

**KAJIAN PEMETAAN AREA POTENSI PEMUTIHAN TERUMBU KARANG DI
KAWASAN KONSERVASI DENGAN MENGGUNAKAN
CITRA SATELIT NOAA**

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

Zakki Rahmadani

NIM. 105080601111041



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**KAJIAN PEMETAAN AREA KEWASPADAAN PEMUTIHAN TERUMBU
KARANG DENGAN MENGGUNAKAN
CITRA SATELIT NOAA**

**LAPORAN 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 :

Zakki Rahmadani

NIM. 105080601111041



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2015



KAJIAN PEMETAAN AREA KEWASPADAAN PEMUTIHAN TERUMBU
KARANG DI DAERAH KONSERVASI DENGAN MENGGUNAKAN CITRA
NOAA

SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Oleh:
ZAKKI RAHMADANI
NIM. 105080601111041

Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 14 Agustus 2015
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing I

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

Tanggal : 13 JAN 2016

Dosen Pembimbing II

Syarifah Hikmah J, S.Pl., M.Sc
NIP. 840720 08 12 0153

Tanggal : 13 JAN 2015

Dosen Penguji I

Dr. Eng Abu Bakar Sambah, S.Pl., M.T
NIP. 19780717 200501 1 002

Tanggal :

13 JAN 2016

Dosen Penguji II

M. Anif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc
NIP. 19801005 200501 1 002

Tanggal : 13 JAN 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Dr. Ir. Dedik Setvohadi, MP
NIP. 19630828 198703 1 003

Tanggal : 13 JAN 2015



PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan SKRIPSI ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 14 Agustus 2015

Penulis

Zakki Rahmadani

KATA PENGANTAR

Dengan menghantarkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan Laporan SKRIPSI dengan judul: **“Kajian Pemetaan Area Kewaspadaan Pemutihan Terumbu Karang Dengan Menggunakan Citra Satelit Noaa”** dapat terselesaikan dengan baik pada tanggal 14 Agustus 2015. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok bahasan tentang bagaimana cara mengetahui kondisi terumbu karang di Indonesia.

Demikian Laporan SKRIPSI ini disusun, penulis berharap semoga laporan ini dapat menjadi salah satu sumber pengetahuan. Kendati penulis telah berusaha sekuat tenaga dalam penyusunan Laporan SKRIPSI, namun tidak menutup kemungkinan penyusunan laporan ini masih dijumpai kekurangan atau kesalahan penulisan atau informasi. Karena itu, demi kesempurnaan laporan ini, penulis berharap banyak atas saran, ide kritik membangun dan solusi dari pembaca.

Malang, 14 Agustus 2015

Zakki Rahmadani

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terselesaikannya laporan Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Syarifah Hikmah J.S, S.Pi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II atas segala petunjuk dan bimbingan mulai penyusunan usulan Skripsi sampai dengan selesainya laporan Skripsi.
2. Ibu Sri Lestari (Ibu), Mas Aziz dan Mbak Eka (Kakak) yang dengan ikhlas memberi semangat, motivasi, doa dan dukungan selama kuliah hingga pengerjaan skripsi selesai.
3. Keluarga Besar Ibu Salbiyah (Nenek), Bapak Triyono (Pak Dhe), Ibu Tri Budi Astuti (Bu Dhe), Bapak Eka, Ibu Setyarni, Mbak Uun, Charry, Irul, Obet yang telah mendukung dan memberi motivasi selama penulisan laporan Skripsi berlangsung hingga terselesaikannya laporan ini.
4. Kawan-kawan "Terbaik" (Mas Fajar, Yusak, Iqbal, Panca, Yasir, Fazi, Bagas, Dito, Mas Najib, Mas Leon, Mas Zein, Ica, Isna, Ajeng, Trias, Indira, Baim, Mbah Yoga, Daus,) yang telah membantu kelancaran skripsi. Teman-teman 271 (Gentong, Kunciung, Munir, Ijul, Hapid, dll) atas dukungan dan semangatnya.
5. Teman-teman Ilmu Kelautan, angkatan 2010 (Marcopolo), 2008 (Marine Bandit), 2009 (Mobidic), 2011 (Magelhaens), 2012 (Poseidon), 2013 (Alantik) dan juga teman-teman dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah menemani selama di kampus.

Malang, 14 Agustus 2015

Penulis

RINGKASAN

ZAKKI RAHMADANI. “Studi Pemetaan Area Kewaspadaan Pemutihan Terumbu Karang Dengan Menggunakan Citra Satelit NOAA” (dibawah bimbingan **Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D** dan **Syarifah Hikmah J.S, S.Pi, M.Sc**)

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem penting bagi keberlanjutan kawasan pesisir dan lautan. Secara ekologi terumbu karang berfungsi sebagai penyangga bagi kehidupan biota pesisir dan lautan, tetapi terumbu karang di Indonesia saat ini kondisinya semakin menurun.

Fenomena pemutihan karang terjadi karena berkurangnya pigmen dan atau densitas zooxanthella dalam lapisan endorem inangnya (Anemon dan karang batu) . Pemutihan pada Coelenterata dapat terjadi baik akibat fenomena alam maupun antropogenik. Pemutihan disebabkan karena pengaruh perubahan salinitas dan suhu yang drastis. Hilangnya zooxanthella secara umum dianggap sebagai respon terhadap adanya gangguan/ancaman secara alami maupun pengaruh kegiatan manusia.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui anomali suhu permukaan laut dan keadaan terumbu karang, menganalisa penggambaran anomali suhu permukaan laut dan terumbu karang serta untuk mengetahui hubungan antara suhu permukaan laut dan terumbu karang.

Metode penelitian ini yaitu menggunakan *software* Arcgis 10 dalam pengolahannya dan menggunakan data dari citra satelit. Adapun data yang diperoleh yaitu anomali suhu permukaan laut tahun 2007-2014 dan terumbu karang tahun 2007-2014.

Dari analisis varian (ANOVA) diatas diketahui harga $F = 48.473$ dan *significance* 0.00 (<0.05) dengan selang kepercayaan 95%. Dengan kata lain bahwa suhu permukaan laut mempengaruhi nilai terumbu karang. Hal ini membuktikan bahwasannya data hasil perekaman citra satelit NOAA cukup akurat. Dari analisis regresi ditemukan bahwa R^2 adalah 0.439. Berdasarkan data tersebut maka sumbangan relatif Suhu Permukaan Laut terhadap nilai *Stress Level* Terumbu Karang sebesar $0.439 \times 100\% = 43.9\%$. Sesuai dengan analisa diatas bahwa suhu permukaan laut mempunyai pengaruh yang sangat besar sekali terhadap kelangsungan hidup ekosistem terumbu karang 43.9%.

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| PERNYATAAN ORISINALITAS | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| UCAPAN TERIMA KASIH | vi |
| RINGKASAN | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3. Tujuan | 6 |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. Terumbu Karang | 7 |
| 2.1.1 Pengertian Terumbu Karang | 7 |
| 2.1.2 Pemutihan Terumbu Karang | 8 |
| 2.1.3 Faktor Yang Mempengaruhi Terumbu Karang | 10 |
| 2.2. Suhu Permukaan Laut | 11 |
| 2.2.1 Pengertian Suhu Permukaan Laut | 11 |
| 2.2.2. Faktor Yang mempengaruhi Suhu Permukaan Laut | 12 |
| 2.2.3. Anomali Suhu Permukaan Laut | 13 |
| 2.2.4. Hubungan Anomali Suhu Dengan Terumbu Karang | 14 |
| 2.3. Penginderaan Jauh | 15 |
| 2.3.1 Pengertian Penginderaan Jauh | 15 |
| 2.3.2. Citra Satelit NOAA | 15 |
| 3. METODE PENELITIAN | 18 |
| 3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian | 18 |



| | | |
|--------|--|----|
| 3.4. | Jenis dan Sumber Data | 19 |
| 3.4.1. | Data Sekunder | 19 |
| 3.5. | Alat dan Bahan | 20 |
| 3.5.1 | Alat..... | 20 |
| 3.5.2. | Bahan..... | 20 |
| 3.7 | Diagram Proses Kerja | 22 |
| 3.8. | Kriteria Penilaian Status Terumbu Karang | 23 |
| 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 24 |
| 4.1. | Keadaan Umum | 24 |
| 4.2. | Kondisi Anomali Suhu Permukaan Laut dan Terumbu Karang | 27 |
| 4.3. | Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu | 29 |
| 4.3.1 | Peta Terumbu Karang Tahun 2007..... | 29 |
| 4.3.2 | Peta Terumbu Karang Tahun 2008..... | 31 |
| 4.3.3. | Peta Terumbu Karang Tahun 2009..... | 33 |
| 4.3.4. | Peta Terumbu Karang Tahun 2010..... | 35 |
| 4.2.5. | Peta Terumbu Karang Tahun 2011..... | 37 |
| 4.3.6. | Peta Terumbu Karang Tahun 2012..... | 39 |
| 4.3.7. | Peta Terumbu Karang Tahun 2013..... | 41 |
| 4.3.8. | Peta Terumbu Karang Tahun 2014..... | 43 |
| 4.4. | Hubungan Terumbu Karang Dengan Anomali Suhu Permukaan Laut . | 46 |
| 5. | PENUTUP..... | 50 |
| 5.1. | Kesimpulan | 50 |
| 5.2. | Saran..... | 50 |
| | DAFTAR PUSTAKA..... | 51 |
| | LAMPIRAN..... | 54 |

