

**ANALISIS PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG PULAU GILI
KETAPANG KABUPATEN PROBOLINGGO JAWA TIMUR MENGGUNAKAN
CITRA SATELIT LANDSAT**

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Oleh :

AGUNG WICAKSONO

105080601111010

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015



**ANALISIS PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG PULAU GILI
KETAPANG KABUPATEN PROBOLINGGO JAWA TIMUR MENGGUNAKAN
CITRA SATELIT LANDSAT**

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

Oleh :

AGUNG WICAKSONO

105080601111010



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

ANALISIS PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG PULAU GILI
KETAPANG KABUPATEN PROBOLINGGO JAWA TIMUR MENGGUNAKAN
CITRA SATELIT LANDSAT

SKRIPSI

Oleh:

AGUNG WICAKSONO

105080601111010

Menyetujui,
Dosen Penguji I

Ir. Aida Sartimbul, M.Sc, Ph.D
NIP. 19680901 199403 2 001
Tanggal:

Menyetujui,
Dosen Penguji II

Oktiyas Muzaky Luthfi, ST, M.Sc
NIP.19791031 200801 1 007
Tanggal:

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D
NIP. 19621220 198803 1 004
Tanggal:

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc
NIP. 19801005 200501 1 002
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP.
NIP. 196306081987031003
Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar- benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakkan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 23 Januari 2015

Mahasiswa

Agung Wicaksono

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Sebagai bentuk rasa syukur kepada Allah SWT, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D dan Bapak M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc selaku dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, waktu dan kesabaran yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Dosen - dosen Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya sebagai acuan saya untuk menjalani perkuliahan. Staf - staf akademik yang sudah membantu dalam kelancaran perkuliahan saya.
3. Bapak Arief Setiyanto S.Pi, M.Sc, Pratama Diffi Samuel S.Pi, Andi Harwi Pratama S.Pi, dan Hagi Olafpraba yang sudah membantu penulis dalam survey dan penulisan skripsi ini. Dan teman-teman Fishdic FPIK UB angkatan X yang menjadi tempat belajar saya selama masa kuliah di FPIK UB.
4. Kepada Bapak Tedy selaku komisaris PT. Dinamika Oceanik Konsula dan Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Probolinggo yang sudah memberikan bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Terima Kasih kepada Bapak Giyono Wiji Utomo dan Ibu Rubiyanti, yang telah memberikan do'a semangat selama kuliah ini, serta memberikan motivasi untuk menyelesaikan laporan ini dan juga adik-adik tercinta.
6. Teman-teman seperjuangan, kakak-kakak tingkat, dan adik-adik tingkat IK UB yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Dan teman-teman yang sering bertukar ilmu. Sukses buat kalian semua Keluarga Besar Ilmu Kelautan UB dari angkatan 2008 sampai dengan 2014. Teman-teman kepanitian yang sudah memberikan banyak pelajaran berharga selama masa kuliah saya.
7. Teman-teman kos Asparaga terutama ibu dan pak Didik yang sudah memberikan fasilitas. Lamer, Acil, Mamet, Lukman, Hegar, Sonta, dll yang sudah membantu dalam hal informasi dan bantuan moril dalam penyelesaian skripsi ini. Serta para wanita-wanita yang memberikan support dalam perjalanan masa kuliah penulis.

Terima kasih sekali lagi penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik berupa moril ataupun spiritual, sehingga kegiatan penelitian skripsi ini dapat dijalani penulis dengan lancar dan tanpa rintangan yang berarti. Penulis memohon maaf Karena tidak dapat mencantumkan satu per satu disini. Namun bukan berarti penulis melupakan segala bantuan yang diberikan kepada penulis.

Malang, 23 Januari 2015

Penulis



RINGKASAN

AGUNG WICAKSONO.105080601111010. Analisa Perubahan Luasan Terumbu Karang Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo Jawa Timur Dengan Menggunakan Citra Satelit Landsat (dibawah bimbingan **Bambang Semedi dan M. Arif Zainul Fuad**).

Propinsi Jawa Timur merupakan salah satu sentra kegiatan ekonomi yang menghubungkan Kawasan Barat Indonesia (KBI) dengan Kawasan Timur Indonesia (KTI). Dengan berkembangnya kegiatan ekonomi pada wilayah Jawa Timur khususnya Kabupaten Probolinggo, intervensi terhadap kehidupan biota laut khususnya terumbu karang terus meningkat. Terumbu karang di Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur, terancam punah. Banyaknya aksi pencurian terumbu karang baik untuk keperluan ekonomi maupun konstruksi, membuat terumbu karang makin berkurang. Salah satu cara pengelolaan yang dapat dilakukan adalah melakukan pemantauan terumbu karang secara berkala untuk mempelajari perubahan yang terjadi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Survey Lapangan, Penginderaan Jauh, dan Simulasi Statistik Perubahan Luasan. Metode Survey Lapangan yang digunakan menggunakan metode *Ground Check* dan *Line Intercept Transect*. Penginderaan Jauh yang digunakan adalah pengolahan Citra Satelit Landsat 7 ETM+ tahun 1999, 2004, 2009 dan Landsat 8 OLI tahun 2014. Simulasi statistik yang digunakan adalah *Trend Linear*.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah terumbu karang pada Pulau Gili Ketapang rata-rata berada dalam kondisi sedang sampai buruk. Dengan tingkat perubahan luasan dari tahun 1999 sampai dengan 2014 dari 32,58 hektar menjadi 23,82 hektar. Tingkat perubahan luasan terumbu karang pada penelitian ini cenderung turun dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2014.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis telah menyelesaikan Laporan Skripsi. Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi (Penelitian) yang berjudul “Analisa Perubahan Luasan Terumbu Karang Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo Jawa Timur Dengan Menggunakan Citra Satelit Landsat”. Didalam penulisan ini, disajikan pokok bahasan tentang kondisi terumbu karang Pulau Gili Ketapang, perubahan luasan terumbu karang Pulau Gili Ketapang dan simulasi prediksi kerusakan terumbu karang pada Pulau Gili Ketapang.

Demikian Laporan Skripsi (Penelitian) ini disusun, penulis berharap semoga laporan ini dapat menjadi salah satu sumber pengetahuan. Penulis selalu mengharap kritik dan saran demi kesempurnaan laporan ini. Semoga bermanfaat bagi kita semua dan dapat memberikan kontribusi pada masyarakat pada umumnya, serta bagi penulis khususnya.

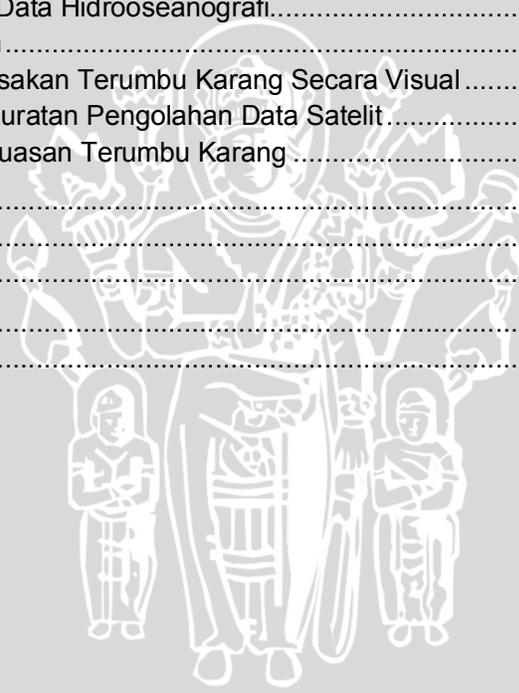
Malang, 23 Januari 2015

Agung Wicaksono

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kondisi Umum Wilayah	5
2.2. Terumbu Karang	5
2.2.1. Deskripsi Terumbu Karang	5
2.2.2. Fungsi Terumbu Karang	6
2.3. Faktor Oseanografi	7
2.3.1. Suhu	7
2.3.2. Salinitas	7
2.3.3. Cahaya	8
2.3.4. Pasang Surut	8
2.4. Ancaman Terhadap Terumbu Karang	9
2.4.1. Perubahan Iklim	9
2.4.2. Aktifitas Manusia	10
2.4.3. Faktor Alami	10
2.5. Penginderaan Jauh	11
2.5.1. Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)	12
2.5.2. Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)	14
2.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1. Waktu dan Tempat	16
3.2. Data dan Peralatan	16
3.2.1. Data	16
3.2.2. Peralatan	17
3.3. Metodologi Penelitian	18
3.3.1. Pengumpulan Data Digital	18
3.3.2. Metode Pengolahan Data Digital	19
3.3.2.1 Komposit Citra	19
3.3.2.2 Pemotongan citra	19

3.3.2.3. Transformasi Citra	19
3.3.2.4 Klasifikasi Citra	20
3.3.3 Survey Lapangan	20
3.3.4 Perhitungan Luasan	22
3.3.5 Analisa Trend Perubahan Luasan	23
3.6. Skema Kerja	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Hasil Penelitian	25
4.1.1. Gambaran Lokasi Penelitian	25
4.1.2. Validasi Data Ground Check	25
4.1.3. Perhitungan Prosentase Tutupan Terumbu Karang	26
4.1.4. Hasil Pengolahan Data Citra Satelit	30
4.1.5. Perhitungan Perubahan Luasan Terumbu Karang	36
4.1.6. Uji Akurasi	40
4.1.7. Trend Perubahan Luasan	41
4.1.8. Pengolahan Data Hidrooseanografi	43
4.2. Pembahasan	48
4.2.1 Analisa Kerusakan Terumbu Karang Secara Visual	48
4.2.2 Tingkat Keakuratan Pengolahan Data Satelit	51
4.2.3 Perubahan Luasan Terumbu Karang	51
BAB 5. PENUTUP	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	58



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi pada Landsat 7 ETM+.....	13
Tabel 2. Spesifikasi Landsat 8.....	14
Tabel 3. Data Citra Satelit.....	19
Tabel 4. Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang.....	22
Tabel 5. Data Hasil <i>Ground Check</i> Wilayah Penelitian.....	26
Tabel 6. Koordinat Lokasi Pengambilan Data Tutupan Terumbu Karang.....	27
Tabel 7. Hasil Perhitungan Tutupan Terumbu Karang Stasiun LIT1.....	28
Tabel 8. Hasil Perhitungan Tutupan Terumbu Karang Stasiun LIT2.....	28
Tabel 9. Hasil Perhitungan Tutupan Terumbu Karang Stasiun LIT3.....	29
Tabel 10. Hasil Perhitungan Tutupan Terumbu Karang Seluruh Stasiun.....	30
Tabel 11. Perhitungan Nilai Transformasi Citra Satelit.....	31
Tabel 12. Perkiraan Perhitungan Luasan Terumbu Karang Tahun 1999.....	36
Tabel 13. Perkiraan Perhitungan Luasan Terumbu Karang Tahun 2004.....	37
Tabel 14. Perkiraan Perhitungan Luasan Terumbu Karang Tahun 2009.....	38
Tabel 15. Perkiraan Perhitungan Luasan Terumbu Karang Tahun 2014.....	38
Tabel 16. Perkiraan Keseluruhan Perubahan Luasan Dari Tahun 1999 – 2014.....	39
Tabel 17. Hasil Uji Akurasi Data Pengolahan Citra Satelit dan Data Lapang.....	41
Tabel 18. Perubahan Luasan Terumbu Karang.....	41
Tabel 19. Perbandingan Hasil Uji Akurasi Citra Satelit Dan Data Lapang.....	51
Tabel 20. Komposisi Penggabungan Kanal Citra Satelit.....	59
Tabel 21. Simbol Dan Klasifikasi Substrat Perairan.....	64
Tabel 22. Hasil Perhitungan Nilai Statistik Landsat 7 ETM+ 1999.....	65
Tabel 23. Hasil Perhitungan Nilai Statistik Landsat 7 ETM+ 2004.....	66
Tabel 24. Hasil Perhitungan Nilai Statistik Landsat 7 ETM+ 2009.....	67
Tabel 25. Hasil Perhitungan Nilai Statistik Landsat 8 OLI 2014.....	68
Tabel 26. Hasil Survey Prosentase Tutupan Terumbu Karang.....	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Sistem Penginderaan Jauh	12
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian	17
Gambar 3. Metode Line Intercept Transect (LIT).....	21
Gambar 4. Skema Kerja Penelitian	24
Gambar 5. Peta Lokasi Pengambilan Data LIT	27
Gambar 6. Grafik Persentase Tutupan Terumbu Karang	30
Gambar 7. Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 1999	32
Gambar 8. Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 2004	33
Gambar 9. Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 2009	34
Gambar 10. Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 2014	35
Gambar 11. Grafik Perkiraan Luasan Terumbu Karang Tahun 1999.....	36
Gambar 12. Grafik Perkiraan Luasan Terumbu Karang Tahun 2004.....	37
Gambar 13. Grafik Perkiraan Luasan Terumbu Karang Tahun 2009.....	38
Gambar 14. Grafik Perkiraan Luasan Terumbu Karang Tahun 2014.....	39
Gambar 15. Grafik Keseluruhan Perkiraan Perubahan Luasan Terumbu Karang Dari Tahun 1999 sampai dengan 2014.....	40
Gambar 16. Perubahan luasan terumbu karang dengan trend <i>linear</i>	42
Gambar 17. Pasang Surut Gili Ketapang	43
Gambar 18. Peta Pola Arus Wilayah Penelitian	44
Gambar 19. Sebaran Suhu Wilayah Penelitian	45
Gambar 20. Sebaran Okigen Terlarut di Perairan	46
Gambar 21. Sebaran Salinitas Pada Wilayah Penelitian	47
Gambar 22. Peta Kecerahan Perairan Wilayah Penelitian	48
Gambar 23. Kondisi Wilayah Stasiun LIT1	49
Gambar 24. Kondisi Wilayah Stasiun LIT2.....	49
Gambar 25. Kondisi Wilayah Stasiun LIT3.....	50
Gambar 26. Komposit Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 1999.....	59
Gambar 27. Komposit Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 2004.....	60
Gambar 28. Komposit Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 2009.....	60
Gambar 29. Komposisi Citra Landsat 8 OLI 2014	61
Gambar 30. Hasil Transformasi Citra dan Nilai Histogram Landsat 7 1999	62
Gambar 31. Hasil Transformasi Citra dan Nilai Histogram Landsat 7 2004	62
Gambar 32. Hasil Transformasi Citra dan Nilai Histogram Landsat 7 2009	63
Gambar 33. Hasil Transformasi Citra dan Nilai Histogram Landsat 8 2014	63
Gambar 34. Proses Klasifikasi citra digital Ermapper 7.1	64
Gambar 35. Prediksi Pasang Surut 15 Agustus 1999	70
Gambar 36. Prediksi Pasang Surut 14 September 2004	70
Gambar 37. Prediksi Pasang Surut 10 Agustus 2009	71
Gambar 38. Prediksi Pasang Surut 17 September 2014	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Proses Pengolahan Data Citra Satelit	58
Lampiran 2. Hasil Perhitungan Statistik Algoritma <i>Lyzenga</i> Citra	65
Lampiran 3. Data Presentase Tutupan Terumbu Karang	69
Lampiran 4. Prediksi Pasang Surut Saat Perekaman Citra Satelit	70
Lampiran 5. Dokumentasi Pengambilan Data	72





BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Propinsi Jawa Timur merupakan salah satu sentra kegiatan ekonomi yang menghubungkan Kawasan Barat Indonesia (KBI) dengan Kawasan Timur Indonesia (KTI). Wilayah Propinsi Jawa Timur memiliki panjang pantai sekitar + 2.128 km dan di sepanjang pantainya dapat dijumpai beragam sumberdaya alam mulai dari hutan mangrove, padang lamun, terumbu karang, migas dll (Salahuddin, 2013.). Dengan berkembangnya kegiatan ekonomi pada wilayah Jawa Timur khususnya Kabupaten Probolinggo, intervensi terhadap kehidupan biota laut khususnya terumbu karang terus meningkat.

Keberadaan terumbu karang pada pesisir dan pulau-pulau kecil memiliki nilai ekonomis tinggi karena keberadaan biota yang menghuni ekosistem terumbu karang. Menurut Nybakken (1992), ekosistem terumbu karang terdapat pada lingkungan perairan yang dangkal seperti paparan benua dan gugusan pulau-pulau di perairan tropis antara lintang 30° LU dan 25° LS. Terumbu karang sebagai tempat hidup dari berbagai biota laut tropis lainnya memiliki keanekaragaman jenis biota yang sangat tinggi dan sangat produktif. Pada umumnya keberadaan dan kondisi terumbu karang sangat mempengaruhi kekayaan dan keanekaragaman ikan karang. Jika kondisi terumbu karang baik maka keanekaragaman ikannya tinggi, begitu juga sebaliknya, jika kondisi terumbu karang buruk maka keanekaragaman ikannya rendah.

Pulau Gili Ketapang yang berada pada wilayah pesisir Utara Probolinggo dan wilayah Selat Madura menjadi salah satu pulau yang menghadapi intervensi tinggi akibat kerusakan terumbu karang. Menurut Iswandi (2009) Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo merupakan pulau kecil yang membujur dari timur ke barat serta terletak di sebelah utara Kabupaten Probolinggo. Pulau ini

memiliki luas 61 ha. Pulau ini merupakan pulau yang memiliki jumlah penduduk sebanyak 9.389 orang, dan bermata pencaharian sebagai nelayan. Proses pendangkalan yang terjadi pada pantai utara Pulau Gili Ketapang dilihat dari perubahan kontur jalan yang ada di tepi pantai, hal ini di tandai dengan kerusakan tembok laut disekitar pier (dermaga).

Banyaknya kegiatan ekonomi yang berfokus di kawasan pesisir menyebabkan intervensi terhadap kehidupan ekosistem terumbu karang semakin tinggi. Menurut Aminuddin (2012), terumbu karang yang ada di kawasan pesisir utara Jawa Timur, kondisinya sangat memprihatinkan. Ini terjadi akibat adanya limbah industri yang dibuang ke laut tanpa diolah terlebih dahulu. Selain faktor pencemaran, kerusakan terumbu karang itu disebabkan oleh limbah, juga karena eksploitasi berlebihan. Data yang ada, 64 persen kerusakan terumbu karang karena penangkapan berlebihan, selebihnya pencemaran, sedimentasi dan reklamasi pantai. Menurut Faisol (2013), Terumbu karang di Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur, terancam punah. Banyaknya aksi pencurian terumbu karang baik untuk keperluan ekonomi maupun konstruksi, membuat terumbu karang makin berkurang.

Dengan semakin tingginya kerusakan pada ekosistem terumbu karang diperlukan penelitian mengenai pemantauan terumbu karang. Menurut Pasaribu (2008), ada beberapa teknik dan metode pengambilan data terumbu karang. Salah satunya adalah dengan menggunakan sistem penginderaan jauh yang memanfaatkan citra satelit untuk melihat pola persebaran terumbu karang. Penggabungan teknik pengolahan citra (image procesing) dengan data yang diambil secara langsung atau manual (ground check), dapat meningkatkan akurasi pemetaan dengan teknologi penginderaan jauh.

Tingginya potensi kerusakan terumbu karang pada wilayah Pulau Gili Ketapang, diperlukan adanya pemantauan terumbu karang, salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah teknologi penginderaan jauh. Pada penelitian yang berjudul “**Analisis perubahan luasan terumbu karang Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo Jawa Timur menggunakan citra satelit Landsat**”, diharapkan dapat diketahui perubahan luasan terumbu karang dari tahun 1999-2014 pada Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana perubahan luasan terumbu karang pada Pulau Gili Ketapang dengan aplikasi teknologi penginderaan jauh. Kerusakan terumbu karang menyebabkan tingginya potensi degradasi pantai di Pulau Gili Ketapang. Hilangnya ekosistem terumbu karang membuat Pulau Gili Ketapang kehilangan *buffer* dari gelombang laut. Untuk itu, diperlukan suatu pengelolaan yang baik untuk menurangi dampak kerusakan dari ekosistem terumbu karang. Salah satu cara pengelolaan yang dapat dilakukan adalah melakukan pemantauan terumbu karang secara berkala untuk mempelajari perubahan yang terjadi.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sebaran terumbu karang pada wilayah Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo dari tahun 1999-2014 dengan menggunakan Citra Landsat 7 ETM (*Enhanced Thematic Mapper*), dan Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*).
2. Mengetahui presentase tutupan terumbu karang pada wilayah Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo.

3. Mengetahui trend perubahan luasan terumbu karang pada wilayah Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo dari tahun 1999-2014 dengan menggunakan Citra, Landsat 7 ETM (*Enhanced Thematic Mapper*), dan Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*).

