

## ANALISA LUASAN TERUMBU KARANG BERDASARKAN PENGOLAHAN DATA CITRA SATELIT LANSAT 8 MENGGUNAKAN ALGORITMA LYZENGA

Laila Martina Azka<sup>1)</sup>, Lis Diana Mustafa<sup>2)</sup>, Putri Elfa Mas'udia<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang  
\*)e-mail: laila.martinaa@gmail.com

---

---

### Abstrak

Indonesia memiliki potensi sumberdaya hayati yang tak ternilai harganya baik dari segi ekonomi dan ekologi, salah satunya yaitu sumberdaya terumbu karang. Untuk mengetahui kondisi ekosistem terumbu karang di perairan Indonesia sebagai upaya monitoring maupun memantau menggunakan data penginderaan jauh. Tujuan dari penelitian ini yaitu pembuatan Sistem Informasi melalui Website yang dapat membantu pengguna dalam mengakses informasi dengan efektif dan efisien. Masukkan dalam website ini berupa data hasil pengolahan, dan untuk keluarannya sendiri berupa tampilan data maupun informasi-informasi dari data hasil pengolahan serta beberapa rekomendasi upaya-upaya yang dapat dilakukan dalam pengelolaan terumbu karang sesuai keadaan.

Dengan memanfaatkan data citra *Satelit Landsat 8*, dasar perairan tidak dapat diamati secara langsung karena dipengaruhi oleh serapan dan hamburan pada lapisan permukaan air. Dalam pengolahan citra satelit untuk pemetaan terumbu karang, terdapat beberapa metode yang bisa digunakan. Salah satunya adalah *Algoritma Lyzenga*. Metode *Algoritma Lyzenga* dikenal dengan nama metode *depth-invariant index* atau metode *water column correction* (koreksi kolom air). Koreksi kolom air bertujuan untuk mengeliminasi kesalahan identifikasi spektral habitat karena faktor kedalaman. Metode ini menghasilkan indeks dasar yang tidak dipengaruhi kedalaman dan berhasil baik pada perairan dangkal yang jernih seperti di wilayah habitat terumbu karang (Maritorena, 1996). Pengaruh ini dapat dihitung, jika setiap titik di suatu wilayah diketahui untuk menghasilkan nilai *depth invariant indeks* yang dimana nilai tersebut dapat membedakan objek pada dasar perairan, sehingga diketahui tutupan karang yang diuji menurut PERKA BIG(2014) keakuratannya dengan metode *Stop and Go* untuk memantau obyek dasar perairan secara cepat dan dapat digunakan untuk validasi maupun pengumpulan data ekologi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa data hasil pengolahan citra memiliki tingkat ketelitian peta untuk Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil sebesar 77,78% sedangkan tingkat ketelitian peta untuk Pulau Karimunjawa dan Kemujang sebesar 72,23%. Dan dari data yang diolah diketahui untuk tutupan terumbu karang secara umum mengalami kenaikan dari tahun 2014 hingga tahun 2018, untuk Pulau Karimunjawa dan Kemujan mengalami kenaikan sebesar 17,4% untuk Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil hanya mengalami sedikit kenaikan sebesar 0,27% dan untuk Pulau Bunaken mengalami kenaikan sebesar 9,1%. Dan ada satu pulau yang diolah mengalami penurunan yaitu Pulau Bunaken sebesar 4,5%.

**Kata kunci:** Terumbu Karang, Penginderaan Jauh, Metode *Algoritma Lyzenga*, Metode *Stop and Go*

---

---

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang memiliki lautan yang sangat luas, diperkirakan 70% luasan Indonesia hampir ditutupi oleh lautan. LIPI menulis data terbaru status kondisi terumbu karang Indonesia pada 2017. Hasil pengamatan terbaru ini menunjukkan kondisi terumbu karang di perairan Indonesia perlu diwaspadai.

Untuk menjaga kondisi terumbu karang maka dapat dilakukan berbagai upaya konservasi. Untuk melakukan upaya konservasi terumbu karang salah satunya adalah pemantauan dengan

menggunakan data penginderaan jauh. Selain praktis dan ekonomis data penginderaan jauh memiliki kelebihan yaitu dapat memantau dengan jarak pandang yang luas.

Selama ini penelitian tentang terumbu karang menggunakan sistem penginderaan jauh memang tidak jarang dilakukan, tetapi biasanya data-data yang telah diolah tersebut hanya sebatas disimpan secara pribadi tanpa adanya sebuah wadah yang dapat menyimpan data tersebut secara Sistem Informasi.

#### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas tersebut maka didapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengubah data citra satelit menjadi data dan gambar yang mudah dipahami oleh pengguna?
2. Bagaimana sistem yang dibuat dapat menampilkan data citra yang telah diolah dari tahun 2013 hingga tahun 2018?
3. Bagaimana sistem dapat memberi rekomendasi tentang upaya yang dapat dilakukan berdasarkan hasil analisa luasan terumbu karang yang telah diperoleh?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut

1. Memahami proses pengolahan citra satelit untuk mendeteksi sebaran terumbu karang yang mudah dipahami oleh pengguna
2. Mengetahui perubahan dari tahun 2013 sampai 2018 untuk sebaran terumbu karang dari data hasil citra yang telah diolah
3. Dapat membuat sistem yang bisa memberikan informasi kepada masyarakat luas tentang data hasil data sebaran terumbu karang
4. Dapat memberikan rekomendasi tentang upaya yang dapat dilakukan berdasarkan kondisi hasil data pengolahan sebaran terumbu karang

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Citra

Pengolahan citra (*image Processing*) merupakan proses mengolah piksel-piksel di dalam citra digital untuk tujuan tertentu. Pada awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer serta munculnya ilmu-ilmu komputasi yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra.

2.2 Penginderaan jauh

Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi atau fenomena alam melalui analisis suatu data yang diperoleh dari hasil rekaman objek, daerah, atau fenomena yang dikaji. Perekaman atau pengumpulan data penginderaan jauh (sensor) yang dipasang pada pesawat terbang atau satelit.

2.3 Koreksi Radiometrik

Koreksi geometrik dan radiometrik adalah koreksi data citra satelit yang terfokus pada

perbaikan data perekaman. Untuk menghilangkan noise tersebut dapat digunakan koreksi radiometrik Top of Atmosfer (ToA). Koreksi ToA merupakan perbaikan akibat distorsi radiometrik yang disebabkan oleh posisi matahari.

$$\rho\pi = \rho\pi' / (\cos(\theta SZ)) = \rho\pi' / (\sin(\theta SE))$$

dimana:

$\rho\pi$  = ToA reflektansi

$\theta SE$  = sun elevation

$\theta SZ$  = sudut zenith matahari,  $\theta SZ = 90^\circ - \theta SE$

2.4 Karakteristik Satelit Landsat

Landsat merupakan satelit bumi yang telah lama beroperasi untuk melakukan perekaman semua objek yang ada di bumi. Landsat Data Continuity Mission (LDCM) atau dikenal juga dengan nama Landsat 8 merupakan satelit generasi terbaru dari Program Landsat. Satelit ini merupakan *project* gabungan antara USGS dan NASA beserta NASA Goddard Space Flight Center dan diluncurkan pada hari Senin, 11 Februari 2013 di Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg, California – Amerika Serikat.

Tabel 2.1 berikut ini merupakan daftar spesifikasi setiap kanal pada Landsat 8.

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Landsat 8

No. Kanal	Kategori Kanal	Resolusi Spasial	Resolusi Temporal	Spesifikasi Kanal
Band 1 - Coastal Color	0,443 - 0,465	30	16	Salah satu kanal warna satelit
Band 2 - Blue	0,450 - 0,510	30	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit
Band 3 - Green	0,555 - 0,600	30	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit
Band 4 - Red	0,630 - 0,670	30	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit
Band 5 - Red Edge 1	0,650 - 0,680	30	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit
Band 6 - Red Edge 2	0,680 - 0,740	30	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit
Band 7 - Cirrus	1,240 - 1,245	30	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit
Band 8 - Shortwave Infrared 1	2,13 - 2,13	30	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit
Band 9 - Shortwave Infrared 2	2,13 - 2,13	30	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit
Band 10 - Thermal Infrared	10,40 - 10,40	100	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit
Band 11 - Thermal Infrared 2	11,45 - 11,45	100	16	Salah satu kanal warna satelit, menggunakan teknologi sensor satelit

Sumber : NASA (2013) dan <http://terra-image.com/band-landsat/>

2.5 Algoritma Lyzenga

Tranformasi algoritma Lyzenga adalah suatu rumus untuk menghasilkan nilai depth invariant indeks yang dimana nilai tersebut dapat membedakan objek pada dasar perairan. Berikut rumus Lyzenga (Arif, 2013) :

$$Y = \ln(TM1) + ki/kj \ln(TM2)$$

Keterangan :

