

## **LUASAN DAN SEBARAN KONDISI TERUMBU KARANG DI PERAIRAN KEPULAUAN SERIBU**

**Retno Amalina Hapsari<sup>1</sup>, Nirmalasari Idha Wijaya<sup>2</sup>, Gathot Winarso<sup>3</sup>**

Mahasiswa Universitas Hang Tuah Surabaya  
Staff Pengajar Universitas Hang Tuah Surabaya  
Peneliti Pusat Pemanfaatan Penaginderaan Jauh, LAPAN  
Universitas Hang Tuah Surabaya Jl. Arif Rahman Hakim No 150, amalinaretno@gmail.com

**Abstrak:** Penelitian bertujuan untuk menganalisis luasan dan uji akurasi serta sebaran kondisi terumbu karang di Perairan Kepulauan Seribu, khususnya di Pulau Hantu Timur (ST 1), Pulau Hantu Barat (ST 2), Gosong Hantu Timur (ST 3), dan Pulau Papatheo (ST 4). Keberadaan terumbu karang dapat dideteksi melalui teknologi penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit *SPOT-7* perekaman 12 Juni 2016. Metode yang digunakan untuk klasifikasi terumbu karang adalah metode *supervised*. Pengambilan data penutupan terumbu karang menggunakan metode foto transek. Lokasi penelitian untuk penentuan luasan terumbu karang terletak diantara 5°31'00" S-106°30'00" E dan 5°36'00" S-106°37'00" E. Pengambilan data penutupan terumbu karang dilakukan di empat stasiun pengamatan. Analisis yang dilakukan yaitu analisis luasan dan uji akurasi serta analisis sebaran kondisi terumbu karang. Analisis data citra satelit dengan menggunakan *software ENVI 5.2* dan analisis kondisi terumbu karang dengan menggunakan *software CPCe 4.1*. Pengambilan data terumbu karang pada kedalaman 2 sampai 3 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luasan terumbu karang di Kepulauan Seribu pada tahun 2016 yang terdeteksi yaitu 1,41 km<sup>2</sup> dan uji akurasi yang didapatkan yaitu 69,37 %. Hasil parameter temperature, kecerahan, dan salinitas mendukung untuk pertumbuhan terumbu karang. Persentase tutupan karang hidup pada ST 1 sebesar 33,62 %, ST 2 sebesar 31,40 %, ST 3 sebesar 50,42 %, dan ST 4 sebesar 16,31 %. Dari hasil persentase penutupan karang hidup didapatkan kondisi terumbu karang pada ST 1 dikategorikan sedang, ST 2 dikategorikan sedang, ST 3 dikategorikan baik, dan ST 4 dikategorikan rusak.

**Kata kunci:** Kepulauan Seribu, terumbu karang, luasan, kondisi

**Abstract:** The study aims to analyze the extent and test of accuracy and distribution of coral reef condition in Seribu Islands, especially in Hantu Timur Island (ST 1), Hantu Barat Island (ST 2), Gosong Hantu Barat (ST 3), and Papatheo Island (ST 4). The existence of coral reefs can be detected through remote sensing technology using *SPOT-7* satellite images of June 12, 2016. The method used for coral reef classification is the supervised method. Intake of coral cover data using transect photo method. The study sites for the determination of coral reefs lies between 5 ° 31'00 "S-106 ° 30'00" E and 5 ° 36'00 "S-106 ° 37'00" E. Coral coral closure data were taken at four stations observation. The analysis is done that is the analysis of area and accuracy test and analysis of the distribution of coral reef condition. Analysis of satellite image data using *ENVI 5.2* software and analysis of coral reef condition using *CPCe 4.1* software. Intake of coral reef data at depth of 2 to 3 m. The results showed that the coral reef area in Seribu Islands in 2016 that was detected was 1.41 km<sup>2</sup> and the accuracy test obtained was 69.37%. The results of parameter temperature, brightness, and salinity support for coral reef growth. Percentage of live coral cover on ST 1 was 33.62%, ST 2 was 31.40%, ST 3 was 50.42%, and ST 4 was 16.31%. From coral coverage, coral reef condition on ST 1 is categorized as medium, ST 2 is categorized as medium, ST 3 is good, and ST 4 is categorized as damaged.

