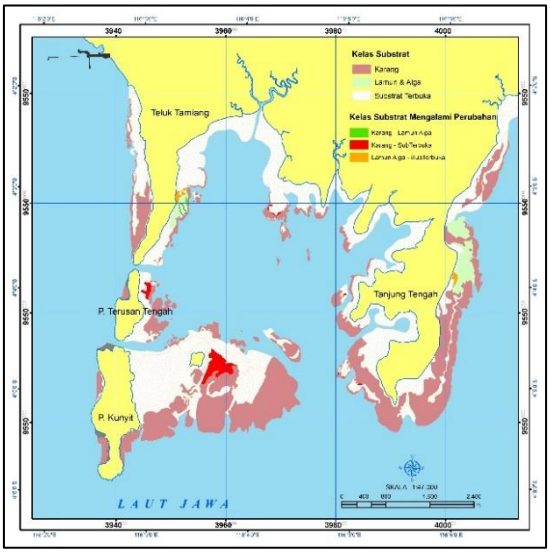
Gambar 8. Grafik Selisih Luasan Kelas Kategori Substrat 2011 – 2017



Gambar 9. Peta Kelas Kategori Substrat Tahun 2011



Gambar 10. Peta kelas kategori substrat tahun 2017



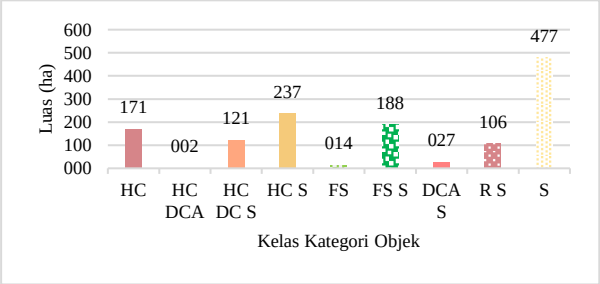
Gambar 11. Peta Perubahan Kelas Kategori Substrat Tahun 2011 – 2017

Perhitungan Perubahan Luas Objek Paparan Terumbu Karang

a) Sebaran Berdasarkan Kelas Kategori Berbasis Objek Tahun 2011

Hasil klasifikasi yang dilakuakan pada citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011 dan SPOT 7 tahun 2017, terlihat cukup jelas adanya tampilan perbedaan pola dari tipe dasar perairan. Berdasarkan Pola tipe dasar tersebut dibagi menjadi 9 kelas kategori terumbu, yaitu karang keras (HC) dengan luas 170,80 ha atau 12,72 % dari seluruh total luas terumbu, karang keras dan karang mati ditumbuhi alga (HC DCA) memiliki luas 1,65 ha atau 0,12 %, luas tutupan karang

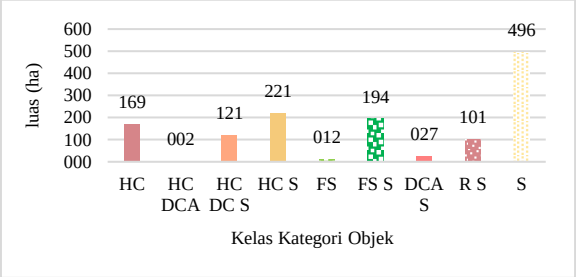
keras dan karang mati bercampur pasir (HC DC S) 121,21 ha atau 9,03 % dari total luas tutupan, karang keras bercampur pasir (HC S) memiliki luas 237,13 ha atau 17,66 % dari total luas tutupan. Selanjutnya kategori lamun dan alga (FS) memiliki luas 13,95 ha atau 1,04 %, lamun alga bercampur pasir (FS S) 187,94 ha atau 13,99 %, terumbu karang mati ditumbuhi alga bercampur pasir (DCA S) dengan luas 27,15 ha atau 2,02 %. Selain itu kategori pecahan karang bercampur pasir (R S) 105,79 ha atau 7,88%, Pasir (S) 477,42 ha atau 35,55% dari seluruh total luas terumbu. Terumbu karang yang tersebar di lokasi penelitian mewakili daerah *reef flat* dan *reef crest*.