- Y : citra hasil ekstraksi dasar perairan
- TM1 = nilai digital kanal 1 (Landsat TM)
- TM2 = nilai digital kanal 2 Landsat TM
- ki/kj = nilai koefisien atenuasi

Dimana, nilai ki/kj didapatkan dari rumus

$$ki/kj = a + \sqrt{(a^2 + 1)}$$

Dan nilai a sendiri di dapat dari rumus

$$a = \frac{\text{var TM1} - \text{var TM2}}{2 + \text{covar TM1 TM2}}$$

Keterangan :

- Var = nilai ragam dari nilai digital
- Covar = nilai koefisien keragaman dari nilai digital.

### 2.6 Metode Stop and Go

Metode Stop and Go digunakan untuk memantau obyek dasar perairan secara cepat dan dapat digunakan untuk validasi maupun pengumpulan data ekologi.

Untuk mengetahui seberapa akurat hasil klasifikasi citra yang telah dilakukan, uji akurasi dilakukan melalui matriks kesalahan (error matrix), untuk bisa melaksanakan itu diperlukan dua data yakni: image hasil klasifikasi yang akan diuji akurasi dan data lapangan (ground truth data) sebagai referensi.

### 2.7 Persentase Luasan Tutupan Terumbu Karang

Untuk mengetahui prosentase tutupan terumbu karang maka data yang digunakan adalah data karang hidup dibandingkan dengan data keseluruhan. Cara menghitung tutupan terumbu karang sebagai berikut

$$\text{Tutupan Terumbu Karang} = \frac{\text{Terumbu Karang Hidup}}{\text{Terumbu Karang Hidup} + \text{Terumbu Karang Mati} + \text{Pasir}} \times 100\%$$

Kriteria prosentase tutupan terumbu karang mengacu pada Keputusan Menteri tentang kriteria baku kerusakan terumbu karang dengan kategori hasil akhir dari pengolahan data (persen tutupan karang) dapat dikelompokkan ke dalam 4 (empat) kategori seperti yang tersaji dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria Hasil Kerusakan Terumbu Karang

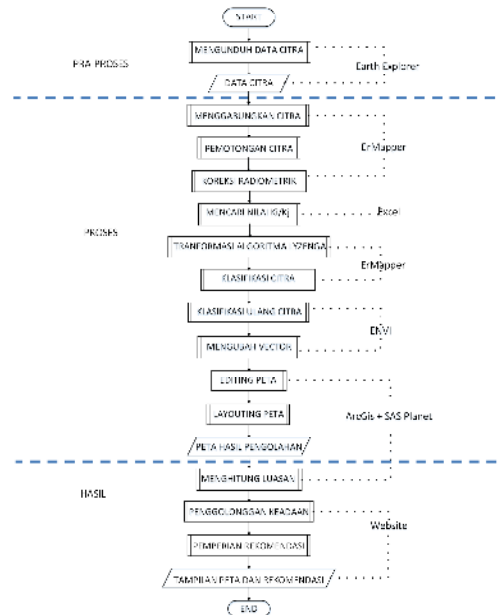
Parameter	Kriteria baku kerusakan terumbu karang (%)		
	Rusak	Buruk	0 - 24,9
Tutupan karang hidup	Buruk	Sedang	25 - 49,9
		Sedek	50 - 74,9
		Baik Sekali	75 - 100

Sumber : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001

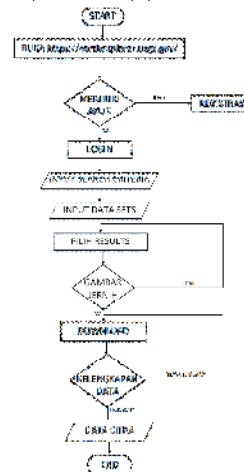
## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Flowchart Sistem

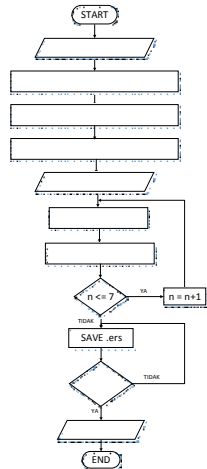
Dan untuk perancangan aplikasi tersebut untuk memperoleh data yang akurat dan untuk mempermudah pembuatan sistem dibuat flowchart perencanaan sistem yang digambarkan pada Gambar 3.3 dibawah