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian Skripsi diharapkan kedepannya dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh berbagai elemen masyarakat maupun instansi terkait. Bagi masyarakat umum untuk memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang kondisi luasan terumbu karang disekitarnya, karena terumbu karang merupakan suatu organisme dan aset yang penting untuk kelestarian ekosistem laut dan pertumbuhan ekonomi masyarakat pesisir. Bagi Pemerintah dan Instansi terkait memberikan data-data atau informasi secara berkala tentang kondisi kesehatan terumbu karang yang selanjutnya data tersebut dapat dan digunakan sebagai dasar pengelolaan kawasan di wilayah penelitian ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kondisi Umum Wilayah

Menurut Badan Pusat Statistik Kecamatan Sumberasih (2013), Pulau Gili ketapang merupakan pulau yang termasuk dalam kecamatan Sumberasih, Kabupaten Probolinggo. Pulau ini memiliki luas 61 Ha dengan luas wilayah yang mayoritas tergolong dataran rendah yang tidak memiliki perbukitan atau pegunungan, pulau ini memiliki ketinggian 3-4 m dari permukaan laut dengan curah hujan yang cukup rendah 5 mm/th dan suhu rata-rata pada daerah ini 27-30^oc. Pulau Gili Ketapang ini terletak 5 mil dari kota Probolinggo. Jumlah kepala keluarga di Pulau Gili Ketapang 9.389 orang.

Menurut Iswandi (2009), Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo merupakan pulau kecil yang membujur dari timur ke barat serta terletak di sebelah utara Kabupaten Probolinggo. Pulau ini memiliki luas 61 ha. Pulau ini merupakan pulau yang memiliki jumlah penduduk sebanyak 9.389 orang, dan bermata pencaharian sebagai nelayan. Proses pendangkalan yang terjadi pada pantai utara Pulau Gili Ketapang dilihat dari perubahan kontur jalan yang ada di tepi pantai, hal ini di tandai dengan kerusakan tembok laut disekitar pier (dermaga).

2.2. Terumbu Karang

2.2.1. Deskripsi Terumbu Karang

Menurut Nybakken (1992), karang terbagi atas dua kelompok yaitu hermatifik dan ahermatifik. Karang hermatifik dapat menghasilkan terumbu sedangkan ahermatifik tidak. Karang ahermatifik tersebar luas di seluruh dunia, tetapi karang hermatifik hanya ditemukan di daerah tropis saja. Perbedaan yang mencolok adalah bahwa dalam jaringan karang hermatifik terdapat sel-sel

tumbuhan yang bersimbiosis yang dinamakan *zooxanthellae*, sedangkan karang ahermatifik tidak.

Terumbu karang adalah struktur di dasar laut berupa deposit kalsium karbonat di laut yang dihasilkan terutama oleh hewan karang. Karang adalah hewan tak bertulang belakang yang termasuk dalam Filum *Coelenterata* (hewan berrongga) atau *Cnidaria*. Yang disebut sebagai karang (*coral*) mencakup karang dari Ordo *Scleractinia* dan Sub kelas *Octocorallia* (kelas *Anthozoa*) maupun kelas *Hydrozoa*. Lebih lanjut dalam makalah ini pembahasan lebih menekankan pada karang sejati (*Scleractinia*) (Timotius, 2003).

Menurut Timotius (2003), ada beberapa macam bentuk terumbu berdasar Teori Penenggelaman (*Subsidence Theory*), yaitu terumbu tepi, terumbu penghalang, dan atol. Masing-masing dapat dijelaskan secara singkat sebagai berikut:

- a. Terumbu karang tepi (*Fringing Reef*), yaitu terumbu karang yang terdapat di sepanjang pantai dan dalamnya tidak lebih dari 40 meter. Terumbu ini tumbuh ke permukaan dan ke arah laut terbuka.
- b. Terumbu karang penghalang (*Barrier Reefs*), berada jauh dari pantai yang dipisahkan oleh goba (*lagoon*) dengan kedalaman 40 – 70 meter. Umumnya terumbu karang ini memanjang menyusuri pantai.
- c. Atol (*Atolls*), yang merupakan karang berbentuk melingkar seperti cincin yang muncul dari perairan yang dalam, jauh dari daratan dan melingkari gobah yang memiliki terumbu gobah atau terumbu petak.

2.2.2. Fungsi Terumbu Karang

Menurut Nybakken (1992), fungsi dan manfaat terumbu karang adalah :

- a. Terumbu karang merupakan sumber daya yang sangat tinggi; sebanyak 132 jenis ikan yang bernilai ekonomi di Indonesia dengan 32 jenis

diantaranya hidup pada terumbu karang. Banyak ikan karang yang dapat dijadikan sebagai komoditi ekspor yang bernilai ekonomi tinggi.

- b. Indahnya terumbu karang dapat dijadikan sebagai obyek wisata bawah air yang sangat menarik. Masyarakat dapat memanfaatkannya sebagai sumber ekonomi wilayah dengan mendirikan pusat penyelaman, restoran hingga penginapan.
- c. Terumbu karang melindungi pantai dari abrasi dan erosi. Strukturnya yang keras dapat menahan gelombang dan arus sehingga dapat mencegah rusaknya dua ekosistem perairan dangkal lainnya, seperti lamun dan mangrove.
- d. Terumbu karang dapat dipandang sebagai laboratorium alam penunjang penelitian dan pendidikan.
- e. Terumbu karang sebagai tempat tinggal, berkembang biak dan mencari makan bagi ribuan jenis ikan.

2.3. Faktor Oseanografi

2.3.1. Suhu

Menurut Nybakken (1992), Perkembangan terumbu karang yang paling optimal terjadi di perairan yang rata-rata suhu tahunannya 23-25°C. Suhu ekstrim yang masih dapat ditoleransi adalah 36-40°C.

Suhu optimum untuk pertumbuhan hewan karang adalah berkisar 25 - 29°C sedangkan suhu minimal 20°C dan suhu maksimum 36°C . Kisaran suhu yang relatif sempit ini (stenotermal), menyebabkan penyebaran karang hanya pada daerah tropic (Patria, 2003).

2.3.2. Salinitas

Salinitas normal air laut adalah 32-35‰. Karang yang hidup di tempat-tempat dalam jarang atau tidak pernah mengalami perubahan salinitas yang cukup besar, sedangkan karang di tempat-tempat dangkal sering kali dipengaruhi

oleh masukan air tawar dari pantai maupun hujan sehingga terjadi penurunan salinitas perairan. Karang hermatifik tidak dapat tumbuh di luar kisaran tersebut (Nybakken, 1992). Salinitas yang sesuai dengan pertumbuhan hewan karang adalah sekitar 30-36 ppt, oleh sebab itu jarang ditemukan terumbu di sekitar muara sungai yang besar (Patria, 2003).

2.3.3. Cahaya

Cahaya adalah faktor pembatas yang sangat penting. Cahaya diperlukan oleh *zooxanthellae* untuk melakukan proses fotosintesis, yang dapat membantu koral untuk membentuk terumbu. Titik kompensasi karang adalah pada kedalaman dimana intensitas cahaya sebesar 15-30% dari intensitas permukaan (Nybakken, 1992).

Sedimentasi merupakan salah satu pembatas pertumbuhan karang. Daerah yang memiliki sedimentasi yang tinggi akan sulit untuk menjadi tempat yang baik bagi pertumbuhan karang. Tingginya sedimentasi menyebabkan penetrasi cahaya di air laut akan berkurang dan hewan karang (polip) akan bekerja keras untuk membersihkan partikel yang menutupi tubuhnya (Patria, 2003).

2.3.4. Pasang Surut

Pertumbuhan terumbu karang ke atas dibatasi oleh adanya udara. Banyak koral yang mati karena terlalu lama berada di udara terbuka, sehingga pertumbuhan terumbu karang ke atas hanya terbatas sampai tingkat surut terendah. Terumbu karang dapat tumbuh dan berkembang dengan baik di daerah yang memiliki gelombang yang besar, dimana gelombang tersebut dapat memberikan sumber air yang segar, suplai oksigen, mengurangi dan menghilangkan sedimentasi pada terumbu karang, serta mensuplai plankton dan sumber makanan lainnya yang berguna bagi pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang (Nybakken, 1992).

Faktor fisik lain yang turut mempengaruhi penyebaran terumbu karang adalah gelombang, arus dan tingginya kisaran antara pasang dan surut. Gelombang dan arus erat kaitannya dengan penempelan planula serta morfologi karang. Perbedaan pasang dengan surut, mempengaruhi lamanya karang terpapar sinar matahari saat laut surut (Patria, 2003).

2.4. Ancaman Terhadap Terumbu Karang

2.4.1. Perubahan Iklim

Menurut Sahri *et al* (2009), dampak perubahan iklim pada lingkungan pesisir dan laut bisa terjadi dalam beberapa bentuk, antara lain: asidifikasi air laut, meningkatnya suhu permukaan air laut, meningkatnya permukaan air laut, intensitas dan frekuensi terjadinya gelombang pasang/tsunami. Dampak turunannya mengakibatkan kerusakan pada terumbu karang (*coral bleaching* dan melemahnya struktur aragonite karang), perendaman atau pergeseran formasi bakau ke arah daratan, *algal heating*, menurunnya kemampuan reproduksi ikan, perubahan ratio-sex pada penyu dan perubahan susunan rakitan spesies.

Terumbu karang yang berkembang pada perairan dangkal di daerah tropik, secara langsung juga terpengaruh oleh adanya pemanasan global. Secara umum, peningkatan suhu di atas suhu normal rata-rata akan menyebabkan kerusakan dan kematian karang yang terjadi bersamaan dengan peristiwa *El Niño* dan juga badai siklon (siklon Lena). Salah satu indikasi dari dampak peristiwa *El Niño* yaitu terjadinya kematian massal karang (lebih dari 50% karang mati) (Rani, 2007).

2.4.2. Aktifitas Manusia

Saat ini, ekosistem terumbu karang secara terus menerus mendapat tekanan akibat berbagai aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Beberapa aktivitas manusia yang secara langsung dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang diantaranya adalah menangkap ikan dengan menggunakan bom dan racun sianida (potas), pembuangan jangkar, berjalan di atas terumbu, penggunaan alat tangkap muroami, penambangan batu karang, penambangan pasir, dan sebagainya. Aktivitas manusia yang secara tidak langsung dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang adalah sedimentasi yang disebabkan aliran lumpur dari daratan akibat penggundulan hutan-hutan dan kegiatan pertanian, penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan untuk kebutuhan pertanian, sampah plastik, dan lain-lain (Sukmara *et al*, 2001).

Penelitian mengenai kerusakan terumbu karang terbagi menjadi tiga faktor yaitu faktor fisik, biologis dan aktifitas manusia. Kerusakan yang terjadi pada terumbu karang pada umumnya disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan yang tidak mendukung atau mengalami perubahan secara ekstrim. Hal tersebut disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pembangunan industri di wilayah pesisir, pengerukan pantai, penangkapan ikan dengan racun dan bahan peledak, serta pencemaran tumpahan minyak (Pasaribu, 2008).

2.4.3. Faktor Alami

Ancaman alami adalah meningkatnya jumlah predator atau hewan pemakan karang yang dapat mengakibatkan kematian karang di tempat-tempat tertentu secara lokal dan pada saat terjadi pemangsa yang luas oleh hewan ini maka kematian dan kerusakan karang akan terjadi dalam skala yang besar. Contoh hewan-hewan yang termasuk ke dalam predator alami adalah bintang laut berduri (*Acanthaster planci*), bulu babi (terutama *Echinometra mathaei*,

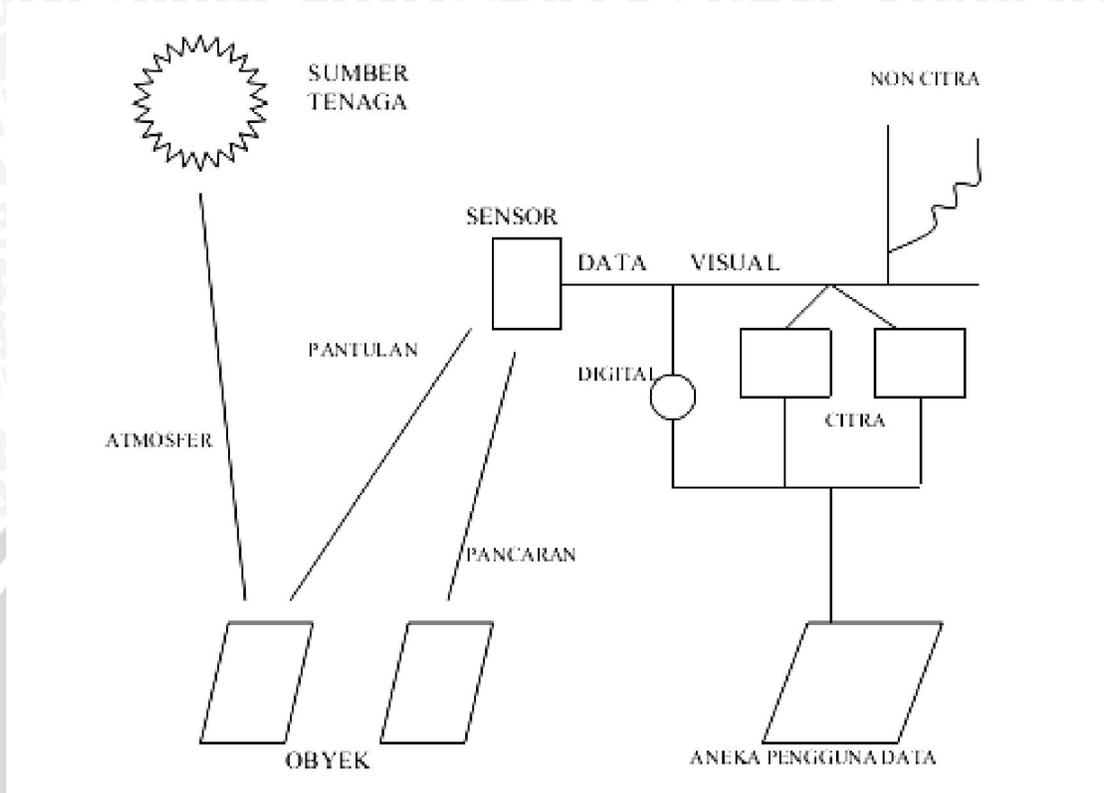
Diadema setosum, *Tripneustes gratilla*), beberapa jenis ikan karang seperti kepe-kepe (*Chaetodon sp*) dan kakatua (*Scarus sp*) (Pasaribu, 2008).

Menurut Sukmara *et al* (2011), ancaman terhadap ekosistem terumbu karang juga dapat disebabkan oleh karena adanya faktor alam. Ancaman oleh alam dapat berupa angin topan, badai tsunami, gempa bumi, pemangsaan oleh CoTs (*crown-of-thorns starfish*) dan pemanasan global yang menyebabkan pemutihan karang.

2.5. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (Inderaja) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa melakukan kontak langsung terhadap objek, daerah, atau gejala yang dikaji. Pada dasarnya penginderaan jauh merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh fenomena alam atau suatu informasi melalui suatu analisis data yang diperoleh dari hasil rekaman objek, daerah atau fenomena yang dikaji. Perekaman atau pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindera (*sensor*) yang biasanya dipasang di pesawat terbang atau satelit. (Lillesand dan Keifer, 1994).

Teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) mempunyai kegunaan yang sangat bermanfaat untuk segala bidang, mulai dari sektor industri pertanian, kehutanan, kelautan dan perikanan dan perencanaan wilayah kota. Teknologi Inderaja adalah alternatif yang tepat dalam menyediakan informasi data (Sutanto, 1994). Ada empat komponen penting dalam system penginderaan jauh adalah (1) sumber tenaga elektromagnetik, (2) atmosfer, (3) interaksi antara tenaga dan objek, (4) sensor. Secara skematik dapat dilihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Sistem Penginderaan Jauh

(Sumber : Sutanto, 1994)

2.5.1. Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

Satelit Landsat (*Land satellite*), milik Amerika Serikat, pertama kali yang diluncurkan pada 1972 dengan nama ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite-1*). Seri Landsat hingga saat ini telah sampai pada Landsat -7. Seri terakhir ini sejak 2003 telah mengalami kegagalan fungsi sehingga suplai data semenjak tahun tersebut tidak dapat lagi diandalkan. Dari Landsat -1 hingga Landsat-7 telah terjadi perubahan desain sensor sehingga ketujuh satelit tersebut dapat dikelompokkan menjadi 3 generasi, yaitu generasi pertama (Landsat1-3), generasi kedua (Landsat 4 dan 5), serta generasi ketiga (Landsat 6 dan 7). Landsat 1 dan 2 memuat dua macam sensor, yaitu RBV (*Return Beam Vidicon*) dan MSS(*multispectral scanner*). Landsat 4-5 memuat dua macam sensor pula,

dengan mempertahankan MSS-nya, tetapi menggantikan RBV dengan TM (*Thematic Mapper*) karena alasan kapabilitas. Kemudian direncanakanlah Landsat-6 yang memiliki kemampuan sistem penginderaan jauh yang sesuai dengan rancangan dengan sensor *multispectral* beresolusi spasial 10 meter dan sensor pankromatik beresolusi 5 meter. Landsat 6 yang dirancang sedemikian, telah terjadi kegagalan peluncuran. Sehingga Landsat 7 yang diluncurkan membawa sensor *multispectral* dengan resolusi 15 meter untuk pankromatik dan 30 meter untuk citra *multispectral* pada spectra pantulan, serta resolusi spasial 60 meter untuk citra inframerah termal (Danoedoro, 2012).

Landsat-7 hanya dilengkapi dengan sensor ETM+ buatan Raytheon Santa Barbara *Remote Sensing* di Santa Barbara, California. Sensor yang terdapat pada ETM + dapat dilihat pada (Tabel 1) :

Tabel 1. Spesifikasi pada Landsat 7 ETM+

Band	Keterangan	Panjang Gelombang	Resolusi Spasial
1.	Biru (-hijau)	0.45 – 0.52 μm	30 meter
2.	Hijau	0.52 – 0.60 μm	30 meter
3.	Merah	0.63 – 0.69 μm	30 meter
4.	NIR	0.76 – 0.90 μm	30 meter
5.	SWIR	1.55 – 1.75 μm	30 meter
6.	TIR	10.40 – 12.50 μm	30 meter
7.	SWIR	2.08 – 2.35 μm	30 meter
Pan	VNIR / False color	0.52 – 0.90 μm	30 meter

(NASA, 2013)

2.5.2. Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)

Landsat merupakan satelit bumi yang telah lama beroperasi untuk melakukan perekaman semua objek yang ada di bumi. Landsat 8 merupakan satelit bumi hasil pengembangan dari satelit Landsat 7 ETM+ yang telah berhenti pada bulan Mei tahun 2013.. Landsat 8 OLI ini memiliki resolusi sama dengan Landsat 7 sebelumnya yaitu 30 meter dengan resolusi panchromatic 15 meter tetapi untuk band 10 dan 11 memiliki resolusi 100 meter. Landsat 8 OLI ini juga memiliki 11 kanal atau band dimana spesifikasi dari setiap band dapat di lihat pada (Tabel 2).

Tabel 2. Spesifikasi Landsat 8

Band	Keterangan	Panjang Gelombang	Resolusi spasial
1	Coastal/Aerosol	0.433 – 0.453 μ m	30 Meter
2	Blue	0.450 – 0.515 μ m	30 Meter
3	Green	0.525 – 0.600 μ m	30 Meter
4	Red	0.630 – 0.680 μ m	30 Meter
5	Near-IR	0.845 – 0.885 μ m	30 Meter
6	SWIR-1	1.560 – 1.660 μ m	30 Meter
7	SWIR-2	2.100 – 2.300 μ m	30 Meter
8	Pan	0.500 – 0.680 μ m	15 Meter
9	Cirrus	1.360 – 1.390 μ m	30 Meter
10	LWIR-1	10.30 – 11.30 μ m	100 Meter
11	LWIR-2	11.50 – 12.50 μ m	100 Meter

(NASA, 2013)

2.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis atau *Geographic Information System* (GIS) merupakan suatu sistem informasi yang berbasis komputer, dirancang untuk bekerja dengan menggunakan data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Sistem ini meng-capture, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data yang secara spasial mereferensikan kepada kondisi bumi. Teknologi SIG mengintegrasikan operasi-operasi umum *database*, seperti *query* dan analisa statistik, dengan kemampuan visualisasi dan analisa yang unik yang dimiliki oleh pemetaan (Aini, 2007).