Gambar 12. Grafik Luas Kelas Kategori Berbasis Objek Tahun 2011

b) Sebaran Berdasarkan Kelas Kategori Berbasis Objek Tahun 2017

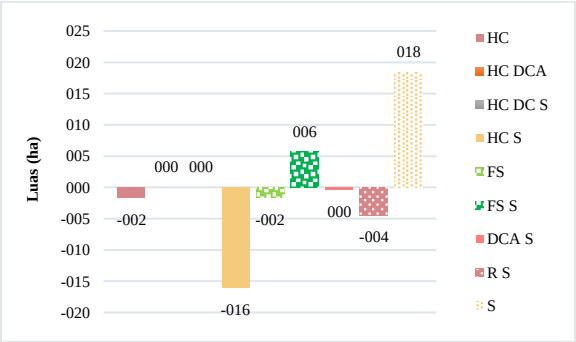
Berdasarkan analisis obyek dari paparan terumbu karang menggunakan citra SPOT 7 tahun 2017 dihasilkan 9 kelas kategori substrat. Hasilnya menunjukan bahwa ditemukan untuk kelas kategori karang keras (HC) dengan luas 169,13 ha (12,65 %), Kategori karang keras dan karang mati ditumbuhi alga (HC DCA) memiliki luas 1,65 ha (0,12 %), luas tutupan karang keras dan karang mati bercampur pasir (HC DC S) dengan luas 121,21 ha (9,07 %), karang keras bercampur pasir (HC S) memiliki luas 221,14 ha (16,47 %). Selanjutnya kategori lamun dan alga (FS) memiliki luas 12,29 ha (0,92%), lamun alga bercampur pasir (FS S) dengan luas 193,63 ha (14,48 %), terumbu karang mati ditumbuhi alga bercampur pasir (DCA S) dengan luas 26,76 ha (2,00 %). Selain itu kategori pecahan karang bercampur pasir (R S) sekitar 101,34 ha (7,58%), kategori pasir (S) dengan luas 495,88 ha (36,92%). Terumbu karang yang tersebar di lokasi penelitian mewakili daerah *reef flat* dan *reef crest*.



Gambar 13. Grafik Luas Kelas Kategori Berbasis Objek Tahun 2017

c) Perubahan Luasan Kelas Kategori Objek dari Tahun 2011 hingga 2017

Perubahan yang dimaksud adalah perubahan luasan masing-masing kategori substrat paparan terumbu dalam kurun waktu yang berbeda. Perubahan tersebut bias menunjukan luasan ataupun perubahan kategori substrat menjadi bentuk lain kategori substrat. Berdasarkan hasil pengolahan citra tahun 2011 dan citra tahun 2017 yang dikoreksi dengan data lapangan, terdapat perbedaan luasan pada kategori substrat terumbu yang telah dianalisis dan dikelompokan berdasarkan kategori objek dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Selisih Luasan Kelas Kategori Berbasis Objek Tahun 2011-2017

Dari gambar 14 ditemukan pengurangan luasan untuk kategori karang keras (HC) sebanyak -1,66 ha (-0,97 %). Sama dengan HC, luas tutupan substrat kategori karang keras bercampur pasir (HC S) juga mengalami penurunan tutupan dengan selisih sebesar -15,99 ha (-6,74 %), Kategori karang

mati ditumbuhi alga dan pasir (DCA S) berkurang -0,39 ha (-1,45%), kondisi tersebut juga diikuti oleh tutupan alga dan lamuan (FS) yang mengalami penurunan tutupan -1,65 ha (-11,85 %) dan kategori Pecahan karang bercampur pasir (R S) juga mengalami penurunan sebanyak -4,45 ha (-4,21 %).

Adanya dinamika perubahan luasan kategori substrat pada kategori DCA S, FS, HC, HC S dan R S diduga oleh faktor antropogenik dan alam. Faktor antropogenik yang berperan terhadap perubahan luasan kategori substrat paparan terumbu diantaranya adalah terkena lunas kapal dan labuh jangkar. Sedangkan faktor alam yang berperan terhadap perubahan luasan terumbu adalah adanya sedimentasi dari muara sungai dilokasi studi yang membawa partikel sedimen dari darat ke perairan, faktor alam lainya adalah sedimentasi yang berasal dari gelombang dan arus laut yang mengangkat partikel sedimen ke daerah terumbu karang.

Berbeda dengan kategori alga dan lamun bercampur pasir (FS S) mengalami penambahan dengan luas sebanyak 5,69 ha (3,03 %) dan kategori pasir (S) bertambah seluas 14,46 ha (3,03 %).

Perubahan kategori kelas di lokasi studi disebabkan oleh faktor antropogenik seperti buangan jangkar dan tertabrak lunas kapal serta faktor alam yaitu sedimentasi dan peningkatan unsur hara.