Gambar 3.2 Flowchart Sistem 3.2 Mengunduh Data Citra



Gambar 3.4 Flowchart Mengunduh Data Citra 3.3 Koreksi Radiometrik



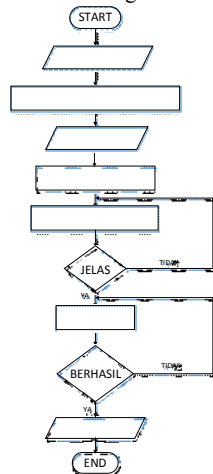
Gambar 3.7 Flowchart Radiometrik

### 3.4 Mencari Nilai Ki/Kj



Gambar 3.8 Flowchart Mencari Ki/Kj

### 3.5 Transformasi Algoritma Lyzenga



Gambar 3.9 Flowchart Transformasi Algoritma Lyzenga

## IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Uji Akurasi

Sesuai dengan peraturan ketua Badan Informasi Geospasial nomor 8 tahun 2014 tentang pedoman teknis dan pengolahan data geospasial habitat dasar pengolahan perairan dangkal. Survey lapang (Ground check) dilaksanakan pada tanggal 15 Mei 2018 sampai 18 Mei 2018 kemudian untuk data citra satelit pengolahan terumbu karang pada tahun terakhir yang divalidasi adalah pada pengambilan bulan April 2018.

Berikut merupakan penentuan titik lokasi untuk peta validasi pemetaan terumbu karang dengan menggunakan metode Random sampling.

Tabel 4.1 Hasil Uji Akurasi Pulau Menjangan

Kelas	Karang Hidup	Karang Mati	Pasir	Kelas Benar	Total	Komisi	Ketelitian Produser
Karang Hidup	24	5	1			20	80
Karang Mati	3	26	1			13,33	86,67
Pasir	5	5	20			33,33	66,67
				70			
Total	32	36	22		90		
Omisi	25	27,78	9,1				
Ketelitian Pengguna	75	72,22	90,90				77,78

Tabel 4.2 Hasil Uji Akurasi Pulau Karimunjawa dan Kemungang

Kelas	Karang Hidup	Karang Mati	Pasir	Kelas Benar	Total	Komisi	Ketelitian Produser
Karang Hidup	23	5	2			23,33	76,67
Karang Mati	3	22	5			26,67	73,33
Pasir	4	6	20			33,33	66,67
				65			
Total	30	33	27		90		
Omisi	23,33	33,33	25,93				
Ketelitian Pengguna	76,67	66,67	74,07				72,23

Pada dua tabel di atas dapat diperoleh nilai akurasi adalah 77,78% dan 72,23 % yang artinya peta memenuhi batas dari standar tingkat keakuratan yaitu sebesar 70% .

### 4.2 Hasil Pengolahan Data

Dari data yang telah diolah didapat informasi tentang luasan sebagai berikut

Tabel 4.3 Perkiraan Luasan Perkiraan Luasan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil (dalam m<sup>2</sup>)

KELAS	2014	2015	2016	2017	2018
KARANG HIDUP	1064700	952200	917533.9977	1149639.139	1190700
KARANG MATI	936000	1242000	707528.6721	735983.935	999900
PASIR	1926000	2111400	2359630.654	2541024.827	2156400
TOTAL KELAS	3926700	4305600	3984693.324	4426647.901	4347000

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa Luasan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil dari tahun 2014 hingga tahun 2018 mengalami peningkatan sebesar 420300m<sup>2</sup> meskipun sempat ada penurunan pada tahun 2016.

**Tabel 4.4** Perkiraan Luasan Pulau Karimunjawa dan Pulau Kemujan (dalam m<sup>2</sup>)

KELAS	2014	2015	2016	2017	2018
KARANG HIDUP	7908717.389	9145837.707	8484500.822	7176309.361	12771834.31
KARANG MATI	8073294.974	7600418.463	5471086.699	3730793.049	5925068.512
PASIR	5705356.279	5798164.624	11612120.73	8271915.378	5008746.64
TOTAL KELAS	21687988.64	22544420.79	25567708.25	21179017.79	23705669.47

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa Luasan Pulau Karimunjawa dan Pulau Kemujan dari tahun 2014 hingga tahun 2018 mengalami peningkatan sebesar 2018300.83 m<sup>2</sup>. Dari data diatas luasan paling besar berada pada tahun 2016 dengan luas 25567708.25 m<sup>2</sup>.