Menurut Adiprima dan Sudrajat (2009), salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk melakukan pemantauan lingkungan kawasan pesisir dapat dilakukan dengan analisis kesesuaian lahan menggunakan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Perencanaan pengelolaan dan pengambilan keputusan yang tepat harus dilandasi oleh data dan informasi yang akurat tentang kondisi lahan dengan demikian harus dilakukan pemantauan kesesuaian lahan, penggunaan teknologi GIS dapat mempermudah analisis kesesuaian lahan pada suatu kawasan/wilayah yang luas.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

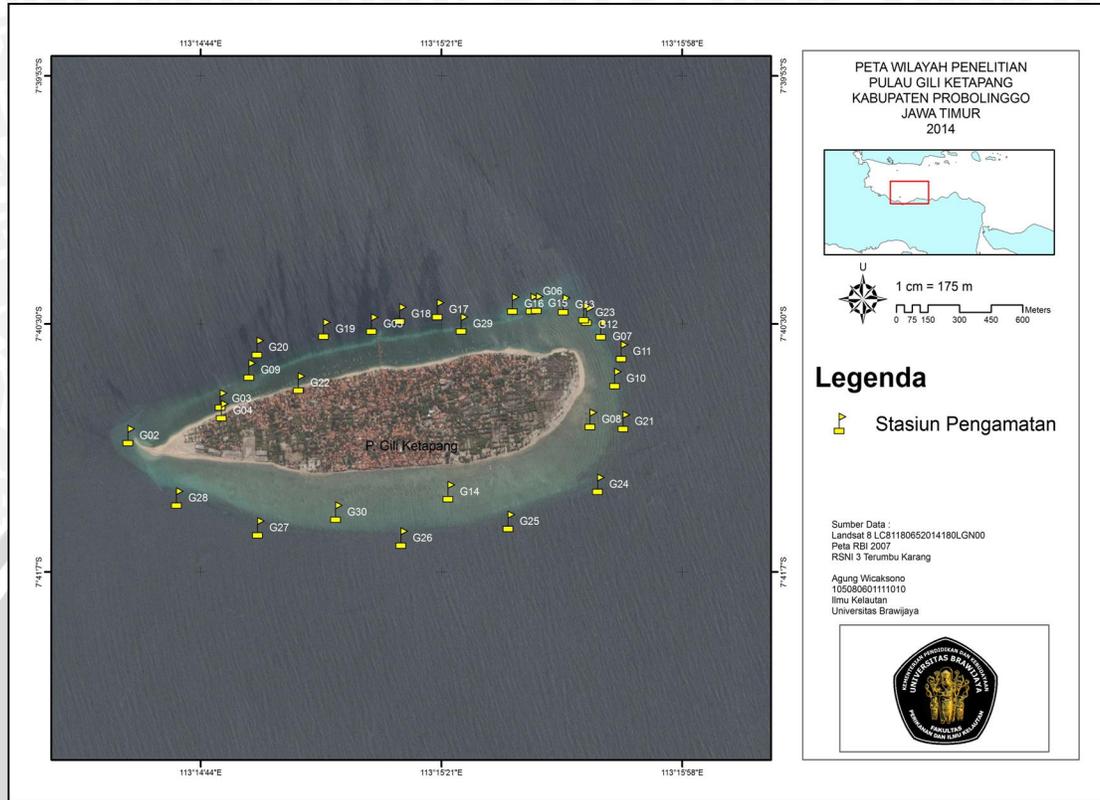
Lokasi penelitian ini mengambil daerah di Pulau Gili Ketapang, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Metode penentuan titik lokasi *ground check* dengan metode *random* dengan waktu pengambilan data lapang dilaksanakan pada tahun 2014 seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 2).

3.2. Data dan Peralatan

3.2.1. Data

Data yang digunakan adalah :

1. Data citra Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI yang didapatkan dari USGS (*United States Geological and Survey*). Data citra Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI perekaman tahun 1999 – 2014 wilayah Probolinggo dengan interval 5 tahun.
2. Data Pasang Surut dengan menggunakan software TMD. Data pasang surut tahun 1999-2014 dengan interval 5 tahun sesuai bulan pengambilan citra satelit Landsat.
3. Peta Rupa Bumi Digital Indonesia (RBI) tahun 2007 terbitan Badan Informasi Geospasial (BIG). Peta RBI digunakan sebagai data acuan . Peta yang digunakan menggunakan skala 1:250.000 .
4. Data koordinat GPS hasil *ground check* yang dilaksanakan di lapangan. Data *ground check* digunakan untuk validasi data hasil pengolahan dan data lapangan.
5. Data pengukuran presentase tutupan terumbu karang yang diambil pada wilayah perairan Pulau Gili Ketapang.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

3.2.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

a. Perangkat Keras

- Seperangkat komputer/ laptop
- GPS Garmin 60CSX
- Alat tulis
- Jam Digital
- Roll Meter 50 Meter
- Alat dasar selam dan Self Containing Underwater Breathing Apparatus (SCUBA) unit
- *Termometer*
- *Secchi Disk*

- Refraktometer
- Kamera Bawah Air
- b. Perangkat Lunak
 - Software *Garmin Mapsource 4.0*
 - Microsoft Office 2007
 - Software *ArcGIS 9.3*
 - Software *Tide Model Driver*
 - Software *Ermapper 7.0*

3.3. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dalam menganalisa perubahan luas terumbu karang hasil pengolahan citra satelit. Pendekatan deskriptif bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis dan akurat fakta serta karakteristik mengenai populasi atau mengenai bidang tertentu. Sedangkan disisi lain, pendekatan kuantitatif untuk menjelaskan fenomena dengan menggunakan data-data *numerik* (angka) yang diolah dengan metode statistika (Azwar, 2007). Pendekatan deskriptif ini dilakukan dengan cara mendeskripsikan perubahan luasan terumbu karang dari tahun ke tahun.

3.3.1. Pengumpulan Data Digital

Pengumpulan data digital yang dilakukan adalah mengumpulkan data citra Landsat 7 ETM+ dan data citra Landsat 8 OLI. Untuk mendapatkan data citra satelit Landsat dapat diunduh dari situs USGS yaitu <http://earthexplorer.usgs.gov>. Data citra yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam (Tabel 3).

Tabel 3. Data Citra Satelit

Citra	Bulan Akuisisi	Tahun Akuisisi	Sumber
	Agustus	1999	USGS
Landsat 7 ETM+	September	2004	USGS
	Agustus	2009	USGS
Landsat 8 OLI	September	2014	USGS

3.3.2. Metode Pengolahan Data Digital

3.3.2.1 Komposit Citra

Menggabungkan beberapa kanal untuk memperoleh suatu kanal baru untuk menggabungkan gambaran umum suatu wilayah atau yang biasa disebut komposit citra. Menurut Pasaribu (2008), Pembentukan citra komposit dimaksudkan untuk mendapat gambaran umum tentang data yang akan diproses. Citra komposit penggabungan kanal 4, 2, 1 (RGB) dan citra kanal 5, 4, 2 untuk keperluan penentuan titik kontrol dalam proses koreksi geometrik.

3.3.2.2. Pemotongan citra

Pemotongan citra hasil komposit dilakukan untuk mengurangi gambar yang tidak dibutuhkan dan memfokuskan pengolahan citra hasil pemotongan. Menurut Pasaribu (2008), Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi citra sesuai dengan daerah penelitian karena di dalam pemotretan sebuah wahana satelit, satelit akan merekam data pada daerah yang luas sesuai dengan resolusi spasial dari sensor yang digunakan oleh wahana satelit tersebut.

3.3.2.3. Transformasi Citra

Transformasi citra digunakan untuk mendapatkan nilai pixel pada suatu area dengan memasukkan rumus algoritma. Algoritma yang digunakan dalam pemetaan wilayah laut dangkal adalah algoritma lyzenga. Menurut Pasaribu

(2008), Pemetaan perairan dangkal untuk melihat sebaran terumbu karang dapat dilakukan dengan penajaman citra yakni dengan menggunakan algoritma yang disusun oleh (Lyzenga, 1978) dan dikembangkan di perairan Indonesia (Siregar, 1996) :

$$Y = \ln (TM1) + ki/kj \ln (TM2) \dots \dots \dots \text{Rumus (1)}$$

Keterangan :

Y = citra hasil ekstrasi dasar perairan

TM1 = nilai digital kanal 1 Landsat TM

TM2 = nilai digital kanal 2 Landsat TM

ki/kj = nilai koefisien atenuasi

dimana

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

dengan

$$a = (\text{var TM1} - \text{var TM2}) / (2 + \text{covar TM1TM2}) \dots \dots \dots \text{Rumus (3)}$$

var = nilai ragam dari nilai digital

covar = nilai koefisien keragaman dari nilai digital

3.3.2.4 Klasifikasi Citra

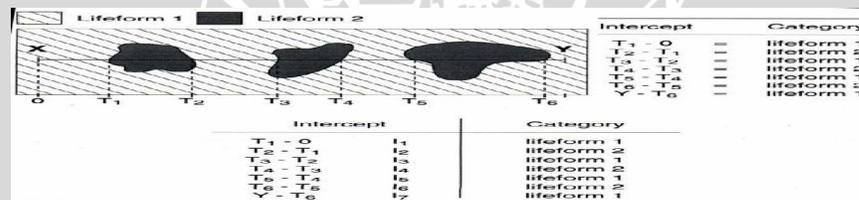
Setelah didapatkan nilai hasil perhitungan algoritma, dilakukan klasifikasi citra dengan validasi data *ground check*. Menurut Pasaribu (2008), klasifikasi citra adalah suatu proses untuk mendapatkan citra yang telah dikelompokkan dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan nilai reflektansi tiap-tiap obyek. Citra yang dihasilkan dengan transformasi citra selanjutnya diklasifikasikan untuk mengklaskan obyek atau tutupan lahan ekologi terumbu karang.

3.3.3 Survey Lapangan

Metode penelitian untuk survey lapangan adalah teknik observasi langsung. Titik koordinat yang sudah ditentukan dengan metode *random* di

validasi pada lapangan. Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat error perbandingan dari data lapang dan data satelit. Menurut Gandharum dan Chen (2006), 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 akurasinya dan data lapangan (ground truth data) sebagai referensi.

Metode yang digunakan untuk mengambil data presentase tutupan karang adalah dengan metode *Line Intercept Transect (LIT)*. Pengamatan dilakukan dengan mengidentifikasi karang yang berada dalam transek garis, kemudian dihitung besar presentase kategori dan tutupan karangnya (Pasaribu, 2008). Pengamatan data tutupan karang dilakukan secara acak sesuai dengan kondisi lapang. Pengambilan data tutupan karang pada penelitian ini menggunakan 3 stasiun utama pengambilan data tutupan terumbu karang.



Gambar 3. Metode Line Intercept Transect (LIT)

(English *et al*, 2008)

Menurut Hodgson *et al* (2007), Perhitungan presentase tutupan terumbu karang menggunakan rumus berikut :

$$\text{percent cover} = \frac{\text{total panjang tiap transect kategori lifeform}}{\text{panjang transect}} \times 100 \% \dots \dots \dots \text{Rumus(4)}$$

Kriteria presentaseutupan terumbu karang berdasarkan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 tentang kriteria baku kerusakan terumbu karang dengan kategori pada (Tabel 4) :

Tabel 4. Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang

No.	Prosentase Tutupan (%)	Kategori
1	0 – 24.9	Rusak
2	25 - 49.9	Sedang
3	50 – 74.9	Baik
4	75 - 100	Baik Sekali

Pengambilan data kualitas air yang terdiri dari suhu, salinitas, dan kecerahan dilakukan pada lokasi titik koordinat yang telah ditentukan. Pengambilan data kualitas air dilakukan dengan 3 kali pengulangan pada setiap stasiun pengambilan data.

3.3.4 Perhitungan Luasan

Pada proses perhitungan luasan terumbu karang, proses pertama yang harus dilakukan adalah konversi data raster ke vektor. Menurut Yekti et al (2013), Konversi data raster ke data vektor dilakukan untuk mempermudah perhitungan luas perubahan tutupan lahan dari citra hasil klasifikasi yang telah dipotong. Konversi data ini menggunakan salah satu tools dari ArcToolbox. Sebelum melakukan konversi saat memasukkan data raster ke dalam Arcmap data raster tersebut harus didefinisi lagi sistem proyeksi dan datumnya yang sama. Langkah selanjutnya setelah setiap kelas tutupan lahan selesai dikoreksi adalah menggabungkan semua kelas tutupan lahan yang telah dikoreksi dengan *Merge* pada *ArcToolbox*. Data yang ada pada tabel atribut sangat banyak karena setiap *feature* berdiri sendiri sesuai dengan poligon

yang terbentuk, untuk itu perlu dilakukan generalisasi atau penyederhanaan menurut jenis entitas yang diperlukan, dalam hal ini adalah tutupan lahan. Generalisasi ini dapat dilakukan dengan salah satu tool pada ArcToolbox yaitu *Dissolve*, agar semua data atribut yang ada pada tabel atribut terkelompok sesuai dengan nama kelas tutupan lahan.

3.3.5 Analisa Trend Perubahan Luasan

Analisa trend perubahan luasan terumbu karang pada penelitian ini menggunakan metode trend *linear*. Metode trend *linear* digunakan untuk mengetahui perubahan luasan terumbu karang dengan prediksi statistik regresi *linear*. Regresi yang digunakan merupakan regresi sederhana, dimana regresi yang terdiri dari satu variabel bebas (*prediktor*) dan satu variabel terikat (*response/criterion*). Rumus regresi linier sederhana dapat dilihat sebagai berikut (Suharsaputra, 2012) :

$$y = a + bx \dots\dots\dots \text{Rumus (5)}$$

Keterangan :

y = peubah tak bebas (Data Citra)

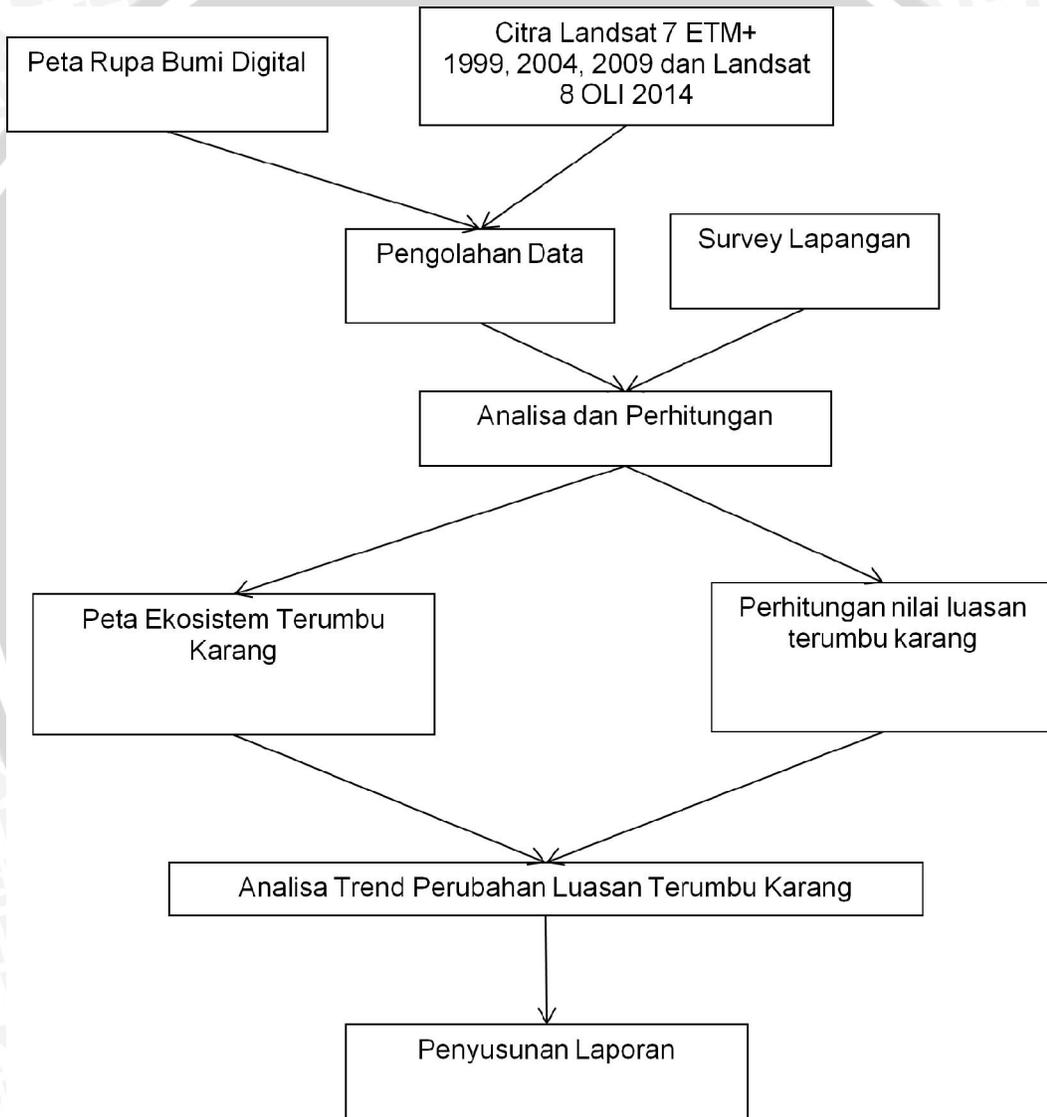
x = peubah bebas (Data Lapangan)

a = intersep (koefisien konstanta)

b = koefisien regresi atau koefisien arah

3.6. Skema Kerja

Pada (Gambar 4) merupakan skema kerja pelaksanaan kegiatan Penelitian mengenai perubahan luasan terumbu karang perairan Pulau Gili Ketapang, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur.



Gambar 4. Skema Kerja Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Gambaran Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini mengambil tempat di sekitar perairan Pulau Gili Ketapang, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Kabupaten Probolinggo merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Propinsi Jawa Timur. Secara geografis Kabupaten Probolinggo terletak pada posisi 7°40' sampai dengan 8°10' Lintang Selatan dan 112° 50' sampai dengan 113° 30' Bujur Timur. Pulau Gili Ketapang terletak disebelah utara wilayah Kabupaten Probolinggo, secara administratif masuk wilayah Kecamatan Sumberasih yang terletak di koordinat 113°15'21"BT dan 7°40'48"LS.

Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo merupakan pulau kecil yang membujur dari timur ke barat serta terletak di sebelah utara Kabupaten Probolinggo. Pulau ini memiliki panjang 456 meter dan luas 61 ha (Iswandi, 2009). Pada penelitian ini, pengambilan data *ground check* dilakukan pada 30 stasiun dan data tutupan terumbu karang (*percent cover*) dilakukan pada 4 stasiun. Peta stasiun pengambilan data dapat dilihat pada (Gambar 2).

4.1.2. Validasi Data Ground Check

Pengambilan data *ground check* diambil pada tanggal 08, 09, 10, 11 September 2014 dan tanggal 9 November 2014. Pengambilan data pada bulan September 2014 digunakan untuk validasi data dengan citra satelit Landsat 8 OLI yang melewati wilayah penelitian. Dari hasil pengambilan data *ground check* didapatkan kondisi eksisting substrat dasar pada tiap stasiun pengambilan data. Data dari hasil pengambilan data *ground check* dapat dilihat pada (Tabel 5).