**Keywords:** Seribu Islands, coral reefs, extents, conditions

## **PENDAHULUAN**

Ekosistem terumbu karang memiliki peranan yang sangat penting, baik dilihat dari sisi manusia maupun keanekaragaman dan keberlanjutan biota laut. Hampir sepertiga penduduk Indonesia yang tinggal di pesisir menggantungkan hidupnya pada perikanan laut dangkal (Nurdin dkk, 2013). Beberapa dekade terakhir, ekosistem terumbu karang mengalami perubahan dalam skala global sebagai akibat dari perubahan iklim dan kerusakan oleh kegiatan manusia. Berdasarkan data yang dipublikasi oleh *Global Coral Reef Monitoring Network (GCMRN)* (2008), kurang lebih 54 % terumbu karang dunia berada dalam kondisi terancam secara global (Wilkinson, 2008). Yusuf (2013), menyatakan kerusakan terumbu karang di Indonesia lebih banyak disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia dalam pemanfaatan sumber daya lautnya.

Ada banyak teknik maupun metode yang dapat dilakukan dalam pengamatan terumbu karang. Metode yang umum digunakan adalah metode pengamatan langsung. Metode pengamatan langsung yaitu seperti metode *LIT (Line Intercept Transect)*, *manta tow*, dan foto transek. Metode foto transek merupakan metode yang memanfaatkan perkembangan teknologi, baik perkembangan teknologi kamera digital maupun teknologi piranti lunak komputer. Pengambilan data di lapangan hanya berupa foto-foto bawah air yang dilakukan dengan pemotretan menggunakan kamera digital bawah air, ataupun kamera digital biasa yang diberi pelindung tahan air. Foto-foto hasil pemotretan tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan piranti lunak komputer untuk mendapatkan data-data yang kuantitatif (Giyanto dkk, 2010). Metode lain yang dapat digunakan adalah metode penginderaan jauh yaitu dengan melakukan interpretasi data citra satelit untuk mengetahui perubahan ekosistem terumbu karang. Penginderaan jauh satelit memberikan alternatif untuk dilakukannya kajian terhadap perubahan ekosistem terumbu karang.

Wilayah Kepulauan Seribu terdiri dari 110 pulau dan memiliki perairan laut seluas 699.750 ha, dengan beberapa pulau berpenghuni yang masyarakatnya berprofesi sebagai nelayan (Santoso, 2010). Hasil kajian dari *Yayasan Terangi (2013)* menjelaskan bahwa kerusakan terumbu karang di Kepulauan Seribu sudah mencapai tahap yang mengkhawatirkan. Kerusakan terumbu karang di Kepulauan Seribu diakibatkan oleh pembuangan berton-ton limbah dan sampah yang mengalir ke Teluk Jakarta (Kusuma, 2013). Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian mengenai luasan dan kondisi terumbu karang di Kepulauan Seribu. Tujuan dari penelitian yaitu untuk menganalisis luasan terumbu karang dan uji akurasinya di Perairan Kepulauan Seribu serta menganalisis sebaran kondisi terumbu karang di Perairan Kepulauan Seribu khususnya di Pulau Hantu Timur, Pulau Hantu Barat, Gosong Hantu Barat, dan Pulau Papatheo pada tahun 2016.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian untuk penentuan luasan terumbu karang dilakukan di sekitar Kepulauan Seribu yang berada pada titik koordinat 5°31'00" S-106°30'00" E dan 5°36'00" S-106°37'00" E. Penelitian dilakukan pada Januari sampai dengan Juli 2017 seperti terlihat pada Lampiran 1. Pengambilan data lapangan berada pada beberapa lokasi di Kepulauan Seribu yaitu di Pulau Hantu Timur (ST 1), Pulau Hantu Barat (ST 2), Gosong Hantu Barat (ST 3), dan Pulau Papatheo (ST 4) yang dilakukan oleh tim survei dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Lokasi pengambilan data lapangan dibagi menjadi empat titik stasiun yaitu ST 1, ST 2, ST 3, dan ST 4 seperti terlihat pada Gambar 1.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan untuk pengolahan data pada penelitian ini yaitu *Microsoft Word*, *Microsoft Excel*, *ENVI 5.2*, dan *CPCe 4.1* seperti terlihat pada Tabel 1. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu data citra *SPOT-7* perekaman 12 Juni 2016.