**Tabel 4.4** Perkiraan Luasan Pulau Sempu (dalam m<sup>2</sup>)

KELAS	2014	2015	2016	2017	2018
KARANG HIDUP	375255.6188	274463.3423	641377.8752	393327.7408	345016.1833
KARANG MATI	134406.4596	107085.6975	290904.2142	430230.3435	32429.71958
PASIR	285049.9412	317657.5732	486341.4108	540938.1515	235115.4669
TOTAL KELAS	794712.0197	699206.613	1418623.5	1364496.236	612561.3698

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa Luasan Pulau Sempu dari tahun 2014 hingga tahun 2018 mengalami penurunan sebesar 182150.6499m<sup>2</sup>. Dari data diatas luasan paling besar berada pada tahun 2017 dengan luas 1364496.236 m<sup>2</sup>.

**Tabel 4.4** Perkiraan Luasan Pulau Bunaken (dalam m<sup>2</sup>)

KELAS	2014	2015	2016	2017	2018
KARANG HIDUP	375255.6188	274463.3423	641377.8752	393327.7408	345016.1833
KARANG MATI	134406.4596	107085.6975	290904.2142	430230.3435	32429.71958
PASIR	285049.9412	317657.5732	486341.4108	540938.1515	235115.4669
TOTAL KELAS	794712.0197	699206.613	1418623.5	1364496.236	612561.3698

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa Luasan Pulau Bunaken dari tahun 2014 hingga tahun 2018 mengalami penurunan sebesar 1535057.367m<sup>2</sup> meskipun tiap tahunnya ada luasan yang mengalami peningkatan tapi ada juga yang mengalami pengurangan.

**Tabel 4.5** Perubahan Luasan (dalam %)

	2014	2015	2016	2017	2018
KARIMUNJAWA	36.47	40.57	33.18	33.88	53.87
MENJANGAN	27.12	22.11	23.05	25.97	27.39
SEMPU	47.22	39.25	45.21	28.83	56.32
BUNAKEN	36.56	29.56	28.08	36.50	32.06

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa tutupan terumbu karang secara umum mengalami kenaikan dari tahun 2014 hingga tahun 2018 kecuali untuk Pulau Bunaken mengalami penurunan sebesar 4,5%.

Untuk Pulau Karimunjawa dari tahun 2014 sampai 2017 berada pada kategori Rusak Sedang. Untuk tahun 2018 mengalami perubahan kategori menjadi Baik. Sedangkan untuk Pulau Menjangan

selama 5 tahun tetap masuk kedalam kategori Rusak Sedang meskipun tutupannya mengalami kenaikan sebesar 0,27%. Selanjutnya untuk Pulau Sempu sama seperti Pulau Karimunjawa yaitu mengalami perubahan kategori yang selama 4 tahun kedalam kategori Rusak Sedang, pada tahun terakhir berubah menjadi Baik. Dan yang terakhir untuk Pulau Bunaken meskipun ada kenaikan dan penurunan namun masih masuk kedalam kategori Rusak Sedang.

4.3 Pemberian Keputusan

Setelah kita ketahui terumbu karang di daerah tersebut tergolong dalam kriteria apa maka kita memberikan rekomendasi upaya yang dapat dilakukan dalam menjaga keadaan terumbu karang sesuai dengan tabel berikut

**Tabel 4.5** Aturan rekomendasi

Kategori	Rekomendasi	Aturan Rekomendasi
Rusak Sedang	Rehabilitasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rehabilitasi</li> <li>1. Meneliti</li> <li>2. Aktif (Pencatatan Kondisi)</li> <li>3. Tidak Toleran / Kasus</li> <li>• Menetapkan Ketersediaan</li> </ul>
Rusak Berat	Rehabilitasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penetapan Ketersediaan</li> <li>• Rehabilitasi</li> <li>• Meneliti</li> </ul>
Baik	Rehabilitasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rehabilitasi</li> <li>• Meneliti</li> <li>• Rehabilitasi Aktif</li> </ul>
	Neurovase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanaman Karang Lantai</li> <li>• Tanaman Karang Lantai</li> <li>• Tanaman Bunaken</li> </ul>
Baik, Sebaik	Konservasi	(Agar Tidak Lupa)

4.4 Alamat Website



**Gambar 4.26** Alamat Website

Agar dapat mengunjungi dan mendapatkan informasi website yang telah dibuat,

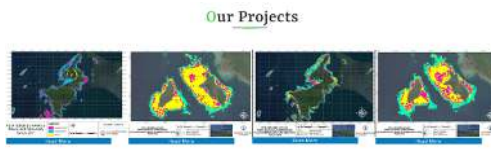
4.5 Tampilan Website



**Gambar 4.2** Title Website



Gambar 4.3 Header Website



Gambar 4.6 ProjectWebsite

#### 4.6 Halaman Management Admin



Gambar diatas adalah menu-menu yang ada pada halaman admin dimana admin dapat melakukan create atau edit layanan informasi yang ada pada website.