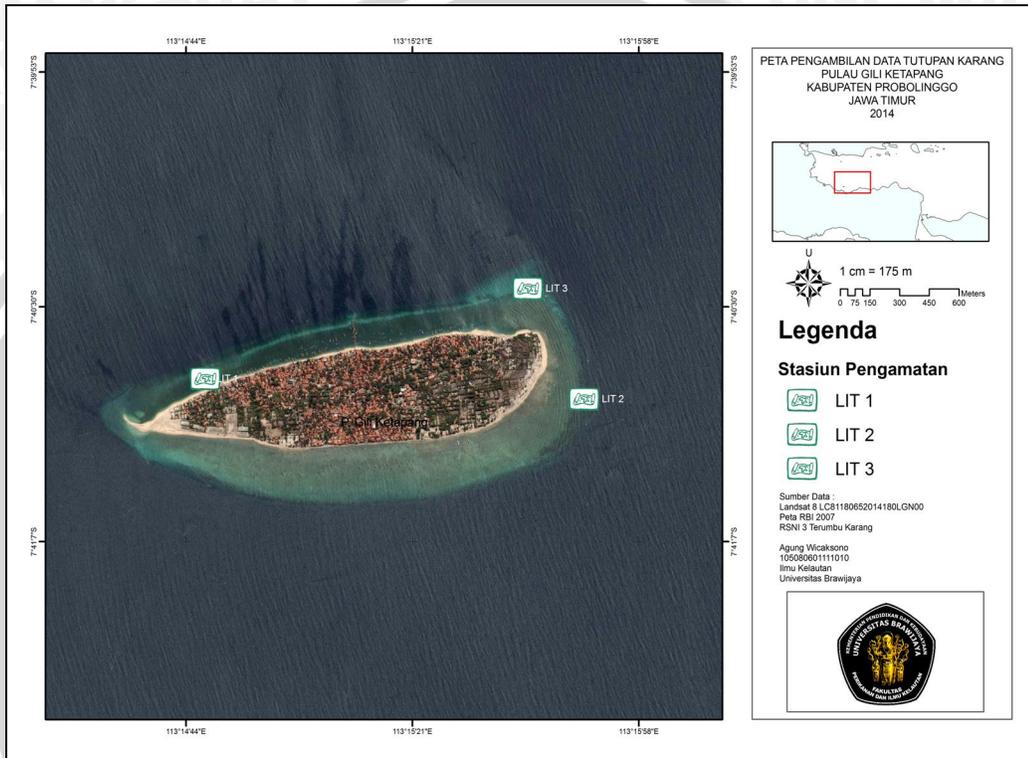
Tabel 5. Data Hasil *Ground Check* Wilayah Penelitian

Stasiun	Longitude	Latitude	Tanggal Pengambilan	Eksisting
G01	113.2341	-7.69289	08 September 2014	Laut
G02	113.2425	-7.67962	08 September 2014	Pasir
G03	113.2464	-7.67815	08 September 2014	Karang
G04	113.2465	-7.67859	08 September 2014	Pasir
G05	113.2529	-7.675	09 September 2014	Laut
G06	113.2597	-7.67416	09 September 2014	Algae
G07	113.2627	-7.67523	09 September 2014	Algae
G08	113.2622	-7.67895	09 September 2014	Algae
G09	113.2477	-7.67691	09 September 2014	Pasir
G10	113.2633	-7.67726	09 September 2014	Algae
G11	113.2636	-7.67614	10 September 2014	Laut
G12	113.2621	-7.67463	10 September 2014	Karang
G13	113.2611	-7.6742	10 September 2014	Algae
G14	113.2562	-7.68195	10 September 2014	Pasir
G15	113.2599	-7.67414	10 September 2014	Pasir
G16	113.2589	-7.67417	11 September 2014	Algae
G17	113.2557	-7.6744	11 September 2014	Laut
G18	113.2541	-7.67458	11 September 2014	Laut
G19	113.2509	-7.67521	09 November 2014	Laut
G20	113.248	-7.67597	09 November 2014	Laut
G21	113.2636	-7.67904	09 November 2014	Karang
G22	113.2498	-7.67744	09 November 2014	Pasir
G23	113.262	-7.67453	09 November 2014	Pasir
G24	113.2625	-7.68164	09 November 2014	Laut
G25	113.2587	-7.68318	09 November 2014	Laut
G26	113.2542	-7.68387	09 November 2014	Laut
G27	113.248	-7.68344	09 November 2014	Laut
G28	113.2446	-7.68221	09 November 2014	Laut
G29	113.2567	-7.67499	09 November 2014	Pasir
G30	113.2514	-7.68279	09 November 2014	Karang

4.1.3. Perhitungan Prosentase Tutupan Terumbu Karang

Secara umum berdasarkan dari hasil pengamatan terumbu karang pada wilayah Pulau Gili Ketapang termasuk dalam tipe terumbu karang tepi (*fringing reef*), dari arah pantai menuju tubir membentuk paparan (*reef flat*). Perhitungan tutupan terumbu karang (*percent cover*) dilakukan untuk mendapatkan kategori kondisi ekosistem terumbu karang wilayah Pulau Gili Ketapang. Perhitungan

tutupan terumbu karang menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT). Setiap stasiun pengambilan data menggunakan transek garis sepanjang 50 meter. Lokasi pengambilan data tutupan terumbu karang dapat dilihat pada (Tabel 6) dan peta lokasi pengambilan data pada (Gambar 5).



Gambar 5. Peta Lokasi Pengambilan Data LIT

Tabel 6. Koordinat Lokasi Pengambilan Data Tutupan Terumbu Karang

Stasiun	Longitude	Latitude	Tanggal Pengambilan
LIT 1	113.2464	-7.67815	08 September 2014
LIT 2	113.2633	-7.67726	09 September 2014
LIT 3	113.2611	-7.6742	10 September 2014

Dari (Gambar 5), wilayah pengambilan data pada stasiun LIT1 berada di dekat wilayah pemukiman penduduk di barat laut Pulau Gili Ketapang. Wilayah stasiun LIT2 berada pada timur Pulau Gili Ketapang. Wilayah stasiun LIT3 berada pada Tenggara Pulau Gili Ketapang. Wilayah stasiun LIT 4 berada pada timur laut Pulau Gili Ketapang. Pengambilan data tutupan terumbu karang

dilakukan secara sejajar dengan garis pantai. Untuk data hasil perhitungan data LIT dijelaskan pada (Tabel 7), (Tabel 8), (Tabel 9), dan (Tabel 10).

Tabel 7. Hasil Perhitungan Tutupan Terumbu Karang Stasiun LIT1

No	Kategori	Kedalaman	
		3 Meter	7 Meter
1	<i>Hard Coral</i>	24.73	24.54
2	<i>Death Coral</i>	10.17	10.52
3	<i>Algae</i>	46.94	42.35
4	<i>Other Biota</i>	3.46	2.86
5	<i>Abiotic</i>	14.7	19.73
Total (%)		100	100

Pada Tabel 7, wilayah stasiun LIT1 memiliki persentase tutupan Karang Keras (*Hard Coral*) sebesar 24.73% pada kedalaman 3 meter dan 24.54% pada kedalaman 7 meter, Karang Mati (*Death Coral*) sebesar 10.17% pada kedalaman 3 meter dan 10.52% pada kedalaman 7 meter, Alga (*Algae*) sebesar 46.94% pada kedalaman 3 meter dan 42.35% pada kedalaman 7 meter, Biota Lain (*Other Biota*) sebesar 3.46% pada kedalaman 3 meter dan 2.86% pada kedalaman 7 meter, Abiotik (*Abiotik*) sebesar 14.7% pada kedalaman 3 meter dan 19.73% pada kedalaman 7 meter. Dengan presentase tutupan karang keras kurang dari 25% , wilayah stasiun LIT1 berada pada kondisi rusak.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Tutupan Terumbu Karang Stasiun LIT2

No	Kategori	Kedalaman	
		3 Meter	7 Meter
1	<i>Hard Coral</i>	13.22	14.47
2	<i>Death Coral</i>	19.5	19.19
3	<i>Algae</i>	35.56	35.59
4	<i>Other Biota</i>	3.79	3.69
5	<i>Abiotic</i>	27.93	27.06
Total (%)		100	100

Pada Tabel 8, wilayah stasiun LIT2 memiliki persentase tutupan Karang Keras (*Hard Coral*) sebesar 13.22% pada kedalaman 3 meter dan 14.47% pada kedalaman 7 meter, Karang Mati (*Death Coral*) sebesar 19.5% pada kedalaman 3 meter dan 19.19% pada kedalaman 7 meter, Alga (*Algae*) sebesar 35.56% pada kedalaman 3 meter dan 35.59% pada kedalaman 7 meter, Biota Lain (*Other Biota*) sebesar 3.79% pada kedalaman 3 meter dan 3.69% pada kedalaman 7 meter, Abiotik (*Abiotik*) sebesar 27.93% pada kedalaman 3 meter dan 27.06% pada kedalaman 7 meter. Dengan presentase tutupan karang keras kurang dari 25% , wilayah stasiun LIT2 berada pada kondisi rusak.

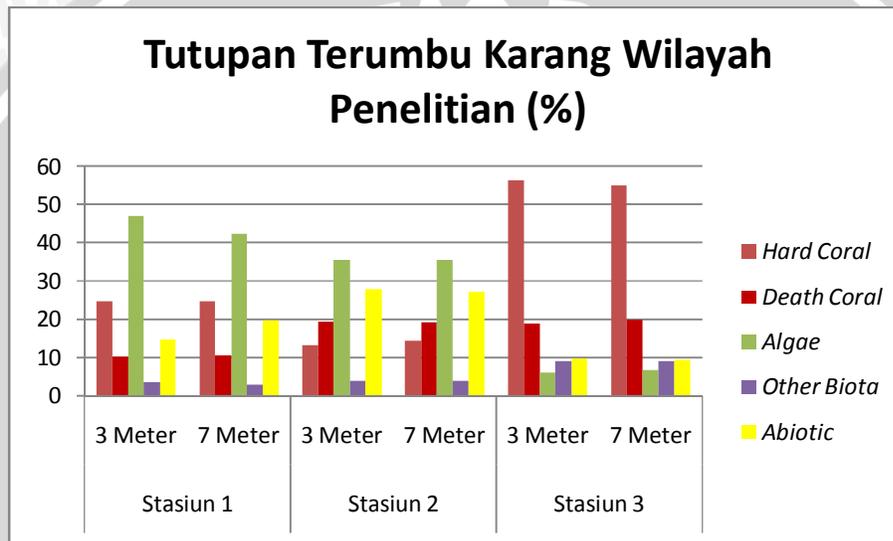
Tabel 9. Hasil Perhitungan Tutupan Terumbu Karang Stasiun LIT3

No	Kategori	Kedalaman	
		3 Meter	7 Meter
1	<i>Hard Coral</i>	56.39	54.95
2	<i>Death Coral</i>	18.77	19.93
3	<i>Algae</i>	6	6.75
4	<i>Other Biota</i>	9.08	8.96
5	<i>Abiotic</i>	9.76	9.41
Total (%)		100	100

Pada Tabel 9, wilayah stasiun LIT3 memiliki persentase tutupan Karang Keras (*Hard Coral*) sebesar 56.39% pada kedalaman 3 meter dan 54.95% pada kedalaman 7 meter, Karang Mati (*Death Coral*) sebesar 18.77% pada kedalaman 3 meter dan 19.93% pada kedalaman 7 meter, Alga (*Algae*) sebesar 6% pada kedalaman 3 meter dan 6.75% pada kedalaman 7 meter, Biota Lain (*Other Biota*) sebesar 9.08% pada kedalaman 3 meter dan 8.96% pada kedalaman 7 meter, Abiotik (*Abiotik*) sebesar 9.76% pada kedalaman 3 meter dan 9.41% pada kedalaman 7 meter. Dengan presentase tutupan karang keras lebih dari 50% , wilayah stasiun LIT3 berada pada kondisi baik.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Tutupan Terumbu Karang Seluruh Stasiun

Kategori	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3	
	3 Meter	7 Meter	3 Meter	7 Meter	3 Meter	7 Meter
<i>Hard Coral</i>	24.73	24.54	13.22	14.47	56.39	54.95
<i>Death Coral</i>	10.17	10.52	19.5	19.19	18.77	19.93
<i>Algae</i>	46.94	42.35	35.56	35.59	6	6.75
<i>Other Biota</i>	3.46	2.86	3.79	3.69	9.08	8.96
<i>Abiotic</i>	14.7	19.73	27.934	27.06	9.76	9.41



Gambar 6. Grafik Persentase Tutupan Terumbu Karang

Pada (Gambar 6), presentase terumbu karang dari seluruh stasiun. Wilayah stasiun yang memiliki presentase tutupan terumbu karang yang baik adalah wilayah stasiun LIT3. Sedangkan wilayah yang memiliki presentase tutupan terumbu karang yang rusak berada pada wilayah stasiun LIT1 dan LIT2.

4.1.4. Hasil Pengolahan Data Citra Satelit

Pemetaan terumbu karang dengan menggunakan citra satelit menggunakan algoritma *lyzenga*. Algoritma *lyzenga* digunakan untuk mengetahui sebaran substart pada dasar perairan. Dengan perhitungan statistik dan rumus

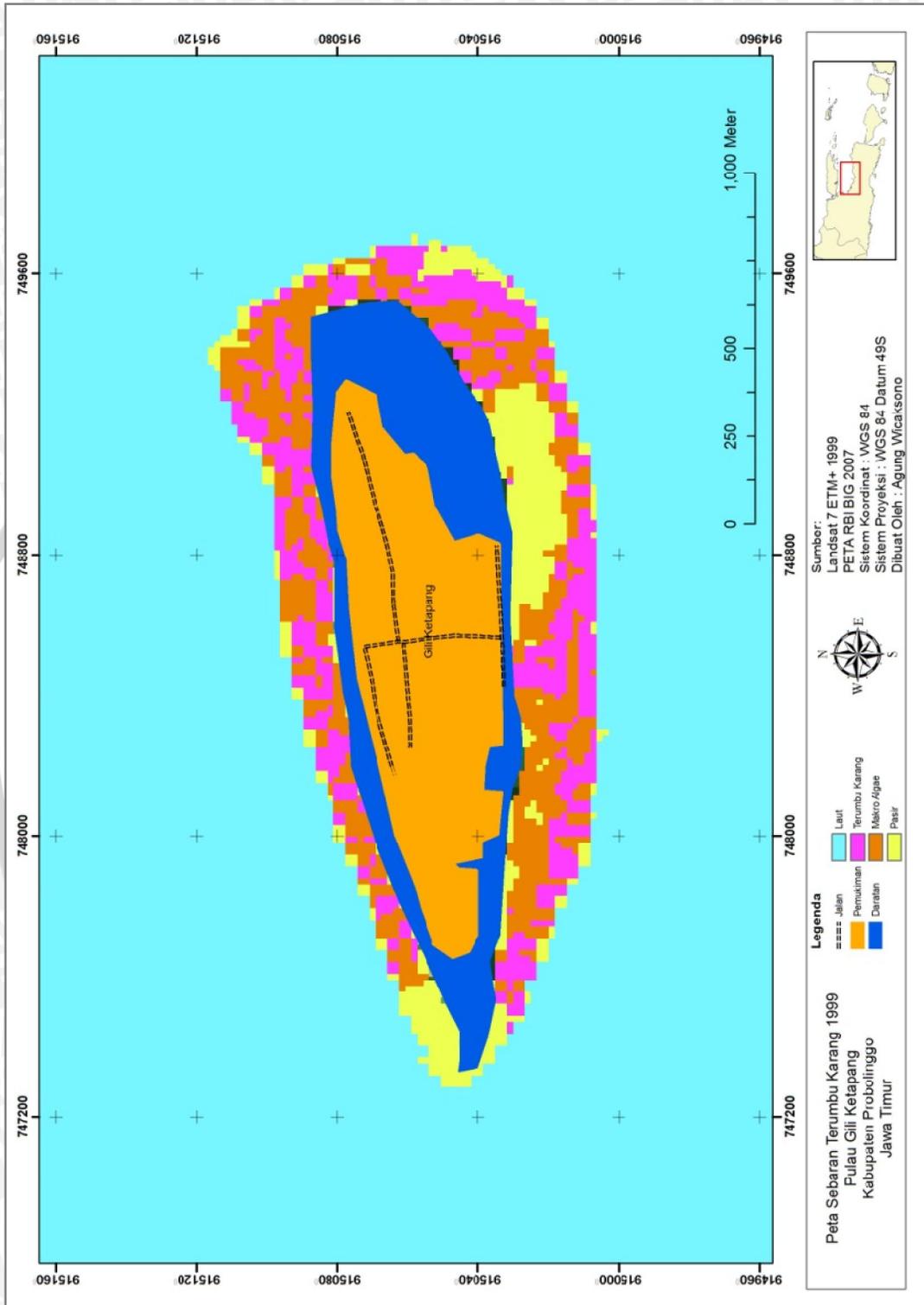
yang digunakan pada transformasi citra satelit didapatkan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada (Tabel 11).

Tabel 11. Perhitungan Nilai Transformasi Citra Satelit

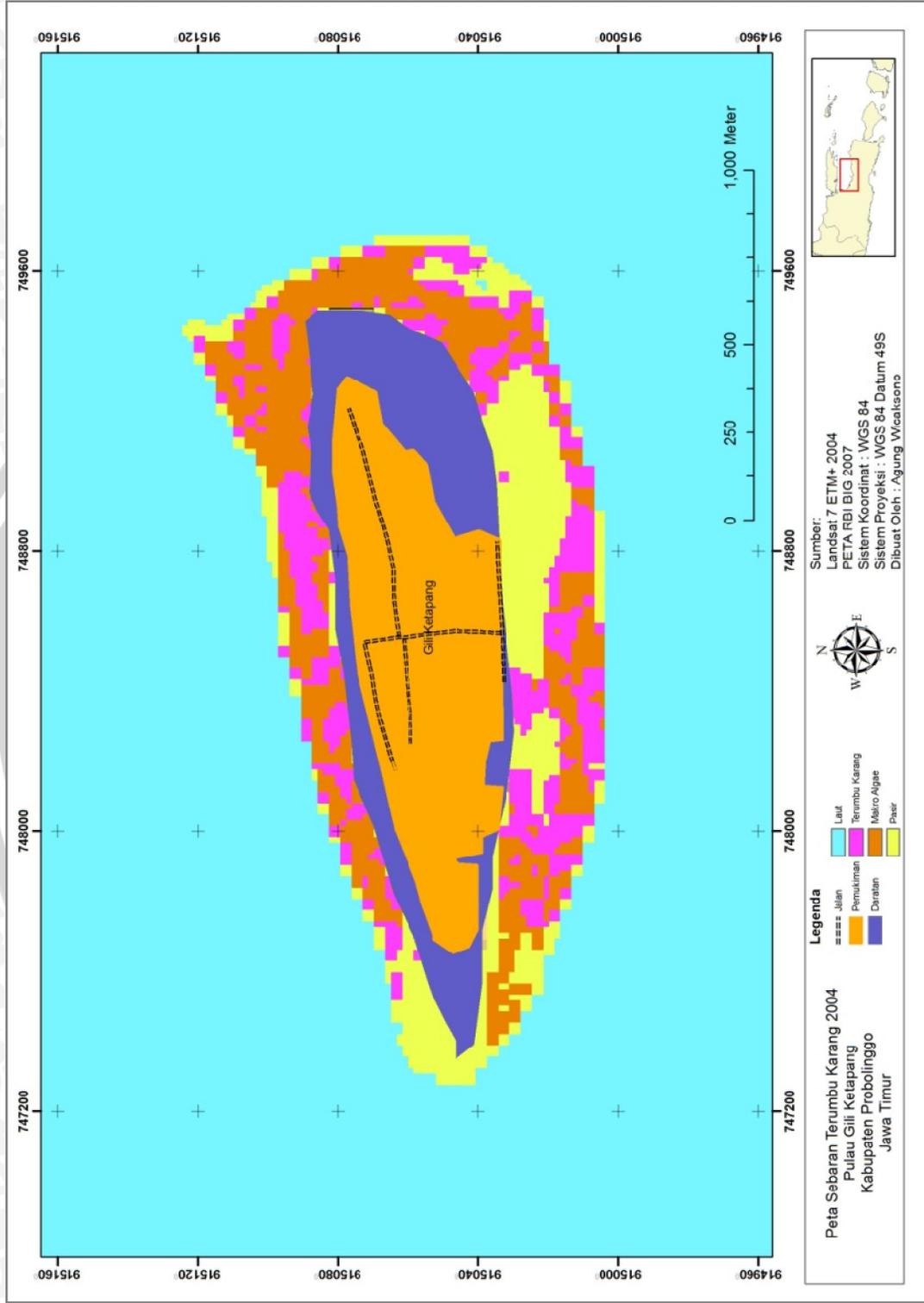
Citra Satelit	Tahun	Nilai a	Nilai ki/kj
Landsat 7 ETM+	1999	-0.7722	0.8241
Landsat 7 ETM+	2004	0.2545	1.3193
Landsat 7 ETM+	2009	0.2941	1.3806
Landsat 8 OLI	2014	0.0523	1.0550

Dari (Tabel 11), didapatkan nilai koefisien keragaman (ki/kj) yg berbeda. Perbedaan nilai ki/kj dikarenakan nilai digital citra satelit yang berbeda antar tahunnya. Hasil dari perhitungan nilai transformasi digital digunakan untuk menghasilkan kanal baru yang digunakan untuk klasifikasi pembagian substart dasar perairan.