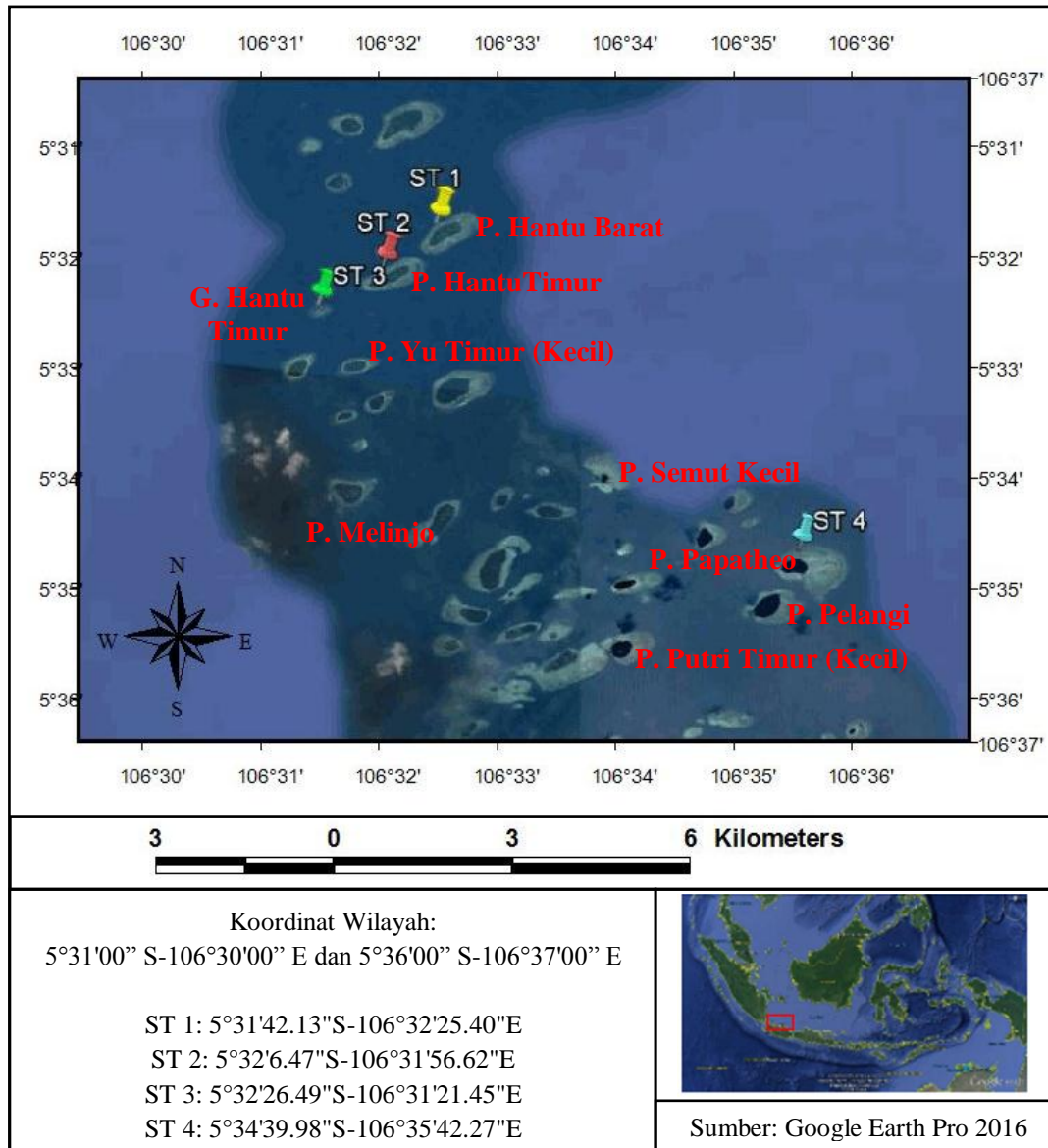
## Seminar Nasional Kelautan XII

"Inovasi Hasil Riset dan Teknologi dalam Rangka Penguatan Kemandirian Pengelolaan Sumber Daya Laut dan Pesisir"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 20 Juli 2017