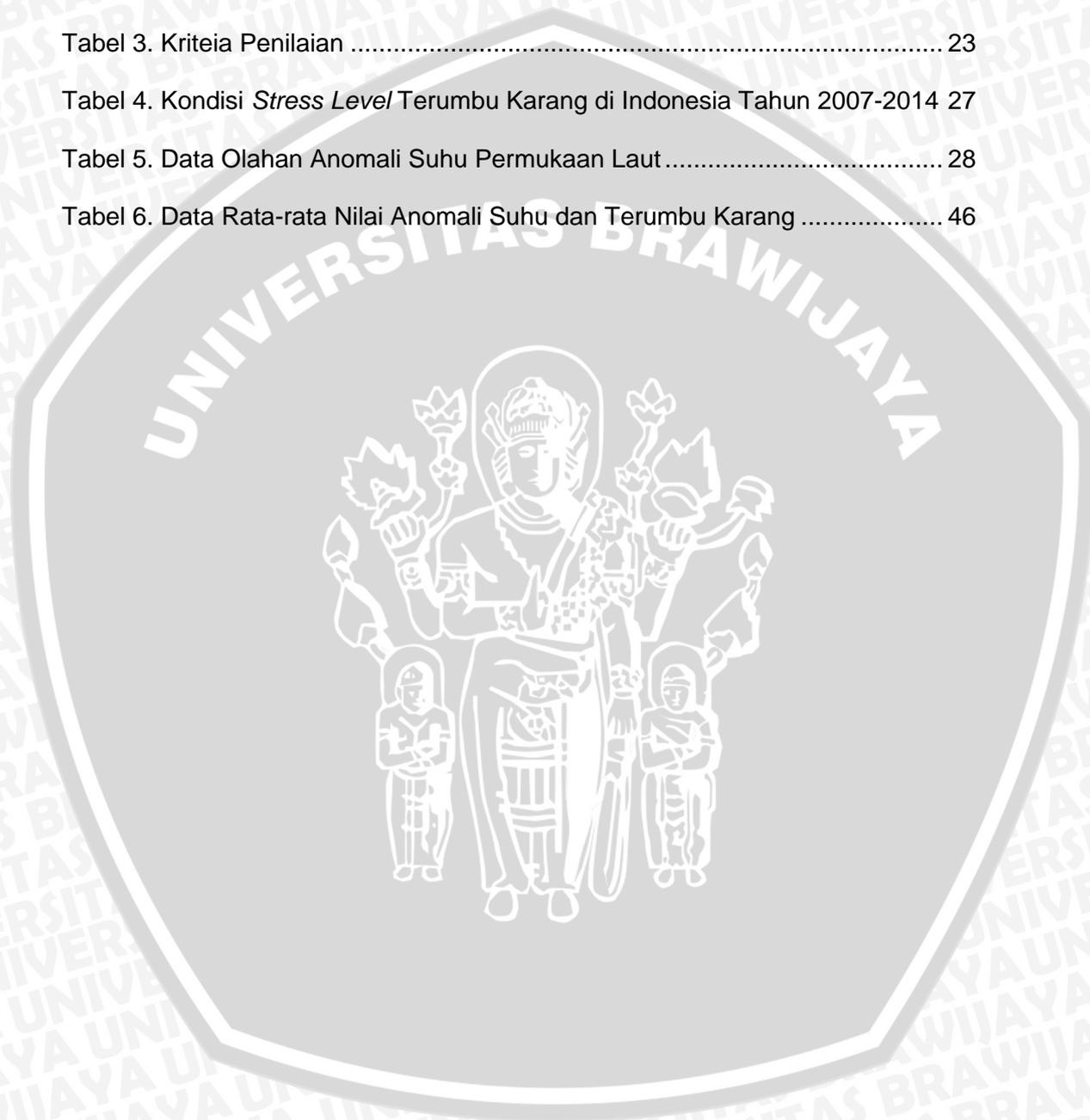
DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Sistem Penginderaan Jauh | 3 |
| Gambar 2. Pemutihan Terumbu Karang (Google, 2014)..... | 9 |
| Gambar 3. Anomali Suhu Permukaan Laut (NOAA, 2014)..... | 14 |
| Gambar 4. Satelit NOAA (Google, 2014) | 17 |
| Gambar 5. Lokasi Penelitian | 18 |
| Gambar 6. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2007 | 29 |
| Gambar 7. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2008 | 31 |
| Gambar 8. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2009 | 33 |
| Gambar 9. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2010 | 35 |
| Gambar 10. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2011 | 37 |
| Gambar 11. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2012 | 39 |
| Gambar 12. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2013 | 41 |
| Gambar 13. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2014 | 43 |
| Gambar 14. Fenomena El-Nino 2010..... | 45 |
| Gambar 15. Fenomena La-Nina 2011 | 45 |
| Gambar 16. Grafik <i>Scatter</i> Anomali Suhu - Terumbu Karang..... | 48 |
| Gambar 17. Kondisi Terumbu Karang Bali Barat 2014..... | 74 |
| Gambar 18. Kondisi Terumbu Karang Pulau Sumba 2014..... | 74 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Spesifikasi Satelit NOAA | 16 |
| Tabel 2. Titik Koordinat Lokasi Penelitian..... | 19 |
| Tabel 3. Kriteia Penilaian | 23 |
| Tabel 4. Kondisi <i>Stress Level</i> Terumbu Karang di Indonesia Tahun 2007-2014 | 27 |
| Tabel 5. Data Olahan Anomali Suhu Permukaan Laut..... | 28 |
| Tabel 6. Data Rata-rata Nilai Anomali Suhu dan Terumbu Karang | 46 |



1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem lingkungan akuatik terbesar di planet bumi adalah ekosistem lautan, dimana di sekelilingnya terdapat serangkaian komunitas beserta lingkungan fisik dan kimianya. Lautan banyak memberikan kontribusi dalam bidang ilmu pengetahuan terutama mengenai organisme laut. Wilayah lautan mempunyai kekayaan dan keanekaragaman hayati terbesar di dunia, salah satunya adalah ekosistem terumbu karang. Ekosistem terumbu karang merupakan bagian dari ekosistem laut karena menjadi sumber kehidupan bagi beraneka ragam biota laut. Ekosistem ini terdapat di laut dangkal yang hangat dan bersih, dan merupakan perairan paling produktif di perairan laut tropis, serta memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi (Dahuri, 1999).

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem penting bagi keberlanjutan kawasan pesisir dan lautan. Secara ekologi terumbu karang berfungsi sebagai penyangga bagi kehidupan biota pesisir dan lautan, tetapi terumbu karang di Indonesia saat ini kondisinya semakin menurun. Menurut Solihin *et al*, (2013), data terbaru (2012) Pusat Penelitian Oseanografi LIPI mengungkap hanya 5,3% terumbu karang Indonesia yang tergolong sangat baik. Sementara 27,18% digolongkan dalam kondisi baik, 37,25% dalam kondisi cukup dan 30,45% berada dalam kondisi rusak. Ada berbagai macam kawasan yang diperuntukkan untuk melindungi terumbu karang, salah satunya kawasan Cagar Alam.

Pemutihan karang yaitu menjadi pudar atau berwarna putih salju akibat berbagai macam faktor, baik secara alami maupun karena manusia, yang menyebabkan degenerasi atau hilangnya zooxanthellae pewarna dari jaringan

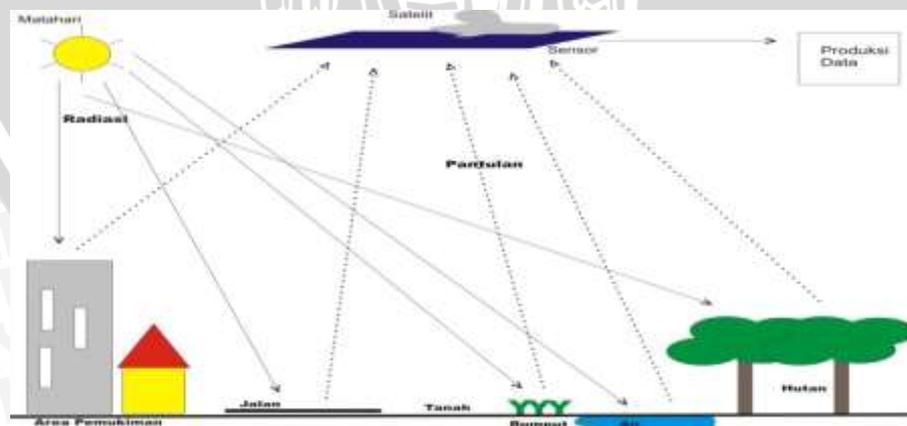


karang. Dalam keadaan normal, jumlah zooxanthellae berubah sesuai dengan musim sebagaimana penyesuaian karang terhadap lingkungannya. Pemutihan dapat menjadi sesuatu hal yang biasa di beberapa daerah. Selama peristiwa pemutihan, karang kehilangan 60–90% dari jumlah zooxanthellae-nya dan zooxanthellae yang masih tersisa dapat kehilangan 50– 80% dari pigmen fotosintesisnya (Westmacott,2007). Karang yang terinfeksi dapat pulih kembali dan jumlah zooxanthellae kembali normal, tetapi hal ini tergantung dari banyak dan tingkat gangguan lingkungan. Gangguan yang berkepanjangan dapat membuat kelangsungan hidup terumbu karang. Salah satu penyebab gangguan kelangsungan hidup terumbu karang adalah anomali suhu permukaan laut.