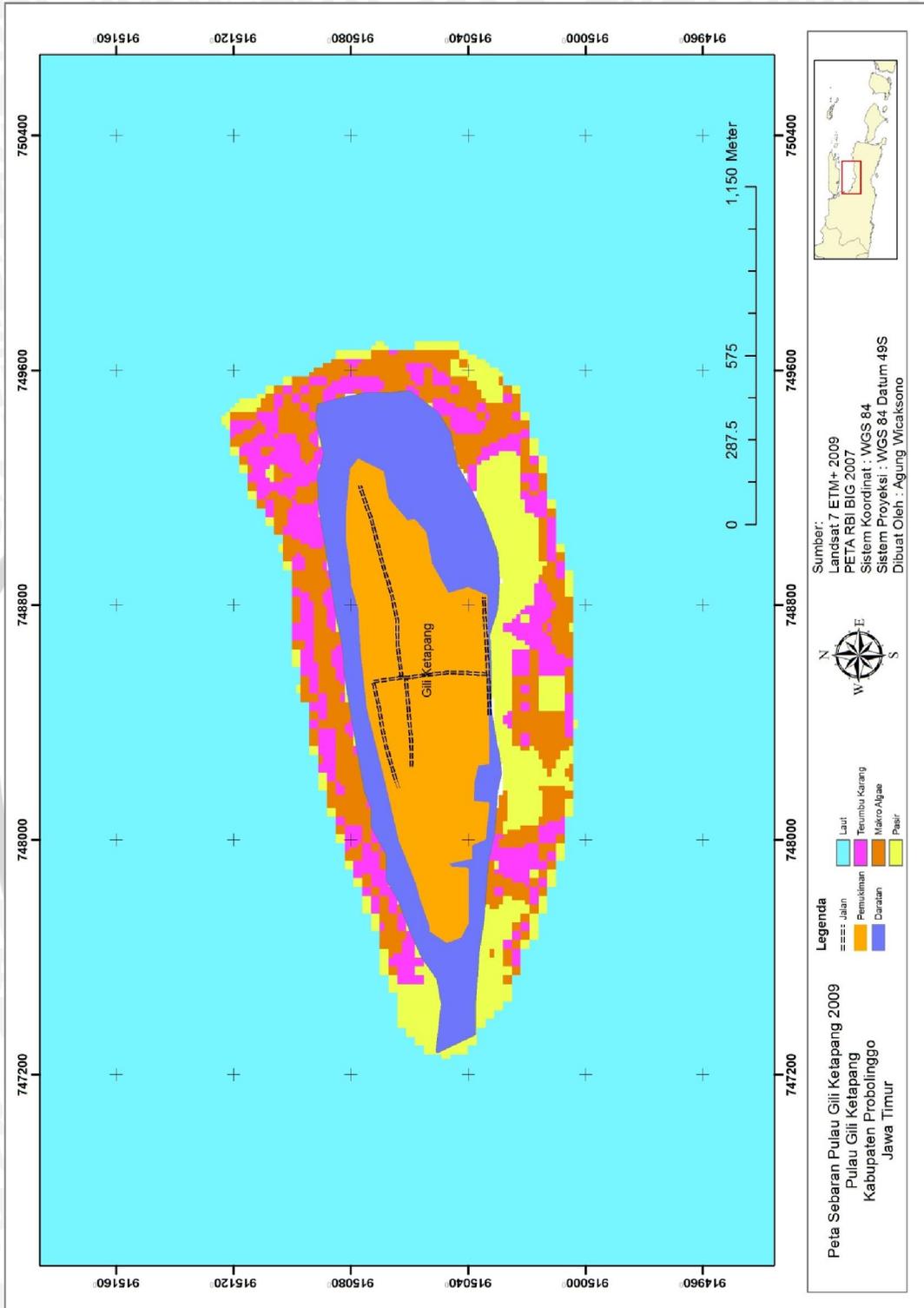
Proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS 9.3 untuk memotong kelas menjadi beberapa kelas yang terdeteksi oleh algoritma. Pembagian kelas sesuai kelas standar yang ditetapkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG). Untuk hasil klasifikasi citra hasil transformasi dapat dilihat pada (Gambar 7), (Gambar 8), (Gambar 9), dan (Gambar 10).



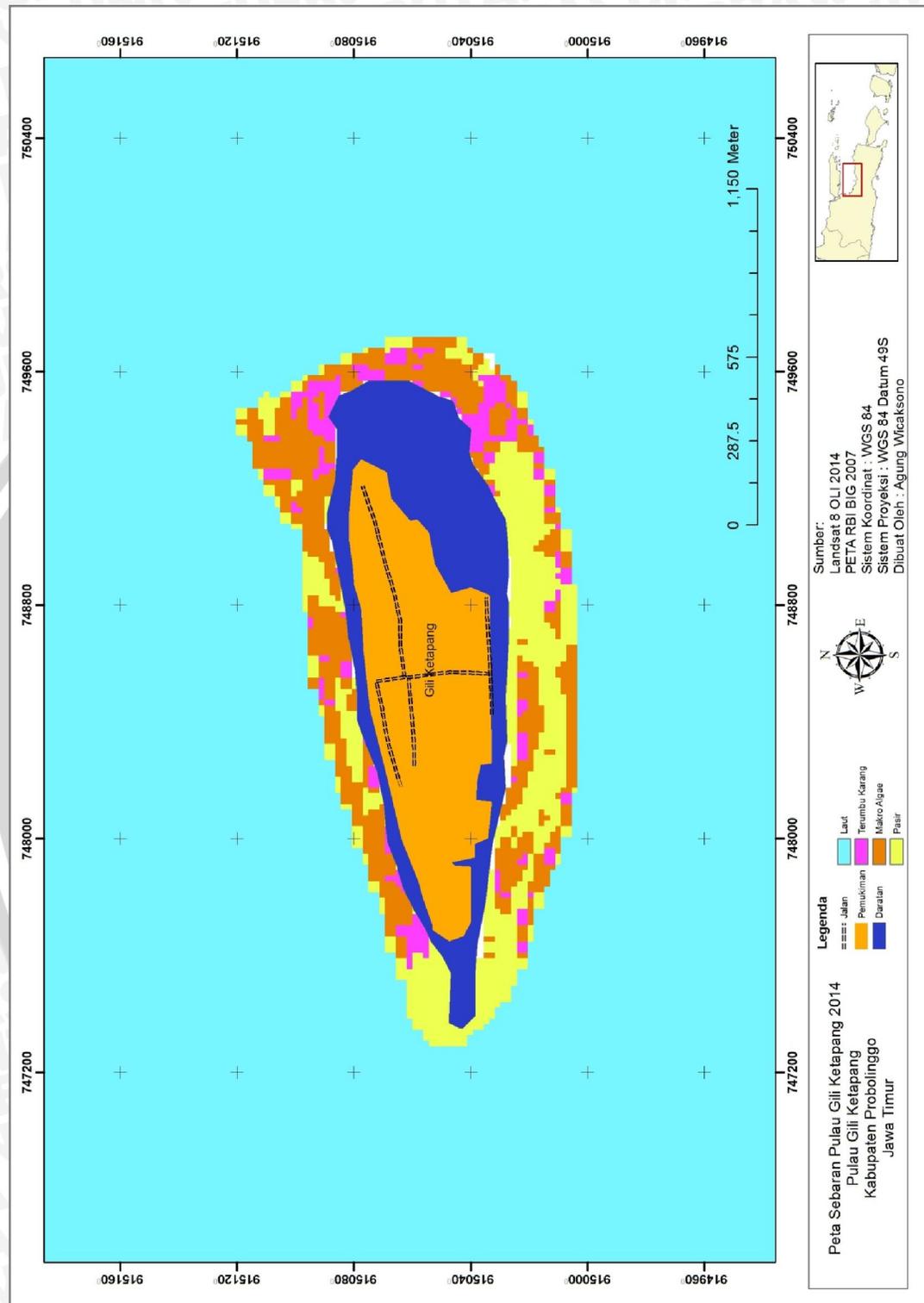
Gambar 7. Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 1999



Gambar 8. Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 2004



Gambar 9. Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 2009



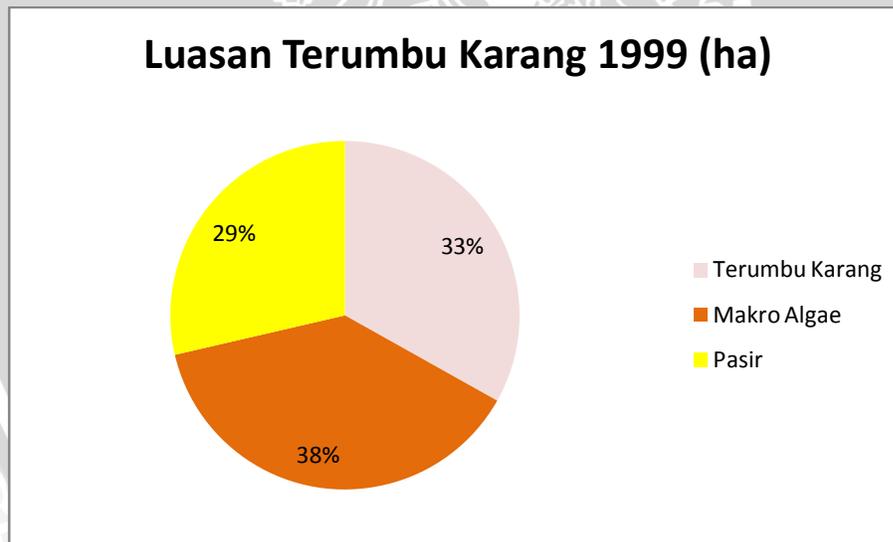
Gambar 10. Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 2014

4.1.5. Perhitungan Perubahan Luasan Terumbu Karang

Proses perhitungan luasan terumbu karang menggunakan metode *calculate area* dengan menggunakan software ArcGIS 9.3. Perkiraan luasan didapatkan dari perhitungan antara *polygon* yang terdapat nilai-nilai kelas hasil klasifikasi pengolahan citra satelit. Hasil perkiraan perhitungan luasan dijelaskan pada (Tabel 12), (Tabel 13), (Tabel 14), dan (Tabel 15).

Tabel 12. Perkiraan Perhitungan Luasan Terumbu Karang Tahun 1999

Substrat	Luasan (m ²)	Luasan (ha)
Terumbu Karang	325816.69	32.58
Makro Algae	375099.87	37.51
Pasir	281838.79	28.18



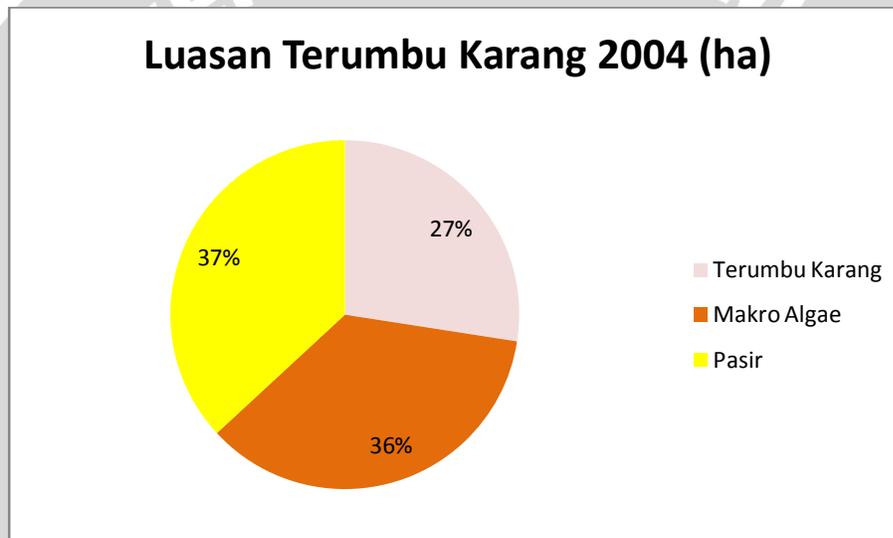
Gambar 11. Grafik Perkiraan Luasan Terumbu Karang Tahun 1999

Pada (Tabel 12), perkiraan luasan Terumbu Karang pada tahun 1999 adalah seluas 32,58 ha, Makro Algae seluas 37,51 ha, dan Pasir seluas 28,18 ha. Pada Tahun 1999, wilayah penelitian ini didominasi oleh Makro Algae dengan

prosentase sebesar 38% (Gambar 11). Prosentase terendah pada tahun ini adalah Pasir dengan prosentase sebesar 29% (Gambar 11).

Tabel 13. Perkiraan Perhitungan Luasan Terumbu Karang Tahun 2004

Substrat	Luasan (m ²)	Luasan (ha)
Terumbu Karang	307413.64	30.74
Makro Algae	398676.02	39.87
Pasir	412369.04	41.24

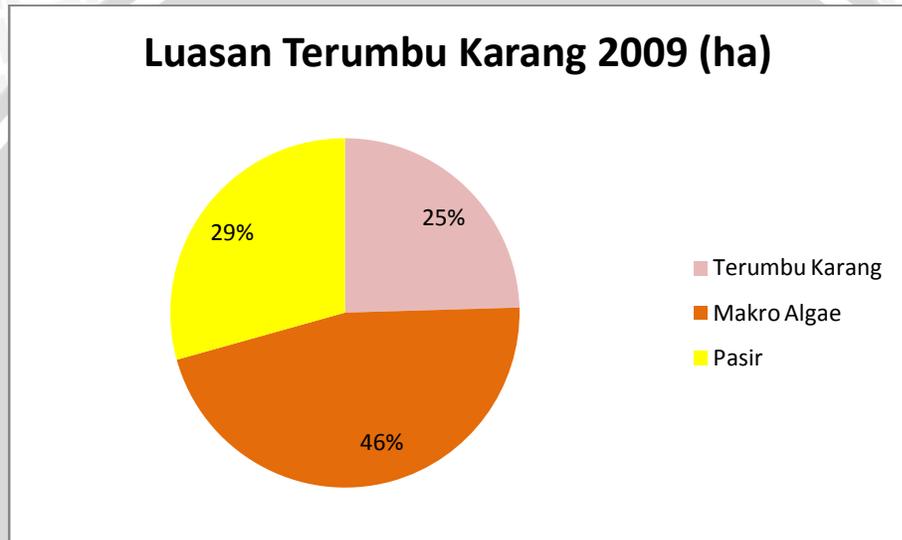


Gambar 12. Grafik Perkiraan Luasan Terumbu Karang Tahun 2004

Pada (Tabel 13), perkiraan luasan Terumbu Karang pada tahun 2004 adalah seluas 30,74 ha, Makro Algae seluas 39,87 ha, dan Pasir seluas 41,24 ha. Pada Tahun 2004, wilayah penelitian ini didominasi oleh pasir dengan prosentase sebesar 37% (Gambar 12). Prosentase terendah pada tahun ini adalah Terumbu Karang dengan prosentase sebesar 27% (Gambar 12).

Tabel 14. Perkiraan Perhitungan Luasan Terumbu Karang Tahun 2009

Substrat	Luasan (m ²)	Luasan (ha)
Terumbu Karang	263386.37	26.34
Makro Algae	495971.40	49.60
Pasir	314633.61	31.46



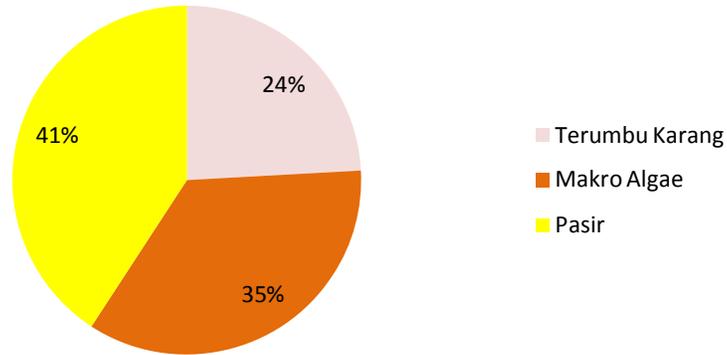
Gambar 13. Grafik Perkiraan Luasan Terumbu Karang Tahun 2009

Pada (Tabel 14), perkiraan luasan Terumbu Karang pada tahun 2009 adalah seluas 26,34 ha, Makro Algae seluas 49,6 ha, dan Pasir seluas 31,46 ha. Pada Tahun 2009, wilayah penelitian ini didominasi oleh Makro Algae dengan prosentase sebesar 46 % (Gambar 13). Prosentase terendah pada tahun ini adalah Terumbu Karang dengan prosentase sebesar 25% (Gambar 13).

Tabel 15. Perkiraan Perhitungan Luasan Terumbu Karang Tahun 2014

Substrat	Luasan (m ²)	Luasan (ha)
Terumbu Karang	238222.14	23.82
Makro Algae	345372.53	34.54
Pasir	402573.68	40.25

Luasan Terumbu Karang 2014 (ha)

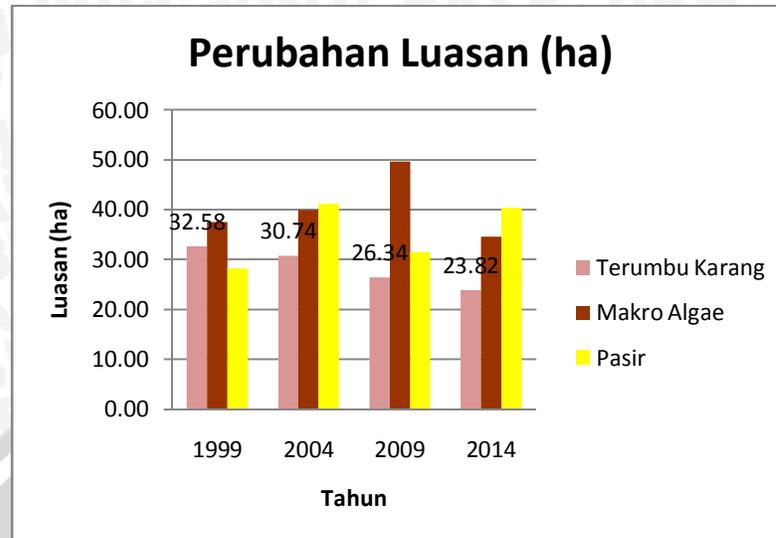


Gambar 14. Grafik Perkiraan Luasan Terumbu Karang Tahun 2014

Pada (Tabel 15), perkiraan luasan Terumbu Karang pada tahun 2014 adalah seluas 23,82 ha, Makro Algae seluas 34,54 ha, dan Pasir seluas 40,25 ha. Pada Tahun 2014, wilayah penelitian ini didominasi oleh Pasir dengan prosentase sebesar 41 % (Gambar 14). Prosentase terendah pada tahun ini adalah Terumbu Karang dengan prosentase sebesar 24% (Gambar 14).

Tabel 16. Perkiraan Keseluruhan Perubahan Luasan Dari Tahun 1999 – 2014

Tahun	1999	2004	2009	2014
Terumbu Karang	32.58 ha	30.74 ha	26.34 ha	23.82 ha
Makro Algae	37.51 ha	39.87 ha	49.60 ha	34.54 ha
Pasir	28.18 ha	41.24 ha	31.46 ha	40.25 ha



Gambar 15. Grafik Keseluruhan Perkiraan Perubahan Luasan Terumbu Karang Dari Tahun 1999 sampai dengan 2014

Perkiraan perubahan luasan terumbu karang dari tahun 1999 sampai dengan 2014 dari 32,58 ha menjadi 23,82 hektar. Tingkat perubahan luasan terumbu karang pada penelitian ini cenderung turun dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2014.

4.1.6. Uji Akurasi

Dari hasil validasi data lapang (Tabel 5) dilakukan perhitungan uji akurasi untuk menghitung tingkat akurasi dalam pengolahan data satelit. Perhitungan uji akurasi pada penelitian ini menggunakan metode *matrix confusion* untuk menghasilkan akurasi keseluruhan. Hasil perhitungan *matrix confusion* dapat dilihat pada (Tabel 17).