**Tabel 1.** Alat untuk pengolahan data

No	Alat	Kegunaan
1	Software Microsoft Word	penyusunan proposal
2	Software ENVI 5.0	pengolahan data citra satelit
3	Software CPCe 4.1	pengolahan data foto transek
4	Software Microsoft Excel	perhitungan persentase penutupan terumbu karang



**Gambar 1.** Lokasi penelitian

### Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan dua tahap yaitu: (1) Pengolahan data citra satelit dan analisis data citra satelit; (2) Data lapangan untuk pengamatan kondisi terumbu karang dan analisis data hasil pengamatan.

**a. Pengolahan dan Analisis Data Citra Satelit**

Pengolahan data citra satelit menggunakan *Personal Computer (PC)* atau laptop dengan perangkat lunak *ENVI 5.2*. Data citra satelit yang diolah adalah citra *SPOT-7* perekaman 12 Juni 2016 untuk mengetahui luasan terumbu karang pada tahun 2016. Proses klasifikasi citra dilakukan dengan metode *Supervised Classification* (Adji, 2014). Langkah-langkah dalam melakukan analisis citra satelit yaitu:

- 1) Pembentukan citra komposit dilakukan terlebih dahulu untuk mendapatkan gambaran umum tentang data yang akan diproses. Komposit *RGB* yang digunakan yaitu band 4, 2, dan 1.
- 2) Koreksi geometrik dilakukan untuk mencocokkan koordinat citra dengan koordinat data lapangan dan koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki kualitas visual citra.
- 3) Pemotongan citra untuk membatasi daerah yang akan dianalisis. Area ini yang kemudian akan diklasifikasi habitat terumbu karangnya.
- 4) Metode klasifikasi menggunakan *Supervised Classification* dengan panduan data lapangan yang sudah diketahui persentase penutupan karangnya dan menghasilkan beberapa nilai persentase yang berbeda.
- 5) Data lapangan yang telah diketahui persentase penutupan karangnya, kemudian dipilih nilai dominannya. Nilai dominan tersebut yang digunakan sebagai *training area* untuk klasifikasi terumbu karang.
- 6) Hasil klasifikasi kemudian disajikan dalam bentuk peta.

**b. Pengamatan Kondisi Terumbu Karang**

Pengamatan kondisi terumbu karang dilakukan dengan menggunakan metode foto transek (Giyanto, 2010). Pengambilan data dilakukan secara langsung ke daerah penelitian dengan menggunakan kamera bawah air. Setelah itu foto diolah dengan menggunakan *software CPCe 4.1* untuk menganalisis kondisi terumbu karang berdasarkan persentase penutupan karang hidup. Persentase penutupan karang mengacu pada Gomez dan Yap (1998) seperti terlihat pada Tabel 2. Data parameter fisika kimia pada stasiun pengamatan meliputi data kedalaman, temperatur, salinitas, dan kecerahan. Data tersebut digunakan sebagai pendukung terkait kondisi perairan yang baik atau buruk bagi pertumbuhan terumbu karang.

**Tabel 2.** Kriteria penentuan kondisi terumbu karang

Kondisi	Persentase Penutupan Karang Hidup (%)
Sangat Baik	75-100
Baik	50-74.9
Sedang	25-49.9
Rusak	0-24.9

(Sumber: Gomez &amp; Yap, 1998)