Suhu air merupakan faktor penting yang menentukan kelangsungan hidup biota karang. Secara umum kondisi suhu perairan relatif stabil. Suhu perairan di kedalaman 3 m sebesar 30°C, demikian halnya dengan pada kedalaman 6 m. Pada kedalaman 10 m suhu perairan mencapai 29°C (Supriharyono,2009). Hal ini diduga oleh perbedaan kedalaman, dimana pada kedalaman 10 m penetrasi cahaya yang masuk ke perairan menjadi berkurang sehingga suhu pada kedalaman tersebut turun sebesar 1°C dibanding pada kedalaman 3 m dan 6 m. Walaupun terdapat perbedaan suhu, namun masih dalam kisaran yang optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup biota karang. Supriharyono (2009) menyebutkan bahwa suhu yang baik untuk pertumbuhan karang berkisar antara 25°C -29°C, sedangkan batas maksimum dan minimum berkisar antara 16°C -17°C dan sekitar 36°C. Saat ini, pengukuran suhu permukaan laut telah dipermudah oleh adanya teknologi penginderaan jauh yang dapat mendeteksi perubahan-perubahan fisik permukaan laut yang sangat dinamis. Citra satelit sebagai salah satu pengembangan teknologi deteksi suhu permukaan laut (SPL)

Dengan adanya upaya untuk memperoleh informasi tentang potensi sumberdaya wilayah pesisir dan lautan, yang berfungsi untuk mengoptimalkan pengelolaan wilayah pesisir dan lautan adalah penggunaan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG). Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi atau fenomena alam melalui analisis suatu data yang diperoleh dari hasil rekaman obyek, daerah atau fenomena yang dikaji (Fahrudin, 2010). Perekaman atau pengumpulan data penginderaan jauh (inderaja) dilakukan dengan menggunakan alat pengindera (sensor) yang dipasang pada pesawat terbang atau satelit (gambar. 1).

Teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) semakin berkembang melalui kehadiran berbagai sistem satelit dengan berbagai teknologi sensor. Aplikasi satelit penginderaan jauh telah mampu memberikan data/informasi tentang sumberdaya alam daratan dan sumberdaya alam kelautan secara teratur dan periodik. Aplikasi penginderaan jauh memerlukan data citra hasil rekaman satelit jarak jauh yang ada di bumi. Salah satu citra satelit yang memiliki data di bidang kelautan adalah citra satelit NOAA (Irma, 2011).



Gambar 1. Sistem Penginderaan Jauh (Materisma, 2014)

Satelit NOAA (US National Oceanographic and Atmospheric) merupakan salah satu satelit yang sangat luas digunakan dalam teknologi penginderaan jauh. Satelit ini mampu memantau wilayah perairan Indonesia dengan luas cakupan (swath width) 2400 km. Dalam satu hari, satelit NOAA melewati Indonesia dua, tiga atau empat kali. Berdasarkan hal tersebut, satelit ini sangat baik untuk kepentingan pemantauan cuaca dan lingkungan serta manfaat lainnya yang dapat dipetik (Dodi, 2009).

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Program satelit telah berdiri mengawasi publik Amerika dan negara-negara mitra selama lebih dari empat dekade mengembangkan dan menerapkan ruang berbasis penginderaan jauh untuk Bumi NOAA National Weather Service (NWS) perkiraan . Operasi satelit NOAA memiliki program di luar angkasa untuk mempelajari Bumi dari sudut pandang diatas Bumi. Selama setengah abad terakhir , satelit NOAA ini telah berevolusi dari satelit cuaca ke satelit lingkungan . Data digunakan untuk aplikasi yang berhubungan dengan lautan , daerah pesisir , pertanian , deteksi kebakaran hutan , deteksi abu vulkanik , pemantauan lubang ozon di atas Kutub Selatan , dan lingkungan ruang (Davis, 2011).

Penggunaan metode penginderaan jauh dan SIG ini sangat penting. Mengingat kondisi terumbu karang di Indonesia sangat memprihatinkan. Kondisi terumbu karang di Indonesia mulai tahun 2007 mengalami penurunan drastis karena kenaikan suhu permukaan laut. Saat ini kondisi terumbu karang di Indonesia hanya 6,20% yang sangat baik dan 23,72% dalam kondisi relatif baik (Soedharma,2005). Oleh karena dibutuhkan teknologi yang cepat untuk melihat kondisi terumbu karang yang rawan terhadap pemutihan terumbu karang.

1.2. Rumusan Masalah

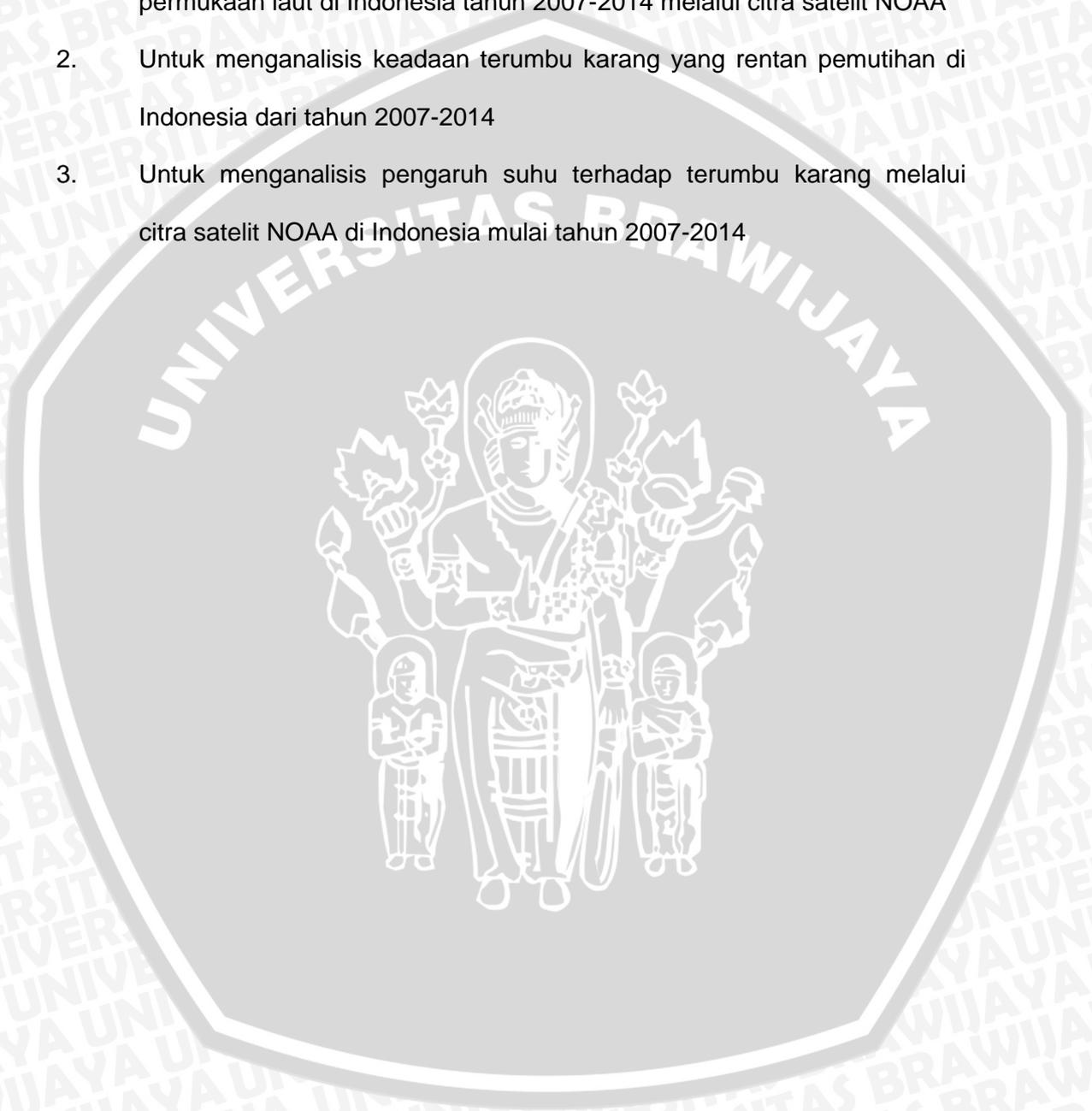
Saat ini kondisi terumbu karang di Indonesia perlu mendapat perhatian. Keberadaan ekosistem terumbu karang yang tidak terlalu dalam dan naiknya suhu permukaan laut menjadikan terumbu karang rawan terjadi pemutihan (*bleaching*). Kurangnya monitoring menyebabkan ketidaktahuan kondisi terumbu karang di Indonesia. Monitoring yang dilakukan secara manual dan mengeluarkan banyak biaya menjadi permasalahan yang terjadi saat ini. Kondisi terumbu karang di Indonesia mulai tahun 2007 mengalami penurunan drastis karena kenaikan suhu permukaan laut. Saat ini kondisi terumbu karang di Indonesia hanya 6,20% yang sangat baik dan 23,72% dalam kondisi relatif baik. Penggunaan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang hemat biaya dan *update data* yang selalu baru kurang begitu dipahami oleh kalangan instansi atau LSM yang bersangkutan. Serta kurangnya pengetahuan tentang metode penginderaan jauh untuk monitoring terumbu karang. Rentannya pemutihan yang dialami terumbu karang menjadikan penelitian ini untuk memberikan informasi tentang penggambaran kondisi terumbu karang dengan penginderaan jauh. Adapun beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana anomali suhu permukaan laut dan status terumbu karang di Indonesia dengan menggunakan citra satelit NOAA
2. Bagaimana penggambaran citra satelit NOAA dalam menentukan keadaan terumbu karang di Indonesia
3. Bagaimana pengaruh anomali suhu permukaan laut terhadap terumbu karang

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui *stress level* terumbu karang dan anomali suhu permukaan laut di Indonesia tahun 2007-2014 melalui citra satelit NOAA
2. Untuk menganalisis keadaan terumbu karang yang rentan pemutihan di Indonesia dari tahun 2007-2014
3. Untuk menganalisis pengaruh suhu terhadap terumbu karang melalui citra satelit NOAA di Indonesia mulai tahun 2007-2014



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Terumbu Karang

2.1.1 Pengertian Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem yang biasa ditemukan di perairan tropis. Terumbu karang disusun oleh karang – karang kelas *Anthozoa*, filum *Cnidaria* (*cnide* = sengat) / *Coelenterata*, dan ordo *Madreporaria* (= *Scleractinia*), yang termasuk karang hermatifik (*hermatypic coral*) atau jenis – jenis karang yang mampu menghasilkan bangunan atau kerangka karang dari kalsium karbonat (CaCO_3) (Ghufron, 2010).