Tabel 17. Hasil Uji Akurasi Data Pengolahan Citra Satelit dan Data Lapang

Lapang \ Citra	Citra				
	Laut	Terumbu Karang	Makro Algae	Pasir	Total Baris
Laut	12	0	0	0	12
Terumbu Karang	0	1	2	1	4
Makro Algae	1	0	5	0	6
Pasir	0	0	2	6	8
Total Kolom	13	1	9	7	30

$$\text{Total Sampel Diagonal} = 24$$

$$\text{Total Sampel Keseluruhan} = 30$$

$$\text{Total Akurasi} = 24/30 * 100\% = 80\%$$

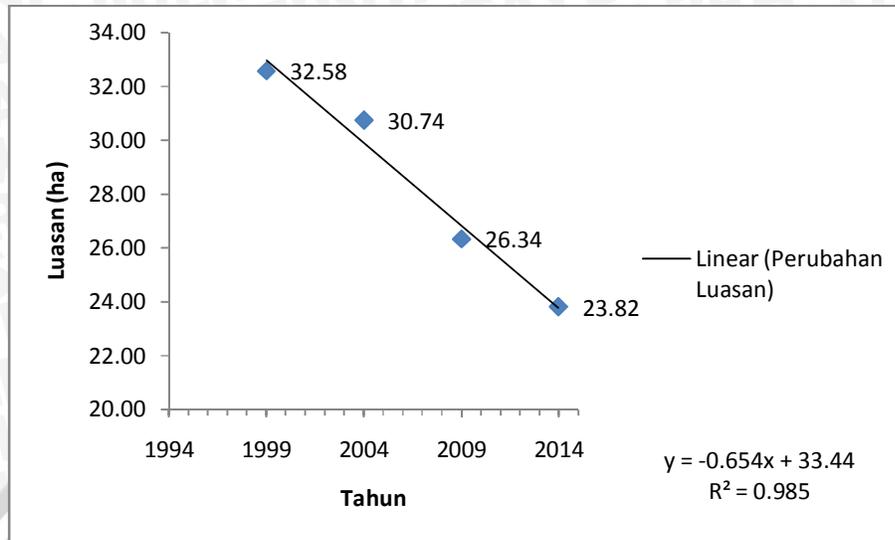
Hasil dari perhitungan uji akurasi (Tabel 17), total akurasi keseluruhan antara perbandingan data lapang dan data citra satelit adalah 80%. Nilai 80% menunjukkan tingkat *error* kurang dari 20%. Hasil lapang dan hasil pengolahan citra satelit dapat di gunakan pada penelitian ini.

4.1.7. Trend Perubahan Luasan

Analisa trend statistik pada penelitian ini digunakan untuk memprediksi tingkat kerusakan terumbu karang secara periodik dengan pengolahan data statistik. Model yang digunakan pada penelitian ini adalah model trend *linear*. Nilai perubahan luasan terumbu karang dijelaskan pada (Tabel 18) dan untuk hasil model trend *linear* dijelaskan pada Gambar 16.

Tabel 18. Perubahan Luasan Terumbu Karang

Tahun	Terumbu Karang
1999	32.58 ha
2004	30.74 ha
2009	26.34 ha
2014	23.82 ha



Gambar 16. Perubahan luasan terumbu karang dengan trend *linear*

Pada (Gambar 16), prediksi perubahan luasan dengan model *linear* didapatkan hasil determinasi *R Square* sebesar 0,98. Dengan nilai determinasi sebesar 98 % sedangkan 2% lainnya adalah kondisi lainnya. Didapatkan persamaan dengan rumus sebagai berikut :

$$y = -0.654x + 33.44$$

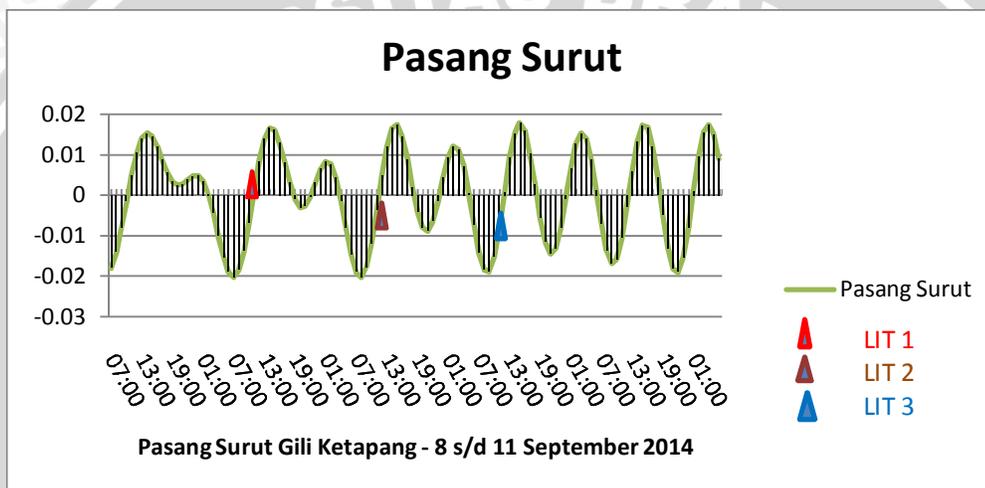
Dimana : y = Luasan terumbu karang

x = Periode tahun

Perubahan luasan terumbu karang dengan menggunakan model *linear* menunjukkan tingkat kerusakan terumbu karang akan semakin tinggi.

4.1.8. Pengolahan Data Hidrooseanografi

Pengolahan data hidrooseanografi dilakukan untuk mengetahui faktor oseanografi pada lokasi penelitian ini. Prediksi pasang surut pada wilayah penelitian ini menggunakan software *Tide Model Driver*. Kondisi pasang surut pada saat pengambilan data berada pada saat pasang. Sedangkan pada saat perekaman citra pada saat surut. Pola pasang surut pada kawasan Pulau gili ketapang ditunjukkan pada (Gambar 17).

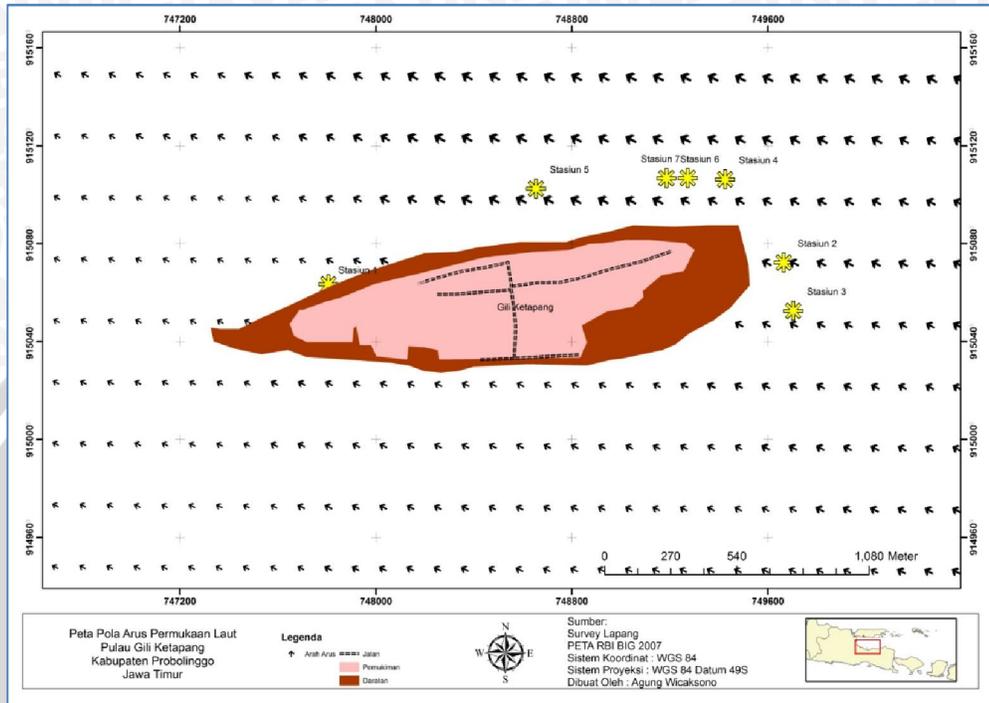


Gambar 17. Pasang Surut Gili Ketapang

Pada saat pengambilan data tutupan terumbu karang (Tabel 6), Stasiun LIT 1 berada pada saat kondisi pasang. Stasiun LIT 2 berada pada saat kondisi surut menuju pasang. Stasiun LIT 3 menuju pasang. Semua pengambilan data terumbu karang dilakukan pada saat kondisi pasang laut.

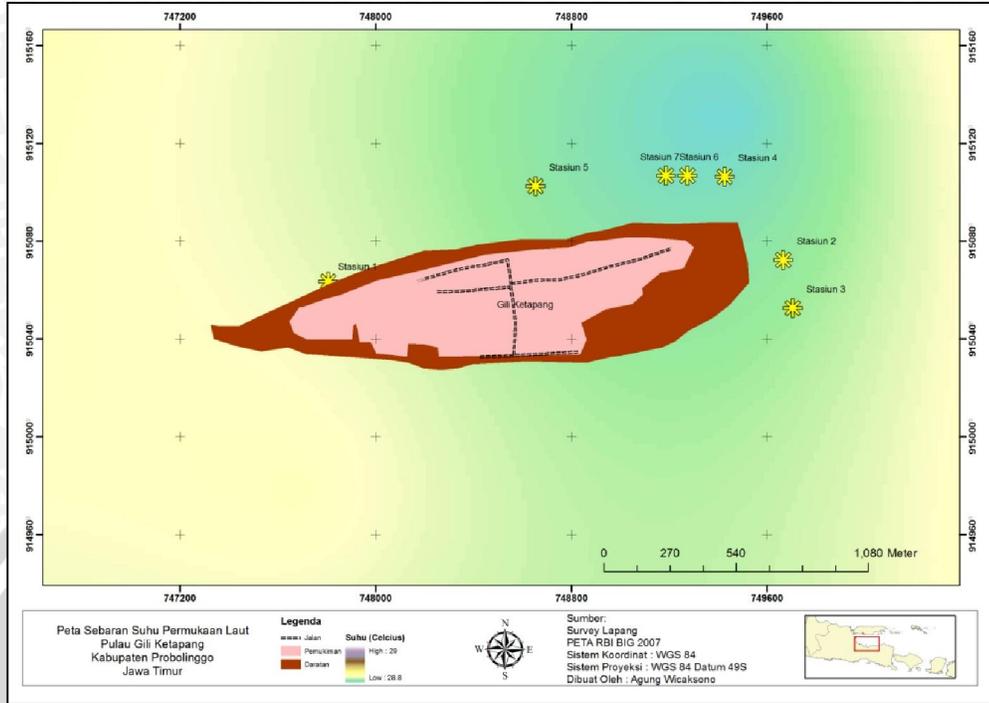
Pasang surut sangat berpengaruh pada kondisi pola hidup terumbu karang. Pola pasang surut pada wilayah penelitian ini adalah semi diurnal. Pengaruh pada saat pengambilan data citra satelit juga berpengaruh pada kondisi nilai digital yang dihasilkan citra. Perekaman digital citra Landsat 8 OLI berlangsung pada saat kondisi laut di perairan penelitian ini berada pada saat

pasang. Kecepatan arus juga mempengaruhi nilai digital pada citra satelit. Kecepatan arus pada wilayah penelitian ini dijelaskan pada (Gambar 18).



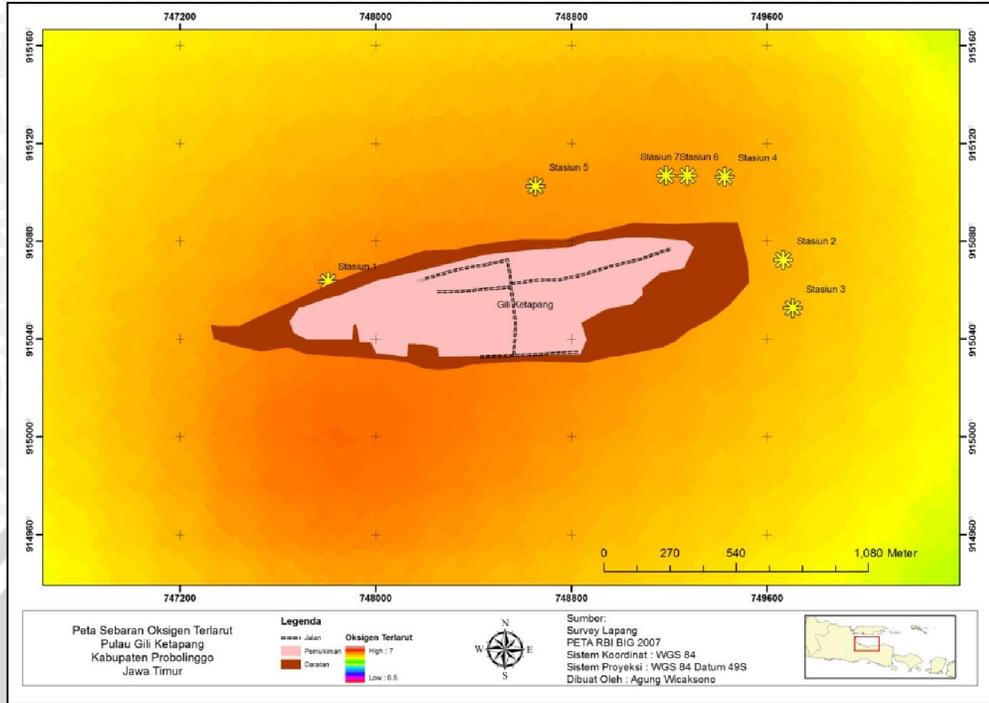
Gambar 18. Peta Pola Arus Wilayah Penelitian

Kecepatan arus pada Pulau Gili Ketapang memiliki kecepatan tertinggi sebesar 0.17 m/s dan terendah 0.14 m/s. Arah arus menuju ke Barat Laut pulau. Kecepatan arus berpengaruh pada faktor sedimentasi yang mempengaruhi kehidupan terumbu karang.



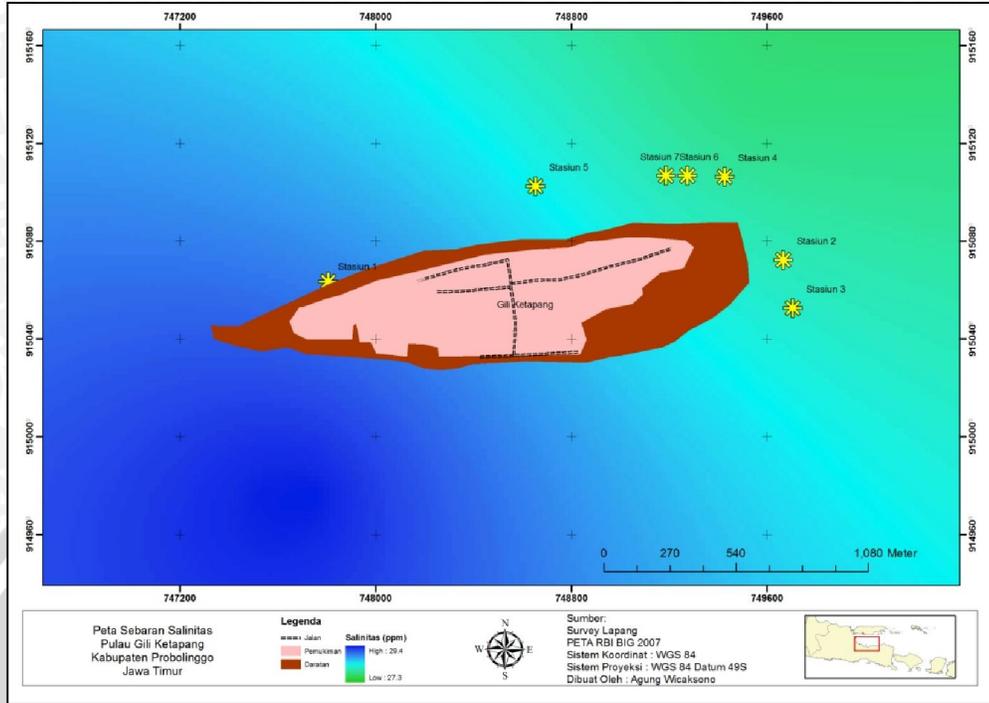
Gambar 19. Sebaran Suhu Wilayah Penelitian

Pada wilayah Gili Ketapang suhu perairan berkisar dari 28 - 29 Derajat Celcius. Pengambilan data dilakukan pada saat siang hari dan berpengaruh oleh resapan radiasi matahari ke perairan. Faktor keberadaan wilayah penelitian ini yang berada di Selat Madura juga berpengaruh pada besaran nilai suhu yang ada pada perairan ini.



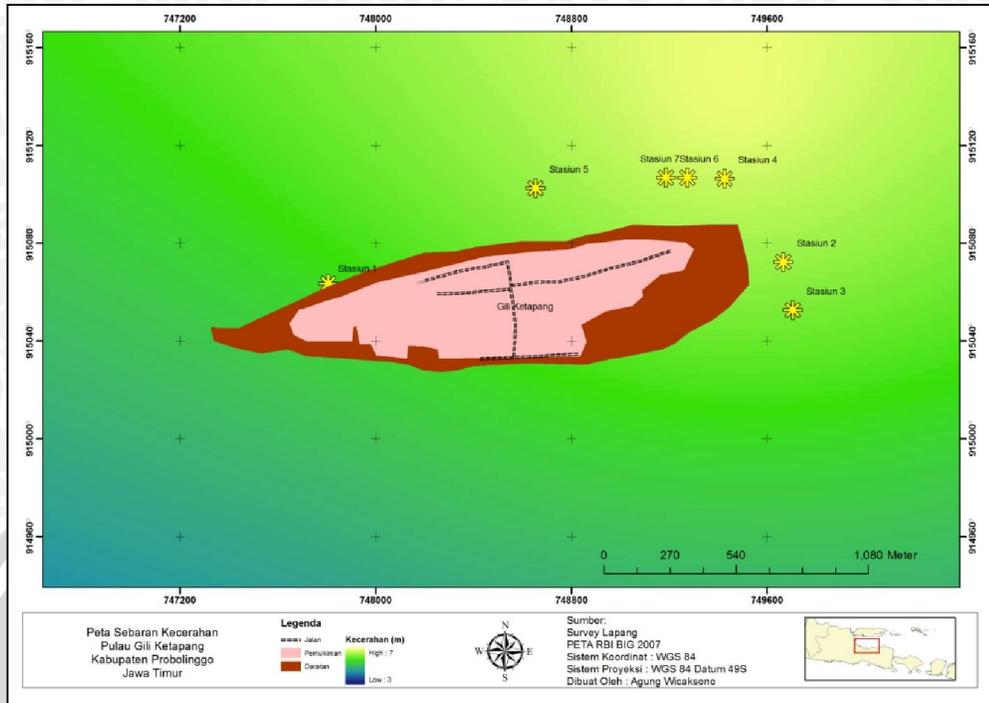
Gambar 20. Sebaran Oksigen Terlarut di Perairan

Pada wilayah penelitian ini sebaran oksigen terlarut berkisar dari 6.8 sampai 7. Nilai besaran oksigen terlarut dipengaruhi oleh faktor radiasi matahari. Pengambilan data oksigen terlarut yang dilakukan pada siang hari mempengaruhi nilai besaran oksigen terlarut pada wilayah penelitian ini.



Gambar 21. Sebaran Salinitas Pada Wilayah Penelitian

Nilai besaran salinitas pada wilayah penelitian ini berkisar antara 27 sampai dengan 29.4 ppm. Nilai besaran salinitas dipengaruhi oleh faktor suhu dan sebaran arus pada perairan. Salinitas juga mempengaruhi pola hidup terumbu karang pada wilayah penelitian ini.



Gambar 22. Peta Kecerahan Perairan Wilayah Penelitian

Nilai besaran kecerahan pada wilayah penelitian ini berkisar antara 3 - 7 meter. Nilai besaran kecerahan dipengaruhi oleh kekeruhan perairan yang ada pada wilayah penelitian ini. Tingkat kecerahan yang rendah mempengaruhi pola hidup terumbu karang untuk berkembang karena dipengaruhi oleh kemampuan fotosintesis terumbu karang yang membutuhkan cahaya matahari.

4.2. Pembahasan

4.2.1 Analisa Kerusakan Terumbu Karang Secara Visual

Kerusakan terumbu karang pada wilayah penelitian ini dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor alami dan faktor manusia. Faktor alami yang mempengaruhi kerusakan terumbu karang pada wilayah penelitian ini adalah faktor oseanografi perairan. Faktor manusia pada wilayah penelitian ini mempengaruhi kerusakan terumbu karang secara cepat. Penggunaan alat

tangkap merusak mempengaruhi kerusakan terumbu karang pada wilayah penelitian ini.



Gambar 23. Kondisi Wilayah Stasiun LIT1

Pada wilayah Stasiun LIT1, kondisi terumbu karang tidak begitu cukup baik. Banyak ditemukan sampah dan jangkar kapal pada wilayah Stasiun LIT1 menunjukkan kerusakan terumbu karang pada wilayah penelitian ini. Banyak ditemukan jenis bulu babi *Long Spined Black Sea Urchin (Diadema antillarum)* pada wilayah stasiun ini. Padatnya jumlah keberadaan bulu babi pada wilayah penelitian ini menjadi indikator kerusakan yang diakibatkan penangkapan berlebih di perairan. Menurut Hodgson (2006), sedikitnya kelimpahan bulu babi, mengindikasikan penyakit bulu babi, tingginya jumlah bulu babi merupakan indikator penangkapan berlebih pada predator bulu babi.