**c. Analisis Kondisi Terumbu Karang**

Analisis kondisi terumbu karang dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pengumpulan data terumbu karang dan analisis foto transek. Pengumpulan data terumbu karang menggunakan metode foto transek (Giyanto, 2010). Pada metode ini, penyelam mengambil foto tutupan terumbu karang menggunakan kamera bawah air (*underwater camera*). Perhitungan persentase tutupan terumbu karang dilakukan dengan menggunakan program *CPCe 4.1*. Foto-foto terumbu karang yang diperoleh dari hasil transek di lapangan, kemudian dianalisis satu per satu untuk mendapatkan data persentase tutupan terumbu karang per foto. Teknik analisis tutupan terumbu karang, yakni dengan mendistribusikan minimal 10 titik secara acak (*random point*) pada tiap foto, kemudian diberi kategori yang diinginkan. Pada penelitian ini, kategori yang digunakan yaitu *coral (CO)*; *seagrass (SA)*; *macroalgae (MA)*; substrat (*SU*); *tape, wand, and shadow*

(TWS). Setelah semua foto selesai dianalisis, akan diperoleh data persentase tutupan terumbu karang secara keseluruhan dengan cara menyimpal file ke dalam format *Excel*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Akurasi Hasil Interpretasi Citra

Uji akurasi dapat mempengaruhi hasil klasifikasi citra. Semakin tinggi akurasi yang didapat, maka akan semakin baik hasil klasifikasi citranya. Teknis klasifikasi untuk citra penginderaan jauh secara umum dibedakan menjadi dua yaitu klasifikasi visual dan klasifikasi digital. Klasifikasi visual dilakukan dengan interpretasi citra secara langsung, sedangkan klasifikasi digital dilakukan dengan metode *supervised/unsupervised* (Marini dkk, 2014).

Pada penelitian ini, klasifikasi yang digunakan dalam klasifikasi citra yaitu menggunakan klasifikasi *supervised maximum likelihood*. Klasifikasi *supervised maximum likelihood* merupakan klasifikasi yang berpedoman pada nilai piksel yang sudah dikategori obyeknya atau dibuat dalam training sampel untuk masing-masing obyek. Pemilihan *training* sampel yang kurang baik dapat menghasilkan klasifikasi yang kurang optimal sehingga akurasi yang diperoleh rendah (Marini dkk, 2014). Dengan demikian, diperlukan uji akurasi dari *training* sampel tersebut. Uji akurasi dari hasil klasifikasi citra dengan menggunakan klasifikasi *supervised maximum likelihood* dan dengan menggunakan verifikasi data lapangan, maka didapatkan akurasi pada penelitian ini yaitu sebesar 69.37 % (*overall accuracy*).

### Luasan Terumbu Karang

Daerah pada citra hasil klasifikasi dibagi menjadi delapan kelas yaitu terumbu karang, darat, laut, pasir, karang mati, makroalga, lamun, dan substrat. Pembagian kelas-kelas tersebut mengacu pada data lapangan di lokasi penelitian yang berupa foto bawah air. Pengolahan citra menggunakan klasifikasi *supervised* dengan *software ENVI 5.2* serta menggunakan *software CPCe 4.1* untuk menganalisis foto bawah air sehingga didapatkan persentase kelas yang diinginkan. Luasan tiap-tiap kelas yang didapat dalam pengolahan citra hasil klasifikasi yaitu luasan terumbu karang sebesar 1.41 km<sup>2</sup>, darat sebesar 1.69 km<sup>2</sup>, laut sebesar 67.25 km<sup>2</sup>, pasir sebesar 2.07 km<sup>2</sup>, karang mati sebesar 0.33 km<sup>2</sup>, makroalga sebesar 1.82 km<sup>2</sup>, lamun sebesar 0.08 km<sup>2</sup>, dan substrat sebesar 2.17 km<sup>2</sup>. Luasan dari delapan kelas diatas disajikan dalam bentuk peta seperti terlihat pada Gambar 2.

### Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Kondisi ekosistem terumbu karang sangat dipengaruhi oleh parameter fisika dan kimia suatu perairan, berdasarkan penelitian yang dilakukan di perairan Pulau Hantu Timur (ST 1), Pulau Hantu Barat (ST 2), Gosong Hantu Barat (ST 3), dan Pulau Papatheo (ST 4) diperoleh data parameter fisika kimia perairan seperti terlihat pada Tabel 3. Parameter-parameter tersebut meliputi temperatur, kecerahan, dan salinitas.