Fungsi ekosistem terumbu karang yang mengacu kepada habitat, biologis atau proses ekosistem sebagai penyumbang barang maupun jasa. Terumbu karang menyediakan berbagai manfaat langsung maupun tidak langsung dan ekosistem terumbu karang juga banyak menyumbangkan berbagai biota laut seperti ikan karang, *mollusca*, *crustacean* bagi masyarakat yang hidup dikawasan pesisir. Selain itu bersama dengan ekosistem pesisir lainnya menyediakan makanan dan merupakan tempat berpijah bagi berbagai jenis biota laut (Cesar 2000).

Terumbu karang (coral reef) sebagai ekosistem dasar laut dengan penghuni utama karang batu mempunyai arsitektur yang mengagumkan dan dibentuk oleh ribuan hewan kecil yang disebut polip. Dalam bentuk sederhananya, karang terdiri dari satu polip saja yang mempunyai bentuk tubuh seperti tabung dengan mulut yang terletak di bagian atas dan dikelilingi oleh tentakel. Namun pada kebanyakan spesies, satu individu polip karang akan berkembang menjadi banyak individu yang disebut koloni (Sorokin, 1993).

2.1.2 Pemutihan Terumbu Karang

Fenomena pemutihan karang terjadi karena berkurangnya pigmen dan atau densitas zooxanthella. Pemutihan pada Coelenterata dapat terjadi baik akibat fenomena alam maupun antropogenik. Pemutihan disebabkan karena pengaruh perubahan salinitas dan suhu yang drastis. Hilangnya zooxanthella secara umum dianggap sebagai respon terhadap adanya gangguan/ancaman secara alami maupun pengaruh kegiatan manusia. Disisi lain, karang sangat tergantung pada zooxanthella karena zooxanthella berkontribusi menyediakan makanan bagi karang hingga 98%. Dapat dikatakan bahwa zooxanthella merupakan salah satu asosiasi endosimbion terpenting pada lingkungan laut. Faktor utama terjadinya pemutihan yang ,menimbulkan kematian masal karang batu secara global adalah akibat peningkatan suhu air seperti yang dilaporkan kerusakan terumbu karang akibat kenaikan suhu meningkat hampir 2x lipat dari 27% di tahun 2000 menjadi 40-58% di tahun 2010 (Zamani, 2012).

Pemutihan karang adalah proses dimana koloni coral kehilangan pigmen-pigmen karena lepasnya zooxanthellae yang hidup bersimbiosis dengan organisme inangnya atau karena zooxanthella telah keluar dari polyp. Meskipun *bleaching coral* umumnya terjadi pada bagian yang dangkal dari terumbu, pada sebagian besar fenomena ini dapat mempengaruhi koloni yang berada di kedalaman 40m. Fenomena *coral bleaching* mungkin merupakan suatu mekanisme pemberian kesempatan bagi coral dewasa untuk menukar zooxanthella dengan yang ada dilingkungan. Hal ini yang menduga bahwa *bleaching* lebih merupakan adaptasi dibanding sebagai bentuk penyakit. Pada kenyataannya, tampak bahwa *bleaching* adalah suatu proses yang kontinyu yang terjadi ketika ada tekanan terhadap lingkungan. Sehingga bisa disimpulkan

fenomena pemutihan terumbu karang merupakan proses adaptasi terumbu karang terhadap lingkungan yang ekstrim (Quod, 2003)..



Gambar 2. Pemutihan Terumbu Karang (Bhataramedia, 2014)

Pemutihan terjadi pada saat karang (keras dan lunak) dan hewan-hewan laut lain yang bersimbiosa dengan zooxanthellae kehilangan zooxanthellaenya karena suatu tekanan/stress tertentu. Pada banyak hewan karang keras (hard coral), zooxanthellae merupakan pemberi warna utama. Oleh karena itu, kehilangan zooxanthellae akan membuat warnanya memucat, sampai pada akhirnya jaringan karang menjadi transparan, memperlihatkan warna putih kerangka kapur di bawahnya. Pada saat terjadi kenaikan suhu, zooxanthellae menghasilkan oksigen radikal yang akan merusak jaringan hewan yang ditempatinya. Oleh karena itu, mau tidak mau hewan tersebut harus melepaskan zooxanthellae tersebut untuk mencegah kerusakan jaringan (Brown, 1988).

2.1.3 Faktor Yang Mempengaruhi Terumbu Karang

Berbagai kegiatan manusia yang berakibat pada kerusakan ekosistem terumbu karang, baik langsung maupun tidak langsung yaitu: Penambangan atau pengambilan karang, penangkapan ikan dengan penggunaan (bahan peledak, racun, bubu, jaring, pancing, dan eksploitasi berlebihan), pencemaran (minyak bumi, limbah industri, dan rumah tangga), pengembangan daerah wisata dan sedimentasi. Penurunan kondisi terumbu karang di Indonesia antara tahun 1989-2000, terumbu karang dengan tutupan karang hidup di Indonesia bagian barat sebesar 50% menurun dari 36% menjadi 29%, kondisi karang yang baik hanya 23%, sedangkan di bagian timur Indonesia 45%. Permasalahan utama yang menyebabkan terjadinya degradasi terumbu karang disebabkan oleh manusia dan alam (Haruddin, 2011).

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama di alam ini, demikian pula bagi terumbu karang. Cahaya matahari diperlukan oleh zooxanthella yang merupakan alga mikroskopik bersel tunggal dalam menghasilkan oksigen bagi pertumbuhan terumbu karang. Intensitas dan kualitas cahaya yang dapat menembus air laut sangat penting dalam menentukan sebaran vertikal karang batu yang mengandungnya. Semakin dalam laut, semakin kurang intensitas cahaya yang didapat atau dicapai yang berarti semakin berkurang populasi terumbu karang di daerah tersebut (Brown 1987).

Pengaruh cahaya sangat penting bagi pertumbuhan terumbu karang dikarenakan pada terumbu karang hidup zooxanthellae yang melakukan fotosintesis dimana hewan karang memperoleh nutrisi dari hasil fotosintesis tersebut. Mengingat hewan karang (hermatypic) hidupnya bersimbiosis dengan alga tersebut. Titik kompensasi hewan karang terhadap cahaya antara 200-700

f.c (footcandela). Sedangkan intensitas cahaya di permukaan laut secara umum antara 2500-5000 f.c mengingat kebutuhan tersebut, maka hewan karang (reef coral) umumnya tersebar di daerah tropis (Supriharyono 2000).

Berkaitan dengan pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan karang maka faktor kedalaman juga sangat membatasi keberadaan terumbu karang. Kebanyakan terumbu karang hidup di bawah 25 m. Hewan karang tidak dapat berkembang di perairan yang lebih dalam dari 50-70 m. Semakin dalam suatu lautan maka semakin berkurang cahaya yang dapat masuk ke dalam lautan tersebut, sehingga akan mempengaruhi laju fotosintesis. Sehingga terumbu karang hidup dengan baik pada kedalaman kurang dari 20 m.

Cahaya dan kedalaman berperan penting untuk kelangsungan proses fotosintesis oleh zooxanthellae yang terdapat di jaringan karang. Terumbu yang dibangun karang hermatipik dapat hidup di perairan dengan kedalaman maksimal 50-70 meter, dan umumnya berkembang di kedalaman 25 meter atau kurang. Titik kompensasi untuk karang hermatipik berkembang menjadi terumbu adalah pada kedalaman dengan intensitas cahaya 15-20% dari intensitas di permukaan

2.2. Suhu Permukaan Laut

2.2.1 Pengertian Suhu Permukaan Laut

Suhu permukaan di perairan Indonesia berkisar antara 26°C – 30°C. Di perairan Indonesia, suhu maksimum terjadi pada musim pancaroba I (sekitar April – Mei) dan musim pancaroba II (sekitar November). Pada saat tersebut angin relatif lemah sehingga proses pemanasan di permukaan terjadi lebih kuat. Tingginya intensitas penyinaran dan dengan kondisi permukaan laut lebih tenang menyebabkan penyerapan panas ke dalam air laut lebih tinggi sehingga suhu air

menjadi maksimum. Sebaliknya pada musim barat (Desember – Pebruari) suhu mencapai minimum (Rasyid, 2010). Hal ini disebabkan karena pada musim tersebut kecepatan angin sangat kuat dan curah hujan yang tinggi. Tingginya curah hujan yang berarti intensitas penyinaran relatif rendah dan permukaan laut yang lebih bergelombang mengurangi penetrasi panas ke dalam air laut, hal inilah yang mengakibatkan suhu permukaan mencapai minimum.

Suhu permukaan laut (SPL) merupakan salah satu faktor penentu kualitas suatu perairan. Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme dan perkembangbiakan organisme di lautan. Pemantauan gejala perubahan suhu secara berkala diperlukan dalam melakukan analisa pola sebaran SPL. Analisa tersebut menggunakan citra satelit.

Suhu merupakan parameter yang sangat penting dalam lingkungan laut dan berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap lingkungan laut. Suhu adalah salah satu sifat fisika air laut yang dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan organisme perairan, disamping itu suhu sangat berpengaruh terhadap jumlah oksigen terlarut dalam air (Sukresno, 2008)

2.2.2. Faktor Yang mempengaruhi Suhu Permukaan Laut

Peran penting permukaan laut tidak terlepas dari faktor-faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu di permukaan laut adalah lama penyinaran matahari, banyak sedikitnya awan, sudut datang sinar matahari dan perbedaan garis lintang (Murtianti, 2008). Intensitas cahaya matahari merupakan faktor utama yang sangat mempengaruhi perubahan suhu permukaan laut.