Gambar 24. Kondisi Wilayah Stasiun LIT2

Pada wilayah Stasiun LIT2, kondisi substrat dasar dipengaruhi oleh sedimen berupa pasir. Banyak ditemukan pula *Nutrient Indicator Algae* sebagai indikator buruknya kualitas ekosistem terumbu karang. Menurut Hodgson (2006), definisi *Nutrient Indicator Algae (NIA)* adalah semua alga yang ditemukan di perairan. Pendataan meledaknya populasi alga yang mungkin disebabkan oleh tingginya pasokan nutrient di perairan.



Gambar 25. Kondisi Wilayah Stasiun LIT3

Pada wilayah Stasiun LIT3, kondisi terumbu karang pada wilayah ini tergolong cukup baik tetapi banyak ditemukan pula *Nutrient Indicator Algae*. Banyak ditemukan ikan penghuni terumbu karang seperti *Butterfly fish*, *Grouper*, dan *Parrot Fish*. Ancaman terbesar yang mengintervensi wilayah ini adalah sedimentasi dan pencemaran.

4.2.2 Tingkat Keakuratan Pengolahan Data Satelit

Tabel 19. Perbandingan Hasil Uji Akurasi Citra Satelit Dan Data Lapang

Producer			User		
Lapangan	Akurasi	Nilai	Citra	Akurasi	Nilai
Laut	12/13	0.92	Laut	12/12	1
Terumbu Karang	1/1	1	Terumbu Karang	1/4	0.25
Makro Algae	5/9	0.56	Makro Algae	5/6	0.83
Pasir	6/7	0.86	Pasir	6/8	0.75
Rata-rata		0.83	Rata-rata		0.71

Dari (Tabel 19), perbandingan uji akurasi *producer* dan *user* dengan nilai rata-rata *producer* sebesar 0.83 dan nilai rata-rata *user* sebesar 0.71 pengolahan data citra dapat digunakan. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai-nilai dari perhitungan uji *matrix confusion* antara lain pengalaman peneliti lapang untuk mengambil data di lapangan, tingkat keakuratan GPS (*Global Positioning System*), dan faktor lain yang mempengaruhi saat survey lapang.

Dengan tingkat keakuratan melebihi nilai 0.7 tingkat keakuratan pengolahan data dapat digunakan untuk melakukan analisa digital yang lain. Pengolahan data citra satelit tergantung pada penentuan titik stasiun dan kemampuan pengolah data untuk menginterpretasikan hasil dari pengolahan data tersebut.

4.2.3 Perubahan Luasan Terumbu Karang

Perubahan luasan terumbu karang dari tahun 1999 – 2014 mengalami penurunan yang cukup besar. Luasan terumbu karang pada wilayah penelitian ini pada Tahun 1999 sebesar 32.58 ha menjadi 23.82 ha pada Tahun 2014. Penurunan sebesar 8.76 ha selama kurun waktu 15 tahun menjadikan wilayah penelitian ini kekurangan sekitar 26.89 % dari total luasan pada Tahun 1999.

Banyak faktor yang menyebabkan penurunan terhadap luasan terumbu karang antara lain perubahan iklim, aktifitas manusia, dan faktor alami. Dengan tingginya fluktuasi suhu permukaan laut pada wilayah penelitian ini dapat menyebabkan terumbu karang mati. Menurut Rani (2007), terumbu karang yang berkembang pada perairan dangkal di daerah tropik, secara langsung juga terpengaruh oleh adanya pemanasan global. Secara umum, peningkatan suhu di atas suhu normal rata-rata akan menyebabkan kerusakan dan kematian karang yang terjadi bersamaan dengan peristiwa *El Niño* dan juga badai siklon (siklon Lena). Salah satu indikasi dari dampak peristiwa *El Niño* yaitu terjadinya kematian massal karang (lebih dari 50% karang mati).

Selain faktor perubahan iklim, aktifitas manusia juga dapat menyebabkan meningkatnya penurunan luasan terumbu karang pada wilayah penelitian ini. Menurut Sukmara *et al* (2001), beberapa aktivitas manusia yang secara langsung dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang diantaranya adalah menangkap ikan dengan menggunakan bom dan racun sianida (potas), pembuangan jangkar, berjalan di atas terumbu, penggunaan alat tangkap muroami, penambangan batu karang, penambangan pasir, dan sebagainya. Aktivitas manusia yang secara tidak langsung dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang adalah sedimentasi yang disebabkan aliran lumpur dari daratan akibat penggundulan hutan-hutan dan kegiatan pertanian, penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan untuk kebutuhan pertanian, sampah plastik, dan lain-lain.

Faktor alami yang juga dapat meningkatkan penurunan luasan terumbu karang adalah proses alam yang terjadi pada wilayah ini. Menurut Pasaribu (2008), ancaman alami adalah meningkatnya jumlah predator atau hewan pemakan karang yang dapat mengakibatkan kematian karang di tempat-tempat tertentu secara lokal dan pada saat terjadi pemangsa yang luas oleh hewan ini maka kematian dan kerusakan karang akan terjadi dalam skala yang besar.

Contoh hewan-hewan yang termasuk ke dalam predator alami adalah bintang laut berduri (*Acanthaster plancii*), bulu babi (terutama *Echinometra mathaei*, *Diadema setosum*, *Tripneustes gratilla*), beberapa jenis ikan karang seperti kepe-kepe (*Chaetodon sp*) dan kakatua (*Scarus sp*).



BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian mengenai perubahan luasan terumbu karang pada wilayah Pulau Gili Ketapang didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Presentase tutupan terumbu karang dari seluruh lokasi pengambilan data tutupan terumbu karang tergolong baik pada beberapa wilayah. Banyak juga ditemukan wilayah yang memiliki tutupan terumbu karang yang berada dalam kondisi sedang dan kurang baik.
2. Perkiraan perubahan luasan terumbu karang pada Pulau Gili Ketapang dari tahun 1999 sampai dengan 2014 dari 32,58 hektar menjadi 23,82 hektar. Perubahan luasan berkurang sebesar 8.76 hektar dalam kurun waktu 15 tahun.
3. Trend perubahan luasan dengan model *linear* didapatkan hasil determinasi *R Square* sebesar 0,98. Trend perubahan luasan pada Pulau Gili Ketapang cenderung menurun dari tahun 1999 sampai dengan 2014 dengan total penurunan sebesar 26.89 % .

5.2. Saran

Pemantauan terumbu karang membutuhkan ketelitian yang tinggi untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan. Pemantauan menggunakan citra satelit mengharuskan para peneliti mengetahui kondisi lapang yang sebenarnya. Penentuan penggunaan algoritma juga mempengaruhi nilai akhir dari hasil perhitungan digital. Pemantauan terumbu karang dengan metode ini mengharuskan peneliti memiliki pengalaman lebih dalam hal memahami mengenai citra satelit dan metode pemantauan karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiprima, Khrisna; A, Sudrajat. 2009. Kajian Kesesuaian Lahan Tambak, Konservasi Dan Pemukiman Kawasan Pesisir Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Pesisir Pangandaran, Jawa Barat). ITB. Bandung.
- Agusta, Ivanovich. 2003. Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data Kualitatif. Bogor .
- Aini, Anisah. 2007. Sistem Informasi Geografis Pengertian Dan Aplikasinya. STMIK AMIKOM. Yogyakarta
- Aminuddin, Muhammad. 2012. Terumbu Karang di Pesisir Utara Jatim Rusak Akibat Limbah. <http://www.detik.com/terumbu+karang+jatim>. Diakses pada 20 September 2014.
- Azwar, Saifuddin. 2007. Metode Penelitian. Yogyakarta. Pustaka Pelajar
- Dajan, Anto. 1986. Pengantar Metode Statistik. Jilid I. Jakarta: LP3ES.
- English, S., C. Wilkinson, V. Baker. 1994. Survey Manual For Tropical Marine Resources. – Australia Marine Science Project Living Coastal Resources. Australia.
- Danoedoro, Projo. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Penerbit Andi : Jogjakarta.
- Faisol, Ahmad. 2013. Dicuri, Terumbu Karang di Gili Ketapang Terancam. <http://www.kompas.com/terumbu+gili+terancam>. Diakses pada 20 September 2014.
- Gandharum, Laju dan Cen, Chi-Farn. 2006. Pemanfaatan Informasi Tekstur untuk Klasifikasi Tanaman Sawit Menggunakan Citra FORMOSAT-2. Badan Penerapan dan Pengkajian Teknologi. Jakarta.
- Hodgson, Gregor; J, Hill; W, Kiene; L, Maun; J, Mihaly; J, Liebeler; C, Shuman; R, Torres. 2006. Panduan Monitoring Terumbu Karang Reef Check. Reef Check Foundation. California.
- Iswandi, Dedy. 2009. Analisis Laju Erosi Terhadap Perubahan Garis Pantai di Pantai Utara Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kecamatan Sumberasih. 2013. Data Kependudukan Pulau Gili Ketapang. Kabupaten Probolinggo

- Lillesand, T.M. dan W.R. Kiefer. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lyzenga, R.D. 1978. Shallow Water Bathymetri Using Combined Lidar and Passive Multispectral. Scanner Data. Int. J. Remote Sensing.
- Muhammad, Sahri; D, G, R, Wiadnya; D, O, Sutjito. 2009. Adaptasi Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Kelautan Terhadap Dampak Perubahan Iklim Global. Universitas Brawijaya Press. Malang
- NASA. 2013.Landsat Data Continuity Mission.<http://www.nasa.gov>. Diakses pada 20 September 2014.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis (Alih bahasa oleh: Muh. Eidman, Koesobiono, Dietriech G.B., M. Hutomo, S. Sukardjo). Gramedia. Jakarta.
- Pasaribu, Riza Aitiando. 2008. Studi Perubahan Luasan Terumbu Karang Dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Perairan Bagian Barat Daya Pulau Moyo, Sumbawa. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Patria, Mufti Petala. 2003. Terumbu Karang dan Karang. Terangi. Jakarta
- Priyambada, Ika Bagus dan Amelia,E.B. 2006. Studi Evaluasi Sistem Pengumpulan, Pewadahan, Penyimpanan dan Pengangkutan Limbah Padat B3 (Studi Kasus PT. PHAPROS TBK SEMARANG) . Universitas Diponegoro : Semarang.
- Rani, Chair. 2007. Perubahan Iklim : Kaitannya Dengan Terumbu Karang. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Salahuddin. 2013. Artikel tentang dinamika pesisir jawa timur. <http://www.mgi.esdm.go.id/>. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. Diakses pada tanggal 5 Juni 2013.
- Siregar, V.P. 1996. Pengembangan Algoritma Pemetaan Terumbu Karang di Pulau Menjangan Bali dengan Citra Satelit. Kumpulan Seminar Maritim 1996. BPPT, Jakarta.
- Suharsaputra,Uhar. 2012.Metode Penelitian.PT Refika Aditama.Bandung.
- Sukmara, A., A.J. Siahainenian dan C. Rotinsulu. 2001. Panduan Pemantauan Terumbu Karang Berbasis-Masyarakat Dengan Metoda Manta Tow. Proyek Pesisir. Publikasi Khusus. University of Rhode Island, Coastal Resources Center, Narragansett, Rhode Island, USA.
- Sutanto. 1994. Penginderaan Jauh Jilid II. Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 31 hal
- Timotius, Silvianita. 2003. Biologi Terumbu Karang. Terangi. Jakarta

Wahyunto;S.R.Murdiyati dan S.Ritung. 2004. Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh dan Uji Validasinya Untuk Deteksi Penyebaran Lahan Sawah Dan Penggunaan/Penutupan Lahan.Informatika Pertanian.Volume 13.

Yekti, Andhono; B. Sudarsono; S. Suwiyanto. 2013. Analisis Perubahan Tutupan Lahan DAS Citanduy Dengan Metode Penginderaan Jauh. Jurnal Geodesi. Universitas Diponegoro. Semarang.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pengolahan Data Citra Satelit

Pengolahan data digital citra satelit bertujuan untuk mengetahui sebaran substrat pada wilayah penelitian ini. Penggunaan metode penginderaan jauh dalam bidang pemantauan dan pemetaan terumbu karang dapat meningkatkan wilayah luasan pemantauan dan efisiensi biaya. Adapun tahapan dalam pengolahan citra satelit untuk pemantauan terumbu karang adalah

1. Komposit Citra : komposit citra digunakan untuk menggabungkan kanal-kanal yang memiliki sensor untuk digunakan dalam mengetahui substrat dasar perairan.
2. Transformasi Citra : Transformasi citra digunakan untuk mengetahui nilai yang digunakan untuk memasukkan algoritma pengolahan data citra satelit.
3. Klasifikasi Citra : Klasifikasi citra digunakan untuk mengetahui kelas-kelas yang ditunjukkan dengan nilai-nilai digital. Kelas – kelas yang digunakan dalam pemantauan terumbu karang berdasarkan standar yang sudah ditetapkan.

1. Komposit Citra

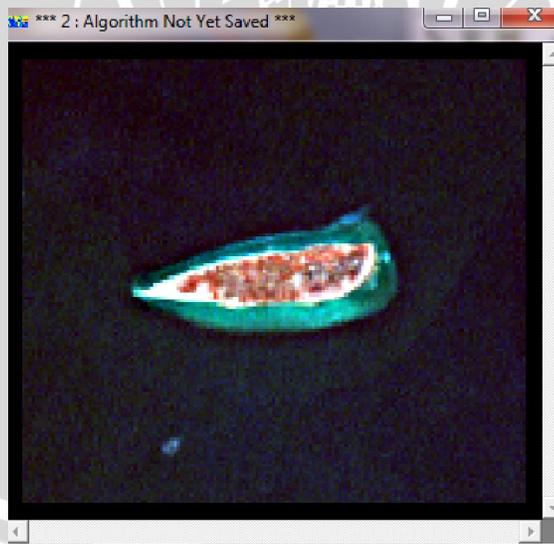
Pengolahan data citra satelit dalam penelitian ini menggunakan citra Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI TIRS. Resolusi masing-masing citra yang digunakan adalah 30 meter. Pendugaan awal substrat dasar perairan dapat diperoleh dari penggabungan 3 kanal citra yang berbeda sehingga menghasilkan citra komposit. Komposisi penggabungan kanal untuk citra yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan pada (Tabel 20).

Lanjutan.

Tabel 20. Komposisi Penggabungan Kanal Citra Satelit

Citra Satelit	Waktu Pengambilan	Komposisi Kanal
Landsat 7 ETM+	Agustus 1999	Kanal 4,2,1
Landsat 7 ETM+	September 2004	Kanal 4,2,1
Landsat 7 ETM+	Agustus 2009	Kanal 4,2,1
Landsat 8 OLI	September 2014	Kanal 5,3,2

Penggunaan komposit kanal untuk citra Landsat 7 ETM+ tahun 1999, 2004, dan 2009 adalah Kanal 4,2,1. Sedangkan untuk citra Landsat 8 OLI menggunakan komposit kanal 5,3,2. Penggunaan komposit kanal memberikan gambaran secara umum substrat dasar pada wilayah penelitian ini. Untuk hasil komposit citra dapat dilihat pada (Gambar 26), (Gambar 27), (Gambar 28), dan (Gambar 29).

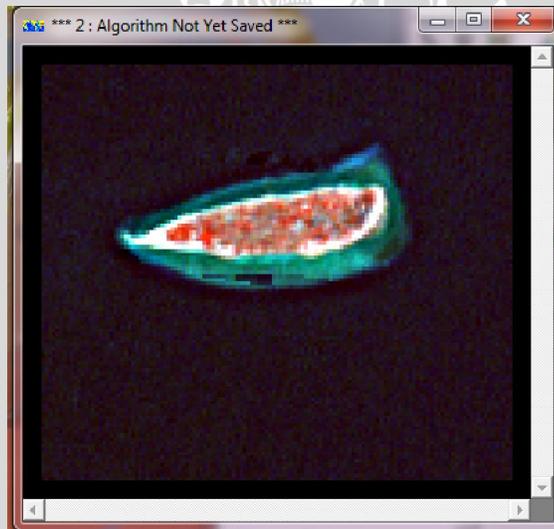


Gambar 26. Komposit Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 1999

Lanjutan.

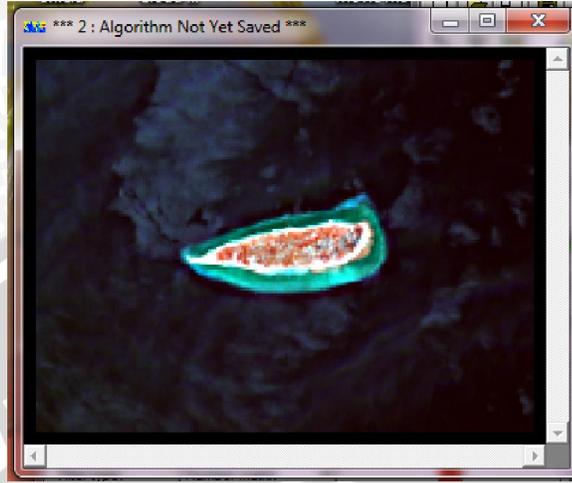


Gambar 27. Komposit Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 2004



Gambar 28. Komposit Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 2009

Lanjutan.



Gambar 29. Komposisi Citra Landsat 8 OLI 2014

2. Transformasi Citra

Pada penelitian ini proses transformasi citra satelit Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI menggunakan metode algoritma *lyzenga*. Metode algoritma *lyzenga* menggunakan kombinasi *band 1* dan *band 2* dari komposit citra RGB. Menurut Pasaribu (2008), Pemetaan perairan dangkal untuk melihat sebaran terumbu karang dapat dilakukan dengan penajaman citra yakni dengan menggunakan algoritma yang disusun oleh (Lyzenga, 1978) dan dikembangkan di perairan Indonesia (Siregar, 1996) :

$$Y = \ln (TM1) + ki/kj \ln (TM2) \dots \dots \dots \text{Rumus (1)}$$

Keterangan :

- Y = citra hasil ekstrasi dasar perairan
- TM1 = nilai digital kanal 1 Landsat TM
- TM2 = nilai digital kanal 2 Landsat TM
- ki/kj = nilai koefisien atenuasi
- dimana

Lanjutan.

$k_i / k_j = a + \sqrt{a^2 + 1}$Rumus (2)

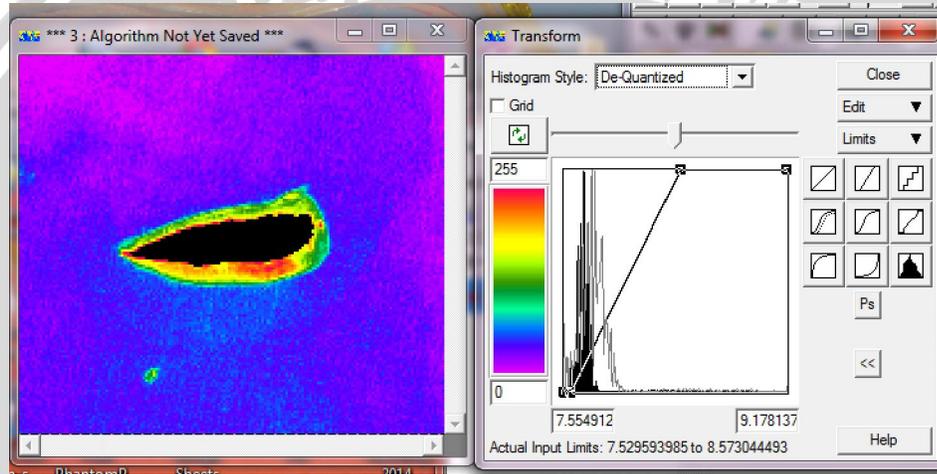
dengan

$a = (\text{var TM1} - \text{var TM2}) / (2 + \text{covar TM1TM2})$Rumus (3)

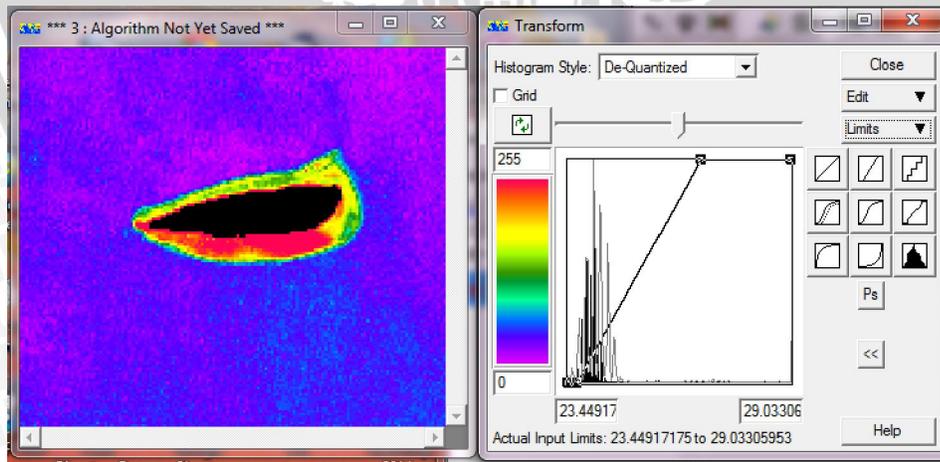
var = nilai ragam dari nilai digital

covar = nilai koefisien keragaman dari nilai digital

Dengan penggunaan rumus (2) dan rumus (3) akan menghasilkan rumus (1) untuk mendapatkan algoritma yang akan digunakan dalam transformasi citra.