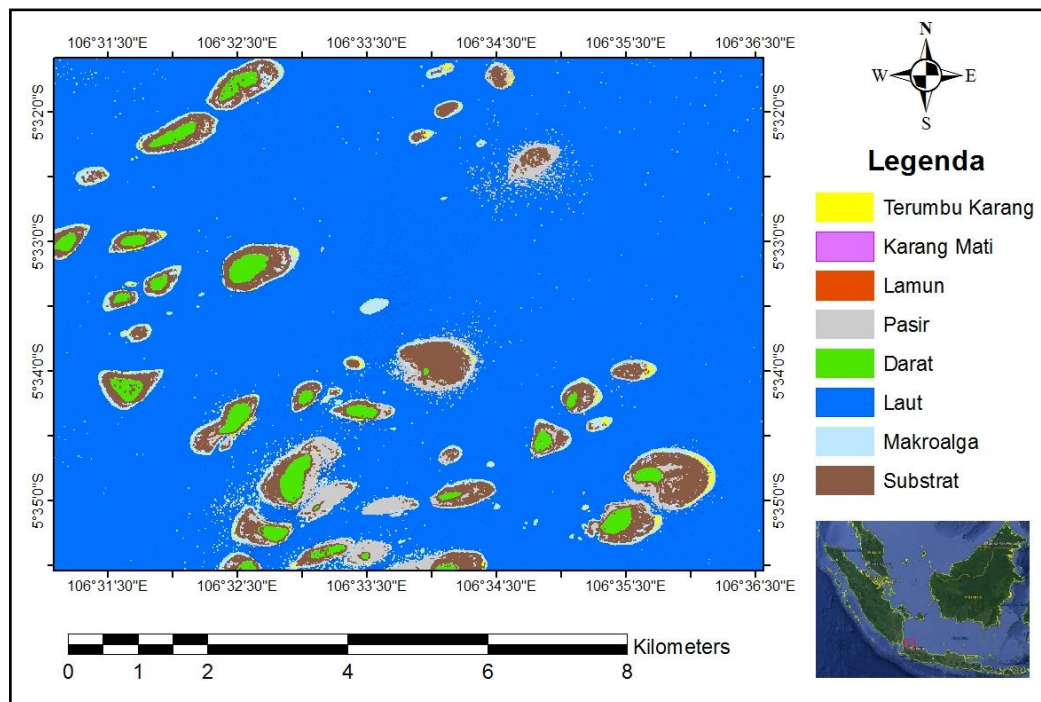
**Tabel 3.** Parameter perairan pada tiap stasiun pengamatan

Parameter	Stasiun			
	1	2	3	4
Kedalaman (m)	3	3	2	3
Temperatur (°C)	29	29	29	28,5
Salinitas (‰)	35	35	35	35
Kecerahan (m)	3	3	2	3

## Seminar Nasional Kelautan XII

"Inovasi Hasil Riset dan Teknologi dalam Rangka Penguatan Kemandirian Pengelolaan Sumber Daya Laut dan Pesisir"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 20 Juli 2017



Gambar 2. Peta Hasil Interpretasi Citra

### a. Temperatur

Menurut Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004, terumbu karang dapat hidup pada kisaran suhu 25-30 °C. Lokasi-lokasi penelitian memiliki kisaran temperatur antara 28-29 °C. Nilai temperatur perairan Pulau Hantu Timur, Pulau Hantu Barat, dan Gosong Hantu Barat yaitu sebesar 29 °C. Perairan Pulau Papatheo memiliki nilai temperatur terendah jika dibandingkan dengan lokasi lainnya yaitu sebesar 28 °C. Berdasarkan Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004, temperatur di perairan Pulau Hantu Timur, Pulau Hantu Barat, Gosong Hantu Barat, dan Pulau Papatheo masih mendukung pertumbuhan terumbu karang.

### b. Kecerahan

Kecerahan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam pertumbuhan terumbu karang. Terumbu karang membutuhkan cahaya untuk fotosintesis oleh *zooxanthellae* (Nybakken, 1992). Semakin tinggi tingkat kecerahan suatu perairan maka semakin besar intensitas cahaya yang dapat menembus ke dalam perairan. Kecerahan di perairan Pulau Hantu Timur, Pulau Hantu Barat, Gosong Hantu Barat, dan Pulau Papatheo yaitu sebesar 100 %. Hal ini menunjukkan bahwa cahaya matahari mampu menembus sampai dasar perairan sehingga proses fotosintesis oleh *zooxanthellae* dapat berlangsung dengan baik dan mendukung pertumbuhan terumbu karang.