Kategori kelompok perubahan menunjukan bahwa habitat yang mengalami perubahan dari satu kelas kategori substrat ke kelas kategori substrat lain dengan luas 31,84 ha di wilayah penelitian dan terbagi menjadi 9 kelas perubahan kategori substrat terumbu. Berdasarkan hasil ini dapat dinyatakan bahwa analisis perubahan dalam penelitian ini menghasilkan informasi dinamika perubahan kategori substrat dasar dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perubahan Kelas Kategori Berbasis Objek pada Tahun 2011 dan 2017

No	2011	2017	Luasan (ha)	Faktor		Keterangan
				Alam	Manusia	
1	DCA S	S	0,39	✓		Sedimentasi
2	FS	S	1,65	✓		Sedimentasi
3	FS S	S	14,98	✓		Sedimentasi
4	HC	R S	0,13	✓	✓	Gelombang ekstrim, Buangan jangkar dan tertabrak lunas kapal
5	HC	HC S	1,53	✓		Sedimentasi
6	HC S	S	14,63	✓		Sedimentasi
7	HC S	FS S	1,93	✓	✓	Sedimentasi dan peningkatan unsur hara
8	HC S	R S	1,42		✓	Buangan jangkar dan tertabrak lunas kapal
9	R S	S	4,45	✓		Sedimentasi

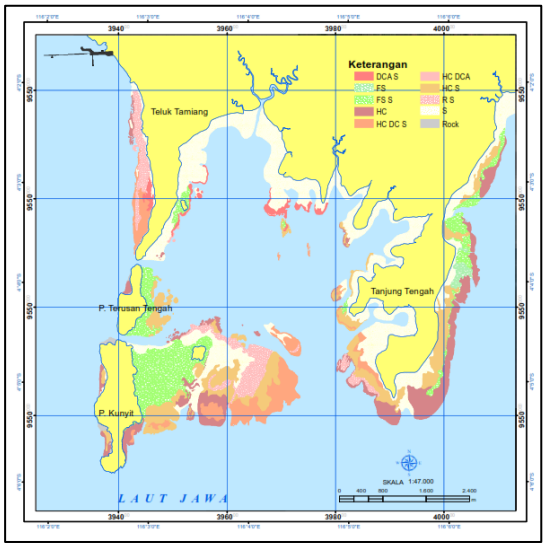
Sumber: Hasil analisis tahun 2018

Perubaha kategori tersebut disebabkan oleh sedimentasi. Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang ditrasport oleh media air. Sedimentasi laut berasal dari berbagai sumber material yang berasal dari erosi material yang meliputi fragmen-fragmen batuan dengan berbagai ukuran dan bentuk, organisme yang mati yang kemudian terbawa ke laut dengan berbagai proses. Sedimen laut juga dapat berasal dari udara, air dan daratan. Namun sebagian besar material berasal dari sedimentasi darat yang dibawa oleh aliran sungai.

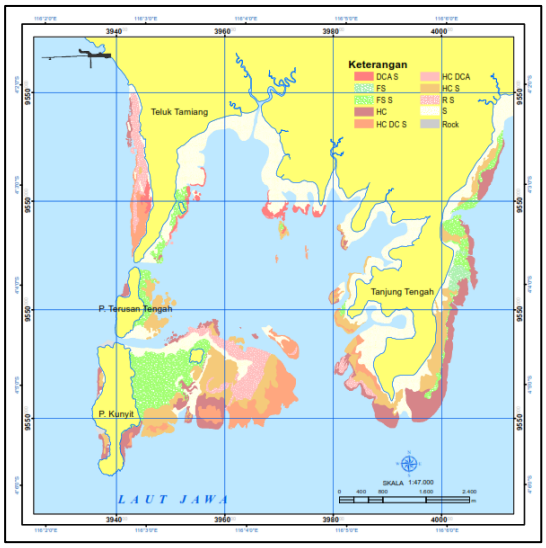
Tekanan sedimentasi dapat menyebabkan kematian terumbu karang, karena kebanyakan karang tidak dapat bertahan dengan adanya sedimen yang berat, yang menutupi dan menyumbat struktur pemberian makanannya. Tingkat sedimentasi menyebabkan peningkatan kekeruhan sehingga dapat menyebabkan berkurangnya kecerahan dalam air yang berakibat pula terhadap penetrasi cahaya dalam suatu perairan. Sediemen yang mengandung unsur hara dan bahan organik yang tinggi dapat mengakibatkan pertumbuhan alga dalam skala besar (*Blooming algae*).