Suhu permukaan laut dipengaruhi oleh panas matahari, arus permukaan dan keadaan awan. Selain itu faktor-faktor yang lain seperti curah hujan, kelembaban udara dan suhu udara juga berperan pada perubahan suhu permukaan laut.

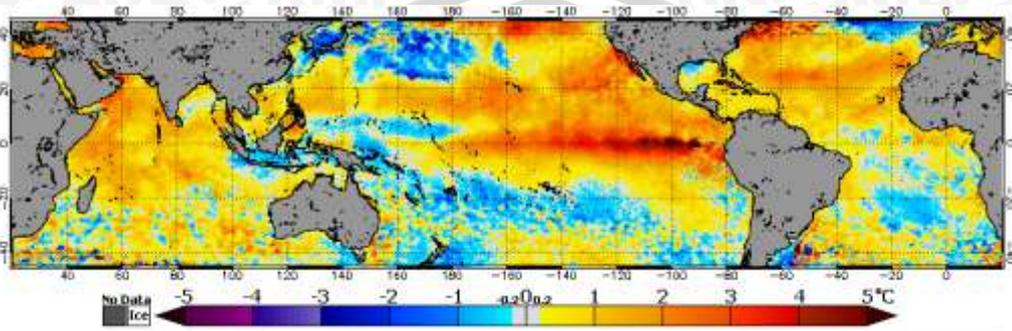
Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu permukaan air laut dan suhu udara ialah keseimbangan panas dan keseimbangan masa air di lapisan permukaan laut. Faktor meteorologi yang mengatur keseimbangan ialah curah hujan, penguapan, kelembaban, suhu udara, kecepatan angin, penyinaran matahari dan suhu permukaan laut itu sendiri.. Faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi suhu dan salinitas di perairan ini adalah penyerapan panas, curah hujan, aliran sungai dan pola sirkulasi arus. Perubahan pada suhu dan salinitas akan menaikkan atau mengurangi densitas air laut di lapisan permukaan sehingga memicu terjadinya konveksi ke lapisan bawah. (Hadikusuma, 2008)

2.2.3. Anomali Suhu Permukaan Laut

Variasi iklim regional di Indonesia dipengaruhi oleh musim dan fenomena iklim global, seperti anomali suhu, serta arus lintas Indonesia. Suhu permukaan laut rata-rata tahunan di wilayah Indonesia berkisar dari 28,2°C hingga 29,2°C (Cahyarini 2011). Fenomena anomali suhu memberi dampak pada perairan di wilayah Indonesia. Selain itu, fenomena perubahan suhu juga mempengaruhi variasi iklim di Indonesia. Selama musim barat, angin bertiup menuju barat daya membawa hujan di wilayah Indonesia. Sebaliknya selama musim timur, angin bertiup dari Australia membawa musim kering.

Anomali suhu merupakan salah satu fenomena global yang kemunculannya dapat diperkirakan berdasarkan indikasi-indikasi dari beberapa parameter global seperti suhu permukaan laut (SPL). Fenomena El Nino

Southern Oscillation (ENSO) merupakan salah satu contoh nyata bahwa perubahan SPL berpengaruh terhadap curah hujan. Pada saat terjadi El Nino yang merupakan fase hangat dari ENSO, terjadi kenaikan SPL dari normalnya di bagian tengah dan timur Samudera Pasifik. (Estiningtyas, 2007).



Gambar 3. Anomali Suhu Permukaan Laut (NOAA, 2014)

2.2.4. Hubungan Anomali Suhu Dengan Terumbu Karang

Anomali suhu merupakan kondisi perubahan suhu permukaan laut secara dinamis. Suhu di permukaan laut menjadi salah satu parameter yang berpengaruh bagi biota dan ekosistem makhluk hidup. Salah satu yang sangat dipengaruhi oleh anomali suhu adalah terumbu karang. Menurut Wilkinson (2000) menyatakan kerusakan terumbu karang akibat kenaikan suhu meningkat hampir 2x lipat dari 27% di tahun 2000 menjadi 40-58% di tahun 2010.

Dari perbedaan anomali suhu di Indonesia, terdapat kisaran suhu yang optimal untuk pertumbuhan terumbu karang. Menurut (Suharyono, 2000) Suhu yang baik untuk pertumbuhan karang berkisar antara 25°C - 29°C, sedangkan batas maksimum dan minimum berkisar antara 16°C - 17°C. berdasarkan pernyataan diatas hubungan anomali suhu dengan terumbu karang berbanding lurus dan mempengaruhi.

2.3. Penginderaan Jauh

2.3.1 Pengertian Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi atau fenomena alam melalui analisis suatu data yang diperoleh dari hasil rekaman obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. Perekaman atau pengumpulan data penginderaan jauh (inderaja) dilakukan dengan menggunakan alat pengindra (sensor) yang dipasang pada pesawat terbang atau satelit. Teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) semakin berkembang melalui kehadiran berbagai sistem satelit dengan berbagai misi dan teknologi sensor. Aplikasi satelit penginderaan jauh telah mampu memberikan data/informasi tentang sumberdaya alam dataran dan sumberdaya alam kelautan secara teratur dan periodic (Irma, 2011).

Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi atau fenomena alam melalui analisis suatu data yang diperoleh dari hasil rekaman obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. Perekaman atau pengumpulan data penginderaan jauh (inderaja) dilakukan dengan menggunakan alat pengindra (sensor) yang dipasang pada pesawat terbang atau satelit. Teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) semakin berkembang melalui kehadiran berbagai sistem satelit dengan berbagai misi dan teknologi sensor. Aplikasi satelit penginderaan jauh telah mampu memberikan data/informasi tentang sumberdaya alam dataran dan sumberdaya alam kelautan secara teratur dan periodik. (Wahyunto, 2010)

2.3.2. Citra Satelit NOAA

Satelit NOAA (US National Oceanographic and Atmospheric) merupakan salah satu satelit yang sangat luas digunakan dalam teknologi pengindraan jauh.

Satelit ini mampu memantau wilayah perairan Indonesia dengan luas cakupan (swath width) 2400 km. Dalam satu hari, satelit NOAA melewati Indonesia dua, tiga atau empat kali. Berdasarkan hal tersebut, satelit ini sangat baik untuk kepentingan pemantauan cuaca dan lingkungan serta manfaat lainnya yang dapat diperoleh (Dodi, 2009). Spesifikasi Satelit NOAA dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 1. Spesifikasi Satelit NOAA

| | |
|---------------|--|
| Nama Satelit | NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration) |
| Panjang | 3.7 meter |
| Berat | 1400 kg |
| Diameter | 1.88 meter |
| Resolusi | 1.1 km |
| Ketinggian | 830-870 km |
| Jumlah sensor | 5 sensor |
| Orbit | Near polar sunsynchronous |

(NOAA, 2015)

Satelit penginderaan jauh (Indraja) semakin besar peranannya dalam berbagai bidang pembangunan. Pada saat ini terdapat banyak satelit penginderaan jauh yang beroperasi dengan masing-masing misi dan karakteristiknya. Salah satu diantaranya ialah satelit lingkungan dan Cuaca NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Satelit NOAA membawa lima jenis sensor. Salah satu diantaranya ialah Sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). Data yang dihasilkan dari satelit penginderaan jauh tersebut dapat digunakan untuk mempelajari parameter meteorologi, yang meliputi pembuatan peta awan, penentuan korelasi antara

curah hujan dengan jenis awan dan liputan awan, penentuan variasi tahunan liputan awan, serta pembuatan peta suhu dan peramalan cuaca lainnya (Altin,2005). Satelit NOAA yang telah berkembang di bidang meteorology sangat bermanfaat untuk mendapatkan informasi secara berkala.

Tabel 2. Karakteristik Spektral Band NOAA

| Band | Resolusi | Panjang Gelombang | Penggunaan |
|------|----------|-------------------|-----------------------|
| 1 | 1.09 | 0.58-0.68 | Tutupan Awan |
| 2 | 1.09 | 0.725-1.00 | Land-water boundaries |
| 3 | 1.09 | 1.58-3.93 | Suhu Permukaan Laut |
| 4 | 1.09 | 10.30-11.30 | Suhu Permukaan Laut |
| 5 | 1.09 | 11.50-12.50 | Suhu Permukaan Laut |

(NOAA, 2015)

NOAA Program satelit telah berdiri di Amerika dan negara-negara mitra selama lebih dari empat dekade mengembangkan dan menerapkan ruang berbasis penginderaan jauh untuk Bumi (NOAA National Weather Service). Operasi satelit NOAA menjadi berkembang dari program luar angkasa dan berfungsi untuk mempelajari Bumi kita dari sudut pandang tinggi. Selama setengah abad terakhir , satelit NOAA ini telah berevolusi dari satelit cuaca ke satelit lingkungan (Davis, 2011).