### c. Salinitas

Salinitas pada semua lokasi penelitian memiliki nilai yang sama. Perairan Pulau Hantu Timur, Pulau Hantu Barat, Gosong Hantu Barat, dan Pulau Papatheo memiliki nilai salinitas sebesar 35 ‰. Menurut Nybakken (1992), kisaran salinitas normal untuk pertumbuhan terumbu karang yaitu antara 32-35 ‰. Nilai salinitas yang didapatkan pada semua lokasi penelitian memenuhi persyaratan untuk pertumbuhan terumbu karang.

## Analisis Sebaran Kondisi Terumbu Karang

Kondisi terumbu karang pada lokasi penelitian dilihat berdasarkan persentase penutupan karang hidup yang telah dihitung menggunakan software *CPCe* 4.1. Persentase penutupan karang

hidup yang telah terhitung seperti terlihat pada tabel 4. Baik buruknya kondisi terumbu karang berdasarkan persentase penutupan karang hidup mengacu pada Gomez dan Yap (1998) (tabel 3).

**Tabel 4.** Persentase penutupan karang hidup

Stasiun	Persentase (%)
1	33.62
2	31.4
3	50.42
4	16.31

Sesuai dengan hasil perhitungan, didapatkan bahwa persentase penutupan karang hidup yang terbesar yaitu berada di stasiun 3, kemudian persentase terbesar kedua yaitu pada stasiun 1. Pada stasiun 2 memiliki nilai persentase penutupan karang hidup lebih rendah dibandingkan stasiun 1 dan nilai persentase penutupan karang hidup pada stasiun 4 adalah yang paling rendah jika dibandingkan pada semua stasiun. Persentase penutupan karang hidup pada stasiun 1 yaitu sebesar 33,62 % dan persentase penutupan karang hidup pada stasiun 2 yaitu sebesar 31,40 %. Pada stasiun 3 dan stasiun 4, persentase penutupan karang hidupnya yaitu sebesar 50,42 % dan 16,31 %. Pada stasiun 1 dapat dinyatakan terumbu karangnya memiliki kondisi sedang, begitu juga pada stasiun 2. Pada stasiun 3 dapat dikategorikan bahwa kondisi terumbu karangnya adalah baik, sedangkan kondisi terumbu karang di stasiun 4 dinyatakan buruk.

Rusaknya kondisi terumbu karang di stasiun 4 dikarenakan lokasi tersebut digunakan untuk kegiatan pariwisata bawah air. Pulau Papatheo merupakan salah satu pulau di Kepulauan Seribu yang dijadikan sebagai tempat wisata. Yusuf (2013), menyatakan kerusakan terumbu karang di Indonesia lebih banyak disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia dalam pemanfaatan sumber daya lautnya. Selain itu, kegiatan pariwisata bawah air dapat berdampak negatif bagi kondisi terumbu karang jika tidak dikelola dengan baik.

Kondisi terumbu karang pada stasiun 1 dan stasiun 2 yang memiliki lokasi bersebelahan dapat dikategorikan dalam kondisi sedang. Sama halnya dengan Pulau Papatheo, Pulau Hantu Barat dan Hantu Timur juga termasuk salah satu lokasi wisata bawah air di Kepulauan Seribu. Kondisi terumbu karang pada Pulau Hantu Barat dan Hantu Timur dapat dikategorikan sedang karena parameter fisika dan kimia perairan pada stasiun 1 dan stasiun 2 yang mendukung untuk hidupnya terumbu karang. Selain itu, kegiatan pariwisata bawah air pada Pulau Hantu Timur dan Hantu Barat juga dikelola dengan baik sehingga terumbu karang pada lokasi tersebut masih terjaga kondisinya. Pada stasiun 3, kondisi terumbu karangnya termasuk dalam kategori baik. Hal tersebut disebabkan karena nilai parameter fisika dan kimia perairan yang memenuhi syarat untuk terumbu karang hidup. Selain itu, gosong hantu barat bukan termasuk tempat wisata bawah air di Kepulauan Seribu sehingga kondisi terumbu karangnya baik.