Perubahan kategori karang keras bercampur pasir (HC S) menjadi kelas alga dan lamun bercampur pasir (FS S) dengan luas 1,93 ha disebabkan oleh sedimentasi dan peningkatan unsur hara. Sedimentasi dan peningkatan unsur hara berasal dari daratan dan terbawa ke perairan melalui proses *run off*. Menurut Cahyadi (2013) bahan organik dan anorganik yang berasal dari daratan

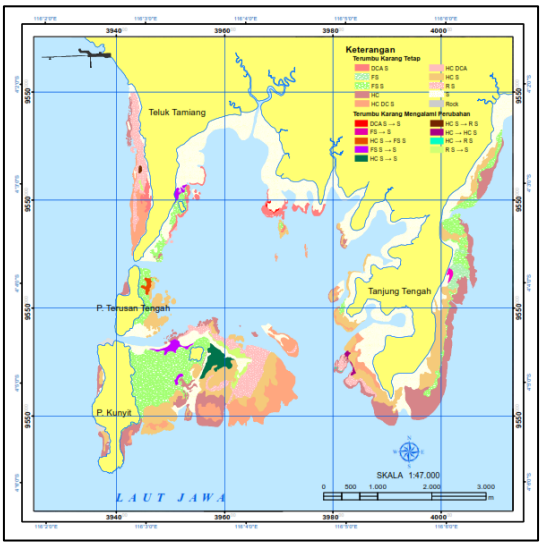
langsung turun keperairan melalui proses *run off* dan berdampak pada kualitas perairan.



Gambar 15. Peta Kelas Kategori Berbasis Objek 2011



Gambar 16. Peta Kelas Kategori Berbasis Objek 2017



Gambar 17. Perubahan Kelas Kategori Berbasis Objek 2011 – 2017

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil klasifikasi berbasis substrat diperoleh luas paparan terumbu karang di wilayah Selatan Pulau Laut Kabupaten Kotabaru sebesar 1.343,03 ha. Hasil overlay kedua citra yakni Citra satelit ALOS AVNIR-2 (2011) dengan SPOT 7 (2017) menunjukan perubahan luasan untuk kelas kategori karang dari 557,09 ha menjadi 537,89 ha atau mengalami penurunan -19,21 ha, kategori lamun dan alga dari 46,52 ha menjadi 42,96 ha mengalami penurunan -3,57 ha, sedangkan kategori substrat terbuka dari 739,42 ha menjadi 762,19 ha atau mengalami penambahan 22,77 ha.

Hasil klasifikasi berbasis objek terdapat perubahan luasan yang ditemukan pengurangan luasan untuk kategori karang keras (HC) sebanyak -1,66 ha, karang keras bercampur pasir (HC S) sebesar -15,99 ha, karang mati ditumbuhi alga dan pasir (DCA S) sebanyak -0,39 ha, alga dan lamuan (FS) seluas -1,65 ha, pecahan karang bercampur pasir (R S) sebanyak 4,45 ha. Sebaliknya yang mengalami penambahan luasan yaitu pada kategori alga dan lamun bercampur pasir (FS S) sebanyak 5,69 ha dan kategori pasir (S) seluas 14,46 ha.

Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui faktor penyebab dominan perubahan luasan terumbu karang maupun tingkat sedimentasi di wilayah selatan Pulau Laut Kabupaten Kotabaru

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2017. *Kecamatan Pulau Laut Tanjung Selayar Dalam Angka*. Kotabaru.

Burke L, Reytar K, Spalding M dan Perry A. 2012. *Reefs at Risk Revisited in the Coral Triangle*. World Resource Institute.

Cahyadi, A. 2013. *Analisis Dampak Intrusi Air Laut Terhadap Airtanah di Pulau Koral Pramuka* Majalah Geografi Indonesia, Vol. 31, No. 2

Green, E.P., P.J. Mumby. A.J. Edwards, and C.D. Clark. 2000. *Remote sensing handbook for tropical coastal management*. UNESCO, Paris.

Giyanto, Abrar M, Hadi T.A, Budiyanto A, Hafizt M, Salatalohy A dan Iswari M.Y. 2017. *Status Terumbu Karang Indonesia 2017*. CoreMap-CTI.

LIPI. 2014. *Panduan Teknis Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal*. Critc Coremap II LIPI. Jakarta.