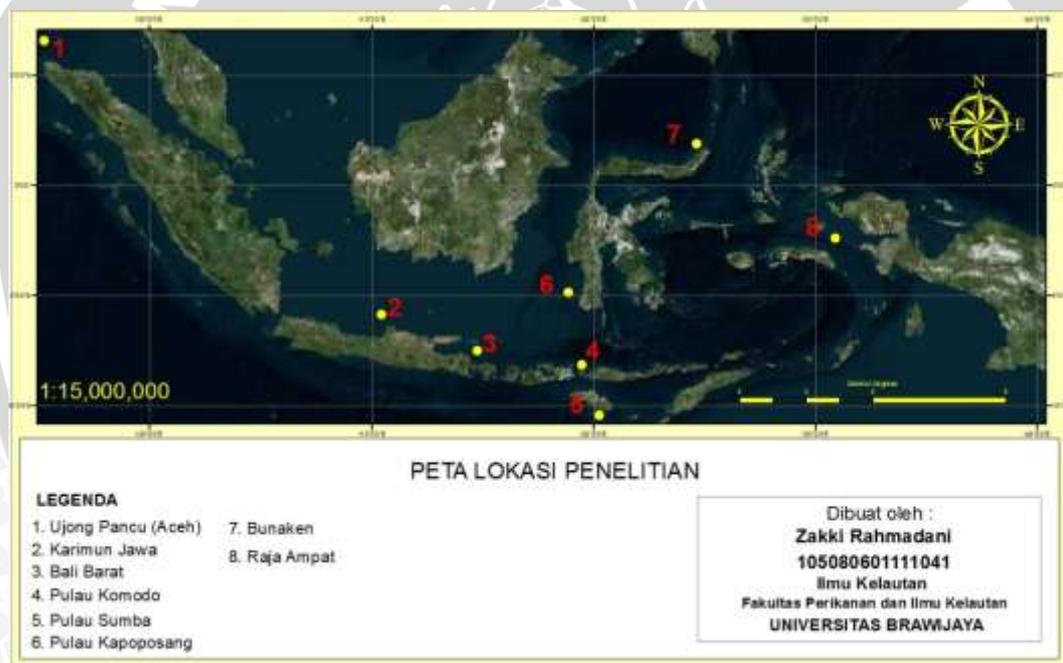


Gambar 4. Satelit NOAA (NOAA, 2014)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian tentang Studi Pemetaan Area Kewaspadaan Pemutihan Terumbu Karang ini dilakukan pada di perairan Indonesia dan pengerjaan pengolahan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Juni dengan mengambil data tahun 2007 - 2014 yang kemudian dilanjut dengan analisis data dan laporan. Adapun lokasi penelitian bisa dilihat pada gambar dan table di bawah ini :



Gambar 5. Lokasi Penelitian

Tabel 2. Titik Koordinat Lokasi Penelitian

| No | Nama Lokasi | Koordinat |
|----|--------------------|----------------------------------|
| 1 | Aceh (Ujong Pancu) | 5°32'0.00"S dan 95° 15'0.00" E |
| 2 | Karimun Jawa | 6°42'0.00"S dan 110°6'0.00"E |
| 3 | Bali Barat | 8°8'25.00"S dan 114°28'40"E |
| 4 | Pulau Komodo | 8°32'0.00"S dan 119°29'0.00"E |
| 5 | Teluk Sumba | 10°26'60.00"S dan 120°14'60.00"E |
| 6 | Kapoposang | 4°52'0.00"S dan 118°51'0.00"E |
| 7 | Bunaken | 1°35'0.00"S dan 124°39'0.00"E |
| 8 | Raja Ampat | 2°24'0.00"S dan 130°54'0.00"E |

3.4. Jenis dan Sumber Data

3.4.1. Data Primer

Data primer adalah data dari sumber primer dan diambil secara langsung dari kegiatan atau atau obyek yang diamati. Data yang dicatat diperoleh dari observasi langsung, wawancara dan partisipasi aktif.

3.4.1. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, yaitu data dari website, lembaga atau instansi terkait, laporan penelitian, dan laporan lainnya. Pada Penelitian ini data sekunder yang digunakan adalah dari website, jurnal, buku dan laporan penelitian.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Citra Satelit NOA sebagai berikut

1. Data *Coral Reef Watch 50 km* bulanan tahun 2007-2014
2. Data rata-rata suhu anomaly 50 km 2007-2014
3. Data *Coral Reef 50 km* Tahunan 2007-2014

4. Data rata-rata suhu anomaly tahunan 2007-2014

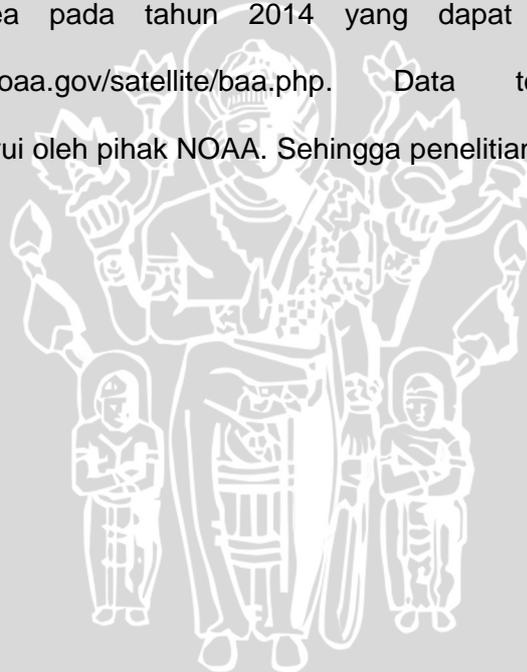
3.5. Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan Laptop “DELL” dan *software* Arcgis 10. Dengan *software* Arcgis 10 proses pengolahan lebih cepat dan tepat. Hal ini dikarenakan Arcgis 10 menggunakan tollbox yang lebih lengkap dari sebelumnya.

3.5.2. Bahan

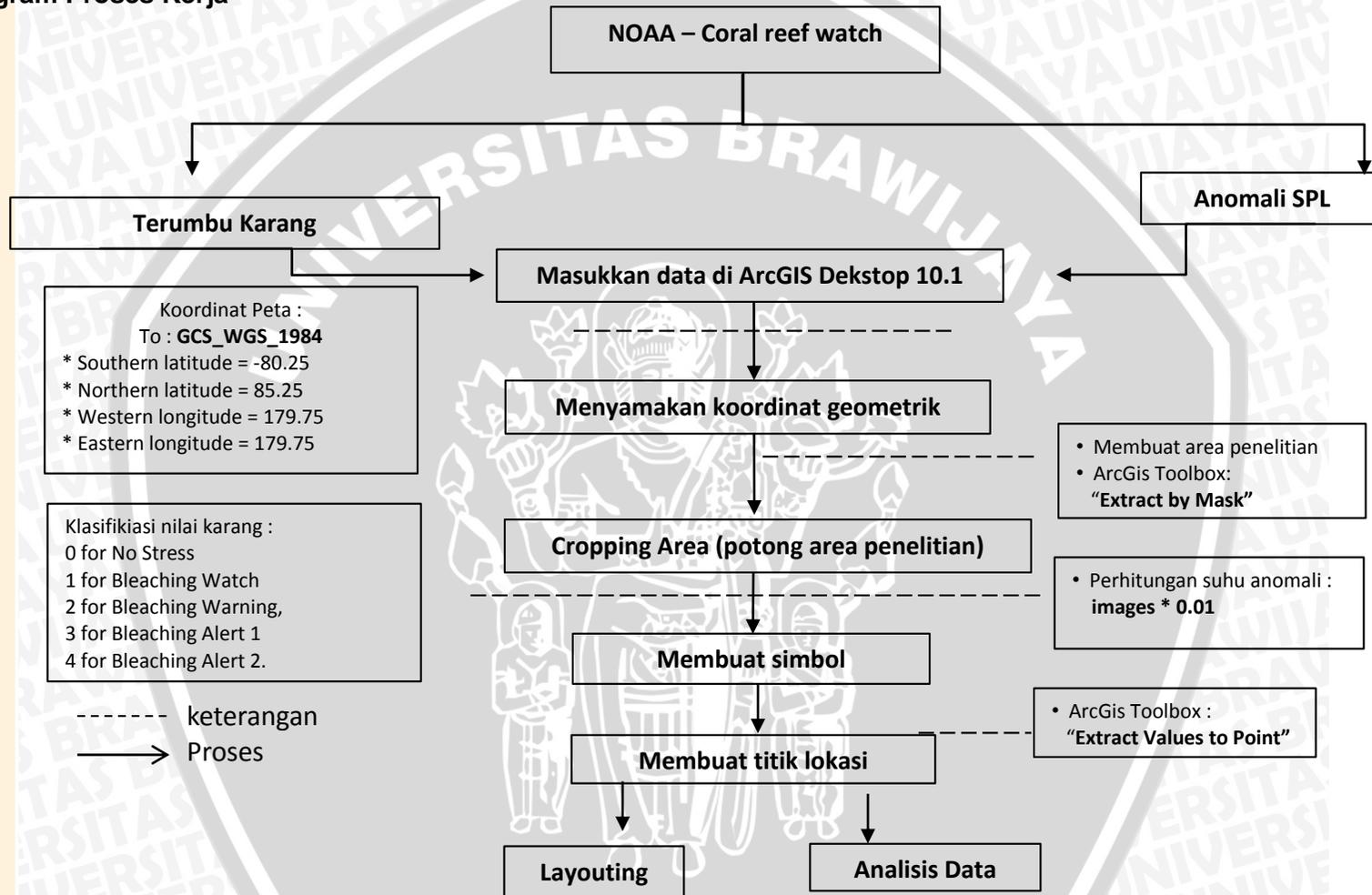
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data Citra Satelit Bleaching Alert Area pada tahun 2014 yang dapat diunduh melalui <http://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/baa.php>. Data tersebut secara berkelanjutan diperbarui oleh pihak NOAA. Sehingga penelitian ini menggunakan data terbaru.



3.6. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari website NOAA kemudian dimasukkan di Arcgis untuk diolah menjadi peta. Setelah data dimasukkan (*input data*) hal pertama yang dilakukan adalah menyamakan titik koordinat (*coordinate system*) peta data dengan Arcgis agar koordinatnya sesuai. Untuk area Indonesia menggunakan sistem koordinat GCS_WGS_1984. Setelah koordinat sama selanjutnya membuat area penelitian dengan menggunakan fungsi toolbox *Extract by Mask*. Toolbox ini berfungsi agar data yang ditampilkan adalah data lokasi penelitian. Setelah area penelitian dibuat kemudian melakukan memasukkan file peta dunia dalam bentuk shapefile (.shp) yang bertujuan untuk menampilkan daratan pada peta. Setelah data peta dunia dimasukkan kemudian peta di potong (*cropping*) sesuai dengan lokasi penelitian. Selanjutnya adalah melakukan klasifikasi untuk menentukan nilai pada peta. Pada data terumbu karang, klasifikasi terdiri dari 5 kriteria yaitu *no stress*, *watch*, *warning*, *alert level 1*, *alert level 2*. masing-masing kriteria ini di tentukan berdasarkan warna yang ditunjukkan oleh peta, kemudian untuk data anomali suhu, data yang ditampilkan harus dihitung terlebih dahulu dikarenakan nilai data yang ditampilkan adalah bukan nilai decimal. Perhitungan ini menggunakan fungsi toolbox *Raster Calculator* dengan rumus ($\text{peta} \times 0.01$). setelah didapatkan nilai hasil, selanjutnya membuat titik-titik lokasi penelitian dengan membuat point dalam bentuk shapefile. Dalam penelitian ini simbol titik penelitian berbentuk bulat. Setelah semua titik diketahui nilainya kemudian melakukan analisa data dan *layouting* pada peta agar peta mudah dilihat.