## KESIMPULAN

Uji akurasi yang didapatkan pada hasil interpretasi citra yaitu sebesar 69,37 %. Luasan terumbu karang pada Kepulauan Seribu yaitu sebesar sebesar 1,41 km<sup>2</sup>. Kondisi terumbu karang pada stasiun 1 dikategorikan dalam kondisi sedang dengan persentase penutupan karang hidup sebesar 33,62 %. Pada stasiun 2 kondisi terumbu karangnya termasuk dalam kategori sedang dengan persentase penutupan karang hidup sebesar 31,40 %. Kondisi terumbu karang dengan kategori baik yang memiliki persentase penutupan karang hidup sebesar 50,42 % berada pada stasiun 3. Stasiun 4 memiliki kondisi terumbu karang dengan kategori rusak yang memiliki persentase penutupan karang hidup sebesar 16,31 %.

## Seminar Nasional Kelautan XII

"Inovasi Hasil Riset dan Teknologi dalam Rangka Penguatan Kemandirian Pengelolaan Sumber Daya Laut dan Pesisir"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 20 Juli 2017

### DAFTAR PUSTAKA

- Adji, A. S. 2014. Pemetaan Habitat Bentik Perairan Dangkal Pulau Romang Kabupaten Maluku Barat Daya. Prosiding Seminar Nasional *Basic Science* VI. ISSN : 978-602-97552-1-2. Hal 367-374. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura. Ambon.
- Estradivari, Syahril M, Susilo N, Yusri S, Timotius S. 2007. *Terumbu Karang Jakarta, Pengamatan Terumbu Karang Kepulauan Seribu (2004-2005)*. Jakarta : Yayasan TERANGI. Hal 89.
- Giyanto, B.H. Iskandar, D. Soedharma & Suharsono. 2010. Efisiensi dan akurasi pada proses analisis foto bawah air untuk menilai kondisi terumbu karang. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36 (1): 111-130.
- Gomez, E. D. dan H.T. Yap. 1988. *Monitoring Reef Conditions*. In Kenchington, R. A. and B. E. T. Hudson (eds). Coral Reef Management Handbook. UNESCO Regional Office for Science and Technology for South-East Asia. Jakarta. pp. 187-196.
- Kusuma, E. F. 2013. Kondisi Ekosistem Terumbu Karang di Kepulauan Seribu Memprihatinkan. <http://www.detik.com> diakses 01 Mar 2017.
- Marini, Y, Emiyati, Hawariyah, S, dan Hartuti, M. 2014. Perbandingan Metode Klasifikasi *Supervised Maximum Likelihood* dengan Klasifikasi Berbasis Objek untuk Inventarisasi Lahan Tambak di Kabupaten Maros. *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014* hal 505-516.
- Nurdin, N., Prasyad, H., dan Akbar, M. A. S. 2013. Dinamika Spasial Terumbu Karang pada Perairan Dangkal Menggunakan Citra *Landsat* di Pulau Langkai, Kepulauan Spermonde. *Jurnal Ilmiah Geomatika* 19(2):83-89.
- Nybakken JW. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis* (Alih Bahasa oleh: Muh. Eidman, Koesobiono, Dietrich G.B., M. Hutomo, S. Sukardjo). Penerbit PT. Gramedia. Jakarta.
- Santoso, A. D. 2010. Kondisi Terumbu Karang di Pulau Karang Congkak Kepulauan Seribu. *Jurnal Hidrosfir Indonesia* 5(2):73-78. Jakarta
- Wilkinson, C. 2008. *Status of Coral Reefs of the World. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Center*. Townsville, Australia. 296p.
- Yusuf, M. 2013. Kondisi Terumbu Karang dan Potensi Ikan di Perairan Taman Nasional Karimunjawa, Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina* 2:54-60. <http://www.menlh.go.id/selamatkan-terumbu-karang-sekarang/> diakses 04 Feb 2017.