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Cara mengubah data citra satelit menjadi data dan gambar oleh pengguna yaitu dengan melakukan pengolahan citra, pertama dengan menggunakan teknik penajaman citra yaitu dengan Rumus Radiometrik dan Algoritma Lyzenga.. dan setelah itu dilakukan Interpretasi Citra. Dan agar lebih mudah dipahami pengguna maka dilakukan Editing dan Penataan Layout.
2. Sistem yang dibuat untuk menampilkan data citra yang telah diolah yaitu dengan membuat sebuah website menggunakan framework Laravel dengan bahasa PHP, selain itu sistem dapat digunakan sebagai wadah menyimpan dan menyalurkan ke khalayak umum.
3. Sistem dapat memberikan rekomendasi tentang upaya yang dapat dilakukan menurut hasil yang diolah dengan cara menghitung tutupan karang di daerah tersebut. Setelah diketahui jumlah tutupan, maka dikategorikan sesuai aturan dan diberikan rule sesuai kategorinya.
4. Website dapat dijalankan sesuai perencanaan dan keakuratan peta yang telah diolah berada diatas 70%
5. Perkiraan luasan terumbu karang untuk Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil pada tahun 2017 dan 2018 ada yang mengalami penurunan, namun ada yang

mengalami peningkatan. Secara umum pada daerah tersebut di dominasi oleh pasir dan menurut pengolahan ini pada tahun tersebut berstatus Rusak Sedang.

### 5.2. Saran

Rancangan yang telah dibuat ini masih perlu adanya perbaikan atau pengembangan agar lebih baik lagi, diantaranya

1. Proses pengolahan data citra satelit untuk sebaran terumbu karang diperlukan ketelitian dalam penentuan region-region, dengan mendapat ketelitian yang lebih homogen.
2. Dapat menggunakan citra satelit dengan resolusi yang lebih tinggi
3. Dapat membuat pengolahan terumbu karang dengan aplikasi maupun bahasa pemrograman yang lain
4. Dapat lebih dirincikan lagi upaya-upaya pencegahan yang dapat dilakukan

## DAFTAR PUSTAKA

- Addi Wafa. 2015. "Pemetaan Daerah Rawan Longsor Berbasis GIS di Kota Batu". Skripsi Tidak Dipublikasikan. Malang : Politeknik Negeri Malang.
- Agung Setyo Mukti. 2016. "Analisis Perubahan Luasan Terumbu Karang dan Kondisi Lingkungan di Perairan Pulau Karimunjawa dan Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjawa". Skripsi Tidak Dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- Anita Kusuma Wardhani. 2016. "Analisis Perubahan Luasan Tutupan Karang dan Faktor yang Mempengaruhi di Perairan Menjangan Besar dan Menjangan Kecil, Taman Nasional Karimunjawa". Skripsi Tidak Dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- Dahuri, R., J. Rais., S. Ginting., dan M.J. Sitepu, 2001. Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu, Pradnya Paramita, Jakarta
- Dr. Ir. Guntur, M.S., Dita Prasetyo, Wawan. 2012. *Pemetaan Terumbu Karang*. Bogor : Ghalia Indonesia.
- Lyzenga, R.D. 1978. Shallow Water Bathymetry Using Combined Lidar and Passive Multispectral. Scanner Data. Int. J. Remote Sensing.
- M. Ghufroon H. Kordi K. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta : Rineka Cipta.
- NASA. 2013. Landsat Data Continuity Missi on.[http:// www.nasa.gov](http://www.nasa.gov). Diakses pada 5 Febuari 2018.

- Prayuda, Bayu. 2014. Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal. Jakarta : LIPI.
- Taufik Rivai Irkhani. 2016. "*Studi Perubahan Luasan Terumbu Karang dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Perairan Pulau Pramuka Kepulauan Seribu, Jakarta*". Skripsi Tidak Dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya