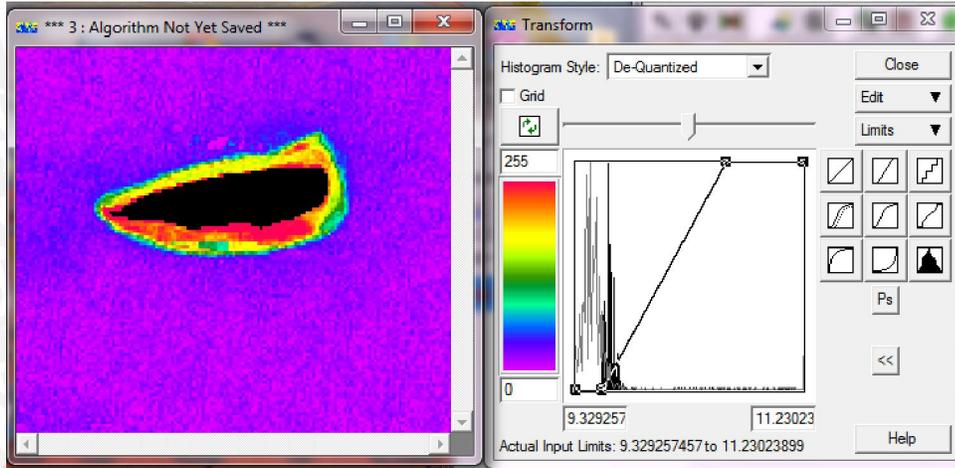


Gambar 30. Hasil Transformasi Citra dan Nilai Histogram Landsat 7 1999

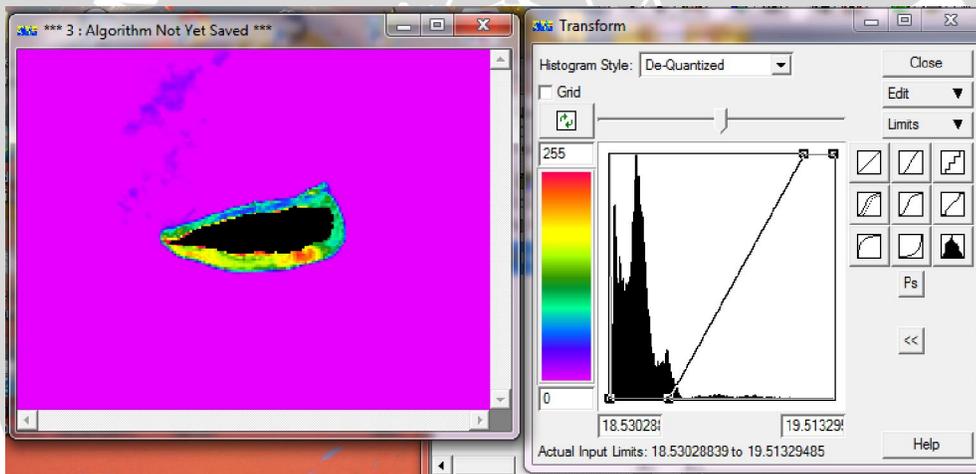


Gambar 31. Hasil Transformasi Citra dan Nilai Histogram Landsat 7 2004

Lanjutan.



Gambar 32. Hasil Transformasi Citra dan Nilai Histogram Landsat 7 2009

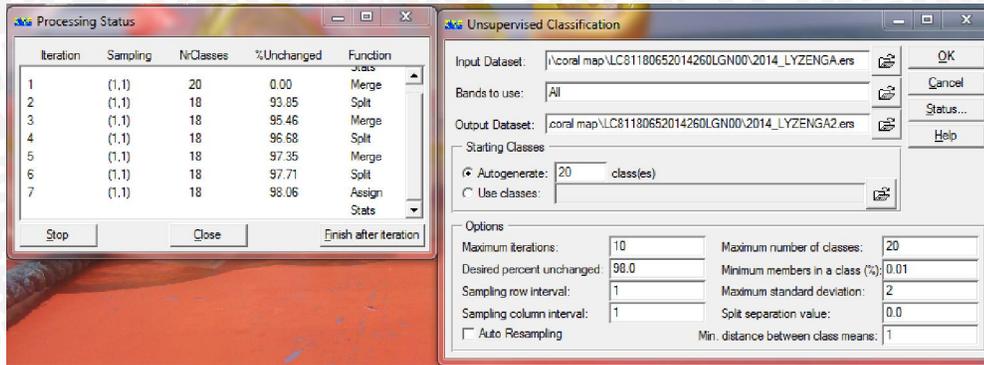


Gambar 33. Hasil Transformasi Citra dan Nilai Histogram Landsat 8 OLI 2014

3. Klasifikasi Citra

Proses klasifikasi citra dilakukan untuk membagi kelas-kelas yang ditujukan dalam nilai digital yang dibagi oleh *software* pengolah data ErMapper 7.1. Metode klasifikasi dalam penelitian ini menggunakan metode *unsupervised classification*. Metode ini menggunakan perhitungan statistik digital untuk membagi kelas ke dalam 20 kelas (Gambar 34).

Lanjutan.



Gambar 34. Proses Klasifikasi citra digital Erdas Imagine 7.1

Tabel 21. Simbol Dan Klasifikasi Substrat Perairan

No.	Nama Simbol	Simbol	Kelas
1.	Daratan		1
2.	Laut		2
3.	Terumbu Karang		3
4.	Makro Algae		4
5.	Padang lamun		5
6.	Pasir		6

Setelah proses klasifikasi telah dilakukan, proses selanjutnya adalah koreksi geometrik sistem koordinat dari sistem proyeksi WGS 84 Datum 49 N menjadi sistem proyeksi WGS 84 Datum 49 S. Wilayah pemilihan sistem Datum 49S dikarenakan wilayah penelitian ini berada pada datum tersebut.

Lampiran 2. Hasil Perhitungan Statistik Algoritma Lyzenga Citra

Tabel 22. Hasil Perhitungan Nilai Statistik Landsat 7 ETM+ 1999

Region	Band1	Band2	Band3
R1	17.174	62.388	90.488
R10	0	0	0
R11	7.595	65.719	92.678
R12	0	0	0
R13	21.744	74.802	97.512
R14	-2.793	61.785	90.636
R15	0	0	0
R16	10.901	64.446	88.975
R17	0	0	0
R18	0	0	0
R19	4.893	71.632	96.388
R2	17.264	72.512	94.182
R20	67.462	88.07	108.486
R21	15.665	64.116	92.058
R22	20.322	61.512	89.678
R23	20.083	49.182	80.339
R24	20.785	69.05	103.86
R25	0	0	0
R26	20.446	50.074	83.843
R27	0	0	0
R28	20.298	50.876	81.785
R29	20.661	52.926	83.752
R3	16.331	59.157	86.339
R30	100.566	107.872	119.558
R4	20.161	80.938	106.909
R5	19.289	76.545	97.843
R6	19.298	81.14	99.744
R7	19.868	85.36	104.971
R8	16.442	80.5	98.93
R9	15.793	84.099	100.876
All	23.401	55.094	85.645

$\text{var (B1)} = 425.6222$

$\text{var (B2)} = 1067.631$

$\text{Cov} = 415.6997$

$\text{nilai a} = -0.7722$

$\text{nilai ki/kj} = 0.824094$

Lanjutan.

Tabel 23. Hasil Perhitungan Nilai Statistik Landsat 7 ETM+ 2004

Region	Band1	Band2	Band3
R1	89	60	38
R10	95	67	44
R11	114	95	65
R12	0	0	0
R13	115	97	66
R14	0	0	0
R15	0	0	0
R16	103	79	55
R17	111	92	67
R18	106	87	59
R19	96	69	43
R2	97	72	48
R20	104.5	84.5	59.5
R21	102	78	60
R22	95	64	39
R24	96	68	41
R25	99.4	74.2	49.8
R26	85	51	38
R27	97	72	52
R28	91.5	64.5	45
R29	88	58	41
R3	0	0	0
R30	0	0	0
R31	91	62	40
R4	100	80	72
R6	102	80	52
R8	98	76	52
R9	102	79	63.5
Region_0	89.667	61.333	41.667
All	87.137	55.621	43.548

var (B1) = 1488.569

var (B2) = 922.4204

Cov = 1112.235

nilai a = 0.254509

nilai ki/kj = 1.319284

Lanjutan.

Tabel 24. Hasil Perhitungan Nilai Statistik Landsat 7 ETM+ 2009

Region	Band1	Band2	Band3
R1	0	0	0
R10	87	62	47
R11	101	83	97
R12	0	0	0
R13	91	62	36
R14	89.781	64.87	42.346
R15	82	59	39
R16	104	75	37
R17	0	0	0
R18	88.926	68.246	43.158
R19	87	63	46
R2	96	73	69
R20	87	57	39
R21	93	66	43
R22	91	67	43
R23	0	0	0
R24	0	0	0
R25	91	74	59
R26	0	0	0
R27	97	78	65
R28	93.894	73.702	55.733
R29	91	67	50
R3	84.847	57.797	39.108
R30	0	0	0
R31	98	81.5	68.5
R4	82.5	53.5	37.5
R5	85	56	37
R6	88	67	50
R7	89	68	43
R8	97	78	55
R9	0	0	0
All	79.081	48.793	37.078

var (B1) = 1665.479
 var (B2) = 954.5808
 Cov = 1208.693
 nilai a = 0.294077
 nilai ki/kj = 1.380559

Lanjutan.

Tabel 25. Hasil Perhitungan Nilai Statistik Landsat 8 OLI 2014

Region	Band1	Band2	Band3
R1	11139	10627	9165
R10	0	0	0
R11	11346	11023	9488
R12	10259.33	9007	7388.667
R13	10427	9622	8165
R14	12275	12564	12807
R15	10967	10298	8662.5
R16	11288.2	10878.2	10516.4
R17	11663.5	11579	10862
R18	10678	9748	7675
R19	10644	9968	8542
R2	10918	10312	8371
R20	10297	9055	7399
R21	0	0	0
R22	10667	9277	7744
R23	10865	9917.5	8429.5
R24	11653.5	11310.5	11152
R25	0	0	0
R26	10287	8678	7514
R27	0	0	0
R28	11753	11189	8783
R29	10740	10135	9241
R3	10698	10104	8965
R30	10407	9596	8508
R32	10516	8951.5	7234.5
R4	10935	10344	9067
R5	11875	11599	9884
R6	10956	10155.5	8611
R7	10822	10012.67	8187
R8	11022	9667	6823
R9	10930.5	10096	8595.5
All	9772.178	8079.157	7046.3

var (B1) = 14194801

var (B2) = 12838327

Cov = 12965382

nilai a = 0.052311

nilai ki/kj = 1.055048

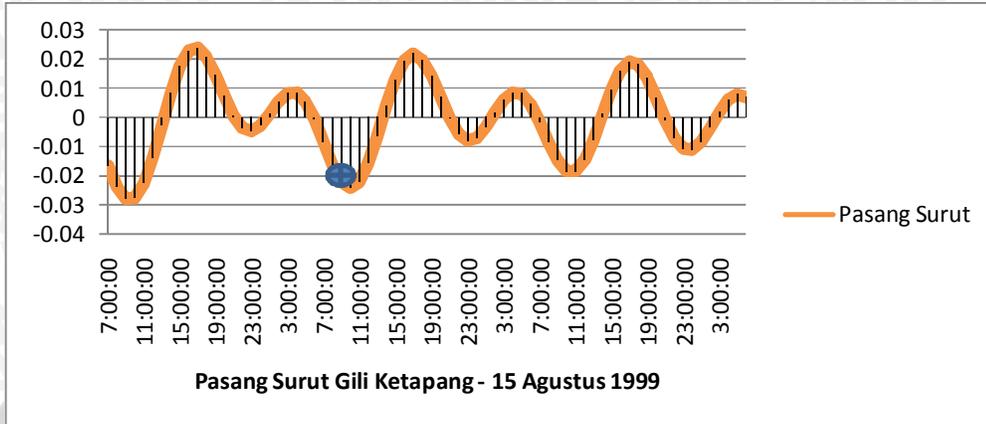
Lampiran 3. Data Presentase Tutupan Terumbu Karang

Tabel 26. Hasil Survey Prosentase Tutupan Terumbu Karang

Group Life Form		Stasiun LIT1		Stasiun LIT2		Stasiun LIT3	
		3 Meter	7 Meter	3 Meter	7 Meter	3 Meter	7 Meter
Hard Coral							
1	<i>Acropora branching</i>	3.70	3.66	1.05	1.02	36.04	34.81
2	<i>Acropora submassive</i>	2.47	2.31	1.28	1.66	1.17	1.39
3	<i>Acropora tabulate</i>	2.53	3.70	1.38	1.39	3.33	3.92
4	<i>Coral Branching</i>	1.33	1.39	1.13	1.17	3.04	2.73
5	<i>Coral Encrusting</i>	1.07	1.07	1.75	1.19	0.30	0.47
6	<i>Coral Massive</i>	5.70	4.86	3.47	3.78	2.75	2.14
7	<i>Coral Mushroom</i>	3.90	3.23	1.09	2.27	3.22	3.05
8	<i>Coral Foliose</i>	0.50	1.15	0.71	0.76	3.02	3.19
9	<i>Coral Submassive</i>	3.53	3.17	1.36	1.23	3.52	3.25
Death Coral							
10	<i>Recently Killed Coral</i>	10.17	9.82	15.72	15.43	10.12	11.02
11	<i>Hard Coral Bleaching</i>	0.00	0.70	3.78	3.76	8.65	8.91
Algae							
12	<i>Nutrien Indicator Algae</i>	46.94	42.35	35.56	35.59	6.00	6.75
Other Biota							
13	<i>Soft Coral</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.36	2.53
14	<i>Sponge</i>	3.46	2.86	3.79	3.69	6.72	6.43
Abiotic							
15	<i>Rock</i>	3.80	4.07	6.33	6.24	1.17	1.59
16	<i>Rubble</i>	3.69	2.89	4.73	4.00	3.54	3.41
17	<i>Sand</i>	7.21	9.72	6.59	6.55	3.92	2.51
18	<i>Silt</i>	0.00	3.05	10.28	10.27	1.13	1.90
Total		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Lampiran 4. Prediksi Pasang Surut Saat Perekaman Citra Satelit

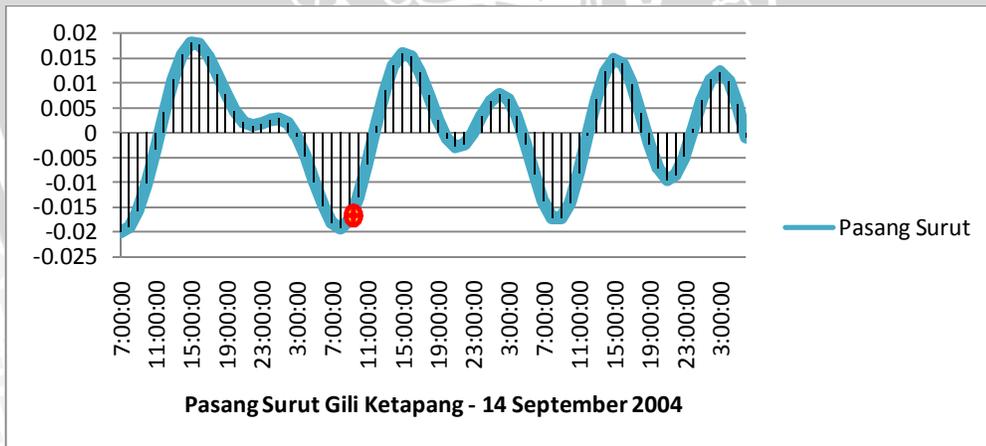
1. Prediksi Pasang Surut Landsat 7 ETM+ 1999



Gambar 35. Prediksi Pasang Surut 15 Agustus 1999

Pasang surut pada saat perekaman citra Tanggal 15 Agustus 1999 berada pada saat kondisi surut. Prediksi pasang surut menggunakan software *Tide Model Driver*.

2. Prediksi Pasang Surut Landsat 7 ETM+ 2004

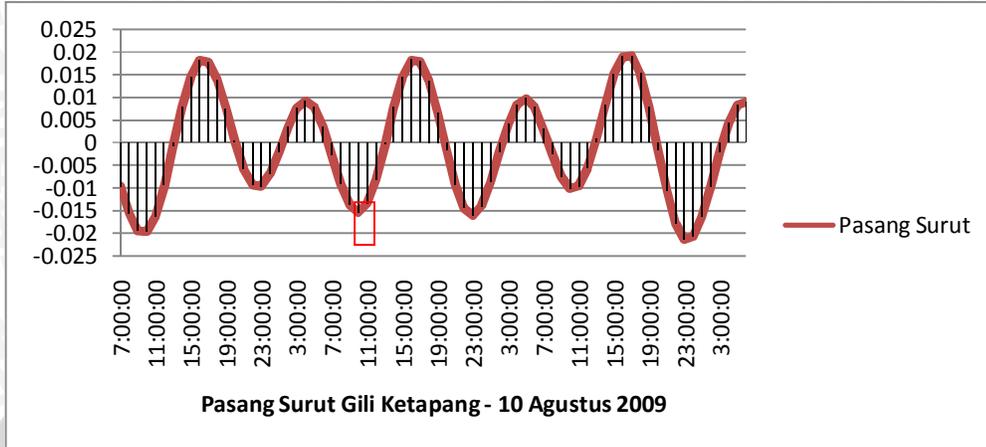


Gambar 36. Prediksi Pasang Surut 14 September 2004

Pasang surut pada saat perekaman citra Tanggal 14 September 2004 berada pada saat kondisi surut menuju pasang. Prediksi pasang surut menggunakan software *Tide Model Driver*.

Lanjutan.

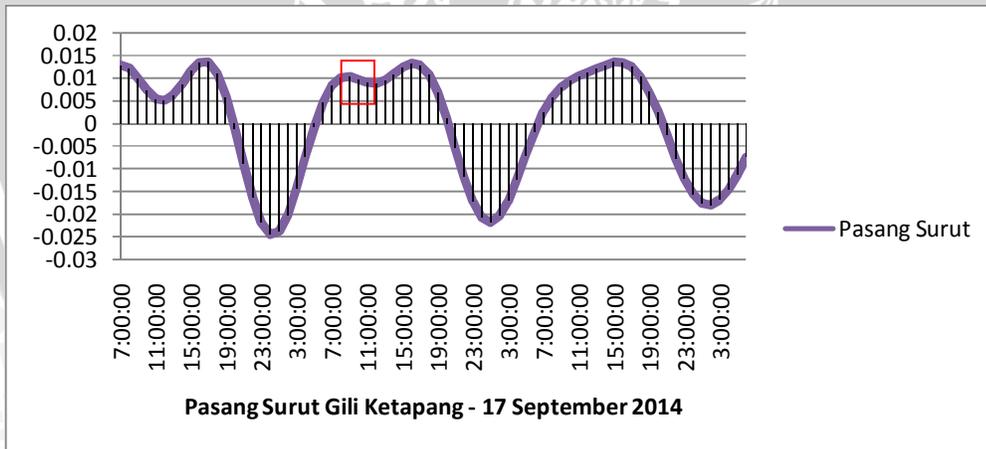
3. Prediksi Pasang Surut Landsat 7 ETM+ 2009



Gambar 37. Prediksi Pasang Surut 10 Agustus 2009

Pasang surut pada saat perekaman citra Tanggal 10 Agustus 2009 berada pada saat kondisi surut.

4. Prediksi Pasang Surut Landsat 7 ETM+ 2014



Gambar 38. Prediksi Pasang Surut 17 September 2014

Pasang surut pada saat perekaman citra Tanggal 17 September 2014 berada pada saat kondisi pasang. Prediksi pasang surut menggunakan software *Tide Model Driver*.

Lampiran 5. Dokumentasi Pengambilan Data