3.7 Diagram Proses Kerja



3.8. Kriteria Penilaian Status Terumbu Karang

Dari setiap pengolahan data citra NOAA didapatkan penggambaran citra NOAA dalam bentuk raster. Raster yang sudah diolah berdasarkan perhitungan akan memperoleh sebuah gambar peta yang menunjukkan kondisi anomali suhu permukaan laut dan terumbu karang. Dari setiap data akan diketahui kondisi berdasarkan warna yang ditunjukkan oleh setiap raster. Adapun kriteria penilaian dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 3. Kriteia Penilaian

| Stress Level | Simbol | Definisi |
|---------------|--------|--|
| No Stress | 0 | Tidak terjadi tekanan pada karang |
| Watch | 1 | Tidak terdapat tanda pemutihan karang |
| Warning | 2 | Ada kemungkinan terjadi pemutihan karang |
| Alert Level 1 | 3 | Pemutihan karang terdeteksi |
| Alert Level 2 | 4 | Terjadi mortalitas atau kematian pada karang |

Pada tabel 2. diatas ada 5 kriteria penilaian untuk menentukan status terumbu karang yang ada di Indonesia. Mulai dari tingkat *No Stress* yang mempunyai nilai 0 sampai tingkat *Alert Level 2* yang mempunyai nilai 4. Klasifikasi status terumbu karang didapatkan berdasarkan warna yang ada di setiap peta. Penggambaran citra satelit NOAA berdasar kan warna akan mempermudah pembacaan status terumbu karang di setiap lokasi penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Keadaan Umum

Beberapa titik lokasi penelitian tentang Pemetaan Area Kewaspadaan Pemutihan Terumbu Karang di Wilayah Indonesia sebagai berikut :

1. Aceh (Ujong Pangu)

Ujong Pangu terletak di Kecamatan Peukan Bada, Kabupaten Aceh Besar. Wilayah ini mengalami kerusakan parah akibat gelombang Tsunami pada tahun 2004 silam. Keberadaan terumbu karang sekitarnya menjadikan Ujong Pangu sebagai wilayah konservasi. Pada wilayah ini ekosistem terumbu karang tumbuh dengan baik. Tutupan karang yang paling dominan ditemukan pada lokasi ini adalah karang keras (HC) dengan genus yang paling dominan ditemukan adalah *Acropora*. (KKP,2010)

2. Karimun Jawa

Taman Nasional Karimunjawa merupakan gugusan kepulauan berjumlah 22 pulau yang terletak di Laut Jawa. Secara umum kondisi ekosistem terumbu karang di Karimun Jawa masih relatif baik. Tutupan karang yang ada di sepanjang pesisir Karimun Jawa adalah karang keras dan karang mati. Dominasi karang mati yang lebih besar Tipe pertumbuhan terumbu karang di wilayah ini adalah *branching*, *tabulate* dan *massive*. (KKP,2010)

3. Bali (Bali Barat)

Taman Nasional Bali Barat mempunyai luas 19.002,89 ha. terdiri dari kawasan terestrial seluas 15.587,89 ha. dan kawasan perairan seluas 3.415 ha dan sebagai salah satu kawasan konservasi, pengelolaan Taman Nasional Bali Barat (TNBB) ditujukan untuk perlindungan ekosistem seperti ekosistem terumbu karang, ekosistem mangrove, ekosistem hutan pantai dan ekosistem hutan. Perairan yang jernih memudahkan wisatawan untuk melihat

dan mempelajari keindahan trumbu karang. Persentase penutupan komunitas karang, jenis life form dengan tipe Acropora dan jenis ikan karang juga menjadi hal penting karena merupakan daya tarik tersendiri bagi wisatawan. (CTC,2010)

4. Taman Nasional Komodo

Taman Nasional Komodo yang lebih populer dengan sebutan Pulau Komodo menyimpan berjuta pesona panorama alam dan keunikan tersendiri. terumbu karang. Bukan hanya itu, perairan di Pulau Komodo dengan luas 1.214 kilo meter merupakan salah satu kawasan laut terkaya di dunia. Keindahan pemandangan bawah laut yang eksotik,ribuan spesies ikan hias, gunung laut, bunga karang, terumbu karang dan teluk semi tertutup menambah panjang barisan andalan potensi wisata di tanah komodo ini. Terumbu karang yang terdapat di sekitar Pulau ini umumnya terumbu karang pinggiran (*fringing reefs*) dalam kondisi yang baik. Adapun beberapa jenis terumbu karang yang terdapat di pulau ini adalah jenis karang meja (*Acropora tabulate*), karang digitata (*Acropora digitata*), karang biru (*coral heliopora*), karang padat (*coral massive*), karang lingkaran daun (*coral foliose*), dan karang jamur (*coral mushroom*) (CTC,2010)

5. Teluk Sumba

Perairan Laut Sumba berada pada wilayah Coral Triangle atau wilayah Segitiga Terumbu Karang, yaitu wilayah yang memiliki keanekaragaman terumbu karang dan keanekaragaman hayati laut lainnya (termasuk ikan) tertinggi di dunia. Keanekaragaman terumbu karang diperkirakan sedikitnya terdapat 500 jenis karang ditemukan di Laut Sumba. Terumbu karang di pesisir selatan P. Sumba pada umumnya ditemukan di mulut teluk (sisi kanan dan kiri teluk). Persentase penutupan karang keras berkisar antara 5 –15% dengan rata-rata penutupan 10.4%. Substrat di dalam teluk berupa hamparan pasir, sedangkan substrat pantai yang berhadapan langsung dengan ombak (tanjung dan pantai-

pantai di luar teluk) didominasi oleh rock. Kondisi ini adalah alamiah karena pesisir selatan yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Kuatnya hempasan ombak dan arus setiap saat menjadi faktor pembatas pertumbuhan karang (CTC,2010)

6. Kapoposang

Kepulauan Kapoposang merupakan bagian dari Kepulauan Spermonde dan secara administratif masuk dalam wilayah Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan hasil perhitungan peta tematik Pulau Kapoposang, didapatkan total luas reef flat adalah sebesar 1.156 Ha, dengan kondisi terumbu karang yang relatif masih baik, khususnya di rataan terumbu di sisi barat laut. Taman Wisata Alam laut (TWAL) Kapoposang merupakan salah satu tipe perwakilan terumbu karang tepi/datar, lamun dan mangrove di Sulawesi. Terumbu karang tepi merupakan ekosistem utama yang mengelilingi perairan Kapoposang. Terumbu tersebut membentuk daratan (reef flat) sampai sejauh 200 meter sampai tubir, dengan kedalaman 1-10 meter pada saat air surut (KKP,2010)

7. Bunaken

Bunaken memiliki luas kurang lebih sekitar 8 km² yang terletak di Teluk Manado. Di Bunaken, ada taman laut yang juga bagian Taman Nasional Kelautan Manado Tua. Bunaken juga merupakan salah satu taman laut yang mempunyai *ekosistem* terumbu karang. Oleh karena itu banyak para wisatawan yang datang berkunjung untuk melakukan aktivitas menyelam di kawasan Bunaken. Terumbu karang dari berbagai bentuk dan aneka warna-warni ikan hias merupakan daya tarik utama taman nasional laut Bunaken. Terumbu karang tepian (*fringing reff*), terumbu karang lepas (*patch reff*), dan terumbu karang penghalang (*barrier reff*), adalah berbagai terumbu karang di taman nasional laut Bunaken. Ekosistem terumbu karang, terutama yang tersusun dari berbagai jenis

karang batu (*hermatipik*), dan aneka ragam warna-warni ikan hias menempati koloni karang *Stylophora*, dan biota lautnya merupakan yang terunik di dunia (KKP,2010)

8. Raja Ampat

Raja Ampat ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Perairan Nasional (KKPN) karena memiliki keanekaragaman sumber daya alam yang tinggi berupa terumbu karang, mangrove, litoral dan rumput laut. Wilayah ini terletak di 'jantung' kekayaan terumbu karang dunia yang dikenal dengan sebutan Segitiga Karang/Coral Triangle. Tipe terumbu karang yang terdapat di Kepulauan Raja Ampat umumnya berupa karang tepi (fringe reef), dengan kemiringan yang cukup curam. Selain itu terdapat juga tipe terumbu karang cincin (atol) dan terumbu penghalang (barrier reef) (KKP,2010)

4.2. Kondisi Anomali Suhu Permukaan Laut dan Terumbu Karang

Berdasarkan pengambilan data anomali suhu permukaan laut dan terumbu karang menggunakan citra satelit NOAA pada tahun 2007-2014 didapatkan 64 data tahunan anomali suhu dan 64 data tahunan terumbu karang di wilayah Indonesia. Data citra satelit ini didapatkan dari website resmi NOAA. Adapun data yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4. Kondisi *Stress Level* Terumbu Karang di Indonesia Tahun 2007-2014

| Stasiun | Stress Level Terumbu Karang | | | | | | | |
|---------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Tahun | | | | | | | |
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| 5 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Sumber Data: Data Olahan 0= No Stress 1= Watch 2= Warning 3= Alert Level1 4= Alert Level 4

Berdasarkan tabel diatas setiap nilai terumbu karang mempunyai kriteria penilaian (*Stress Level*). Dari penilaian *Stress Level* ini dapat diketahui hasil penggambaran citra satelit NOAA. Setiap nilai terumbu karang dapat di analisa status kewaspadaan pemutihan terumbu karang yang ada di Indonesia. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa mulai tahun 2010 hingga 2014 ada peningkatan status kewaspadaan terhadap pemutihan. Dari 8 daerah penelitian yang memiliki tingkat kewaspadaan paling tinggi adalah pada titik 5 (Perairan Sumba) dan 6 (Perairan Kapoposang). Pada penelitian ini juga diperoleh data anomali suhu permukaan laut untuk mengetahui hubungan korelasi pengaruh suhu permukaan laut dengan terumbu karang. Adapun data anomali suhu sebagai berikut :

Tabel 5. Data Olahan Anomali Suhu Permukaan Laut

| Rata-rata Anomali Suhu Permukaan Laut | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|
| Stasiun | Tahun | | | | | | | |
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 1 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 0.69 | 0.26 | 0.37 | 0.37 | 0.37 |
| 2 | 0.21 | 0.11 | 0.47 | 0.97 | 0.10 | 0.42 | 0.80 | 0.80 |
| 3 | 0.16 | 0.07 | 0.38 | 1.03 | -0.06 | 0.32 | 0.68 | 0.68 |
| 4 | 0.07 | 0.02 | 0.29 | 0.82 | -0.02 | 0.30 | 0.64 | 0.64 |
| 5 | -0.19 | -0.34 | 0.24 | 0.72 | -0.17 | -0.02 | 0.54 | 0.54 |
| 6 | 0.10 | 0.12 | 0.25 | 0.93 | 0.13 | 0.42 | 0.61 | 0.61 |
| 7 | 0.32 | 0.52 | 0.70 | 0.66 | 0.73 | 0.57 | 0.73 | 0.73 |
| 8 | 0.41 | 0.52 | 0.57 | 1.05 | 0.54 | 0.72 | 0.87 | 0.87 |

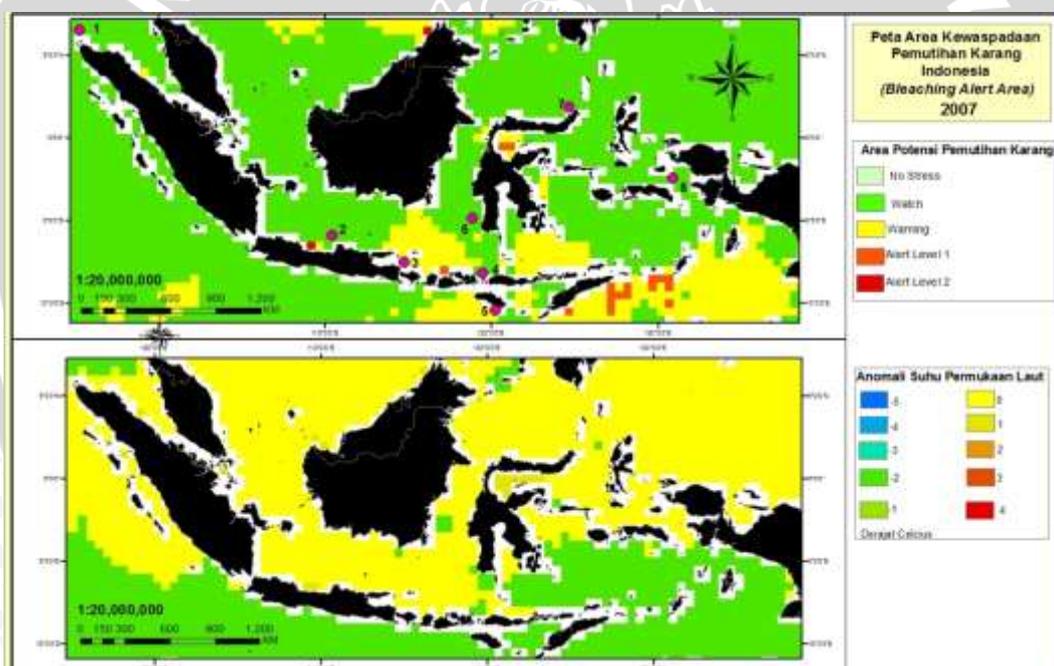
Dari tabel kondisi anomali suhu permukaan laut di atas dapat diketahui bahwa mulai tahun 2007-2014 terjadi perubahan anomali suhu permukaan laut yang cukup signifikan. Berdasarkan tabel tersebut daerah yang mempunyai anomali atau perubahan suhu paling tinggi adalah pada titik 5 (Perairan Sumba) dan 6 (Perairan Kapoposang). Adapun kenaikan rata-rata anomali suhu permukaan laut paling tinggi terjadi pada tahun 2010 yaitu 0.9025 (NOAA,2010). Data suhu anomali di atas merupakan variabel kedua pada penelitian yang bertujuan untuk membuktikan pengaruh suhu terhadap terumbu karang. Dari

data suhu yang akan dihubungkan dengan data terumbu karang. Perolehan data suhu tersebut diakses melalui website NOAA.

4.3. Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu

4.3.1 Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu Permukaan Laut Tahun 2007

Berdasarkan penggambaran terumbu karang citra satelit NOAA pada tahun 2007 rata-rata terumbu karang di wilayah Indonesia masih dalam kondisi yang baik. Kondisi ini dapat dilihat pada (gambar 6) yaitu berdasarkan warna yang hijau di beberapa titik lokasi penelitian kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik.



Gambar 6. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2007

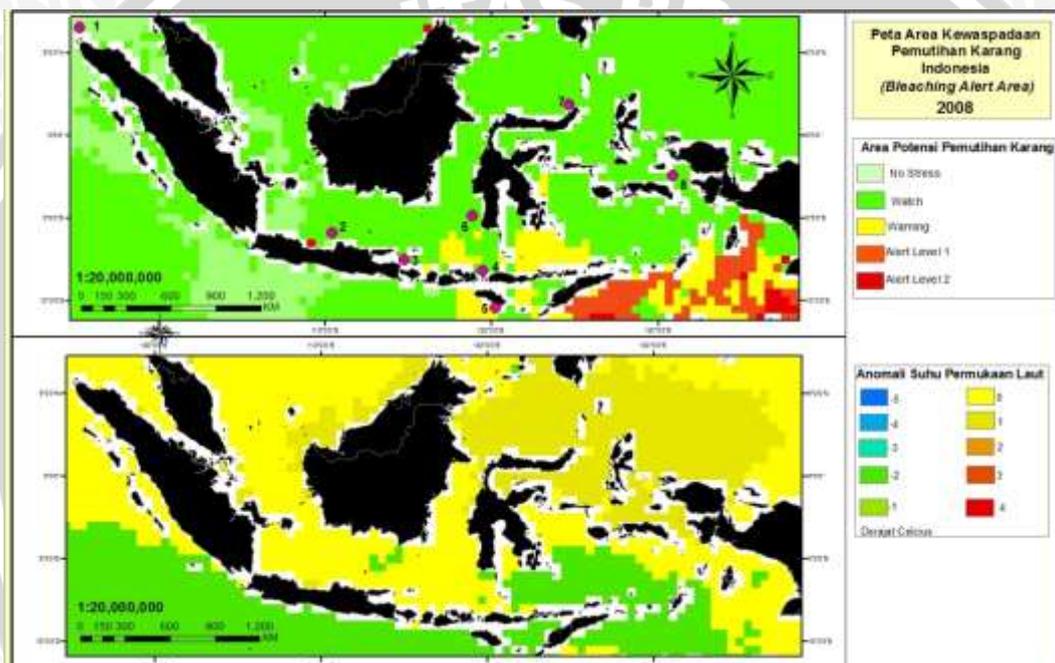
Suhu anomali yang terjadi pada tahun 2007 adalah $< 1^{\circ}\text{C}$ yang di gambarkan dengan warna kuning. Dari penggambaran di atas bisa di analisa kondisi terumbu karang pada lokasi penelitian. Di titik 1 yaitu di daerah konservasi Ujong Pangku didapatkan hasil nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 (*Watch*). Di titik 2 yaitu di Karimun Jawa didapatkan nilai terumbu karang

dengan simbol nilai 2 (*Warning*). Di titik 3 yaitu Taman Nasional Bali Barat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 4 yaitu Taman Nasional Pulau Komodo didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 5 yaitu Teluk Sumba didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 6 yaitu Taman Nasional Kapoposang didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 7 yaitu Taman Nasional Bunaken didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 8 yaitu Raja Ampat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*).

Berdasarkan pengolahan data *stress level* diatas bahwa sesuai dengan data yang telah di publikasikan oleh NOAA. Data menurut Menurut (NOAA, 2007) terumbu karang dengan status waspada berada di perairan Bali (titik 3), Pulau Komodo (titik 4) dan Teluk Sumba (titik 5). Hal ini dapat dilihat dari warna kuning dengan nilai *stress level* 2 yang tepat berada di wilayah tersebut. Kemudian nilai anomali suhu permukaan laut di wilayah tersebut adalah 0.16°C di Bali (titik 3), 0.07°C di Pulau. Komodo (titik 4) dan -0.13°C Teluk Sumba (titik 5).

4.3.2 Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu Permukaan Laut Tahun 2008

Berdasarkan penggambaran terumbu karang citra satelit NOAA pada tahun 2008 rata-rata terumbu karang di wilayah Indonesia masih dalam kondisi yang baik. Kondisi ini dapat dilihat pada (gambar 7) yaitu berdasarkan warna yang hijau di beberapa titik lokasi penelitian kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik.



Gambar 7. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2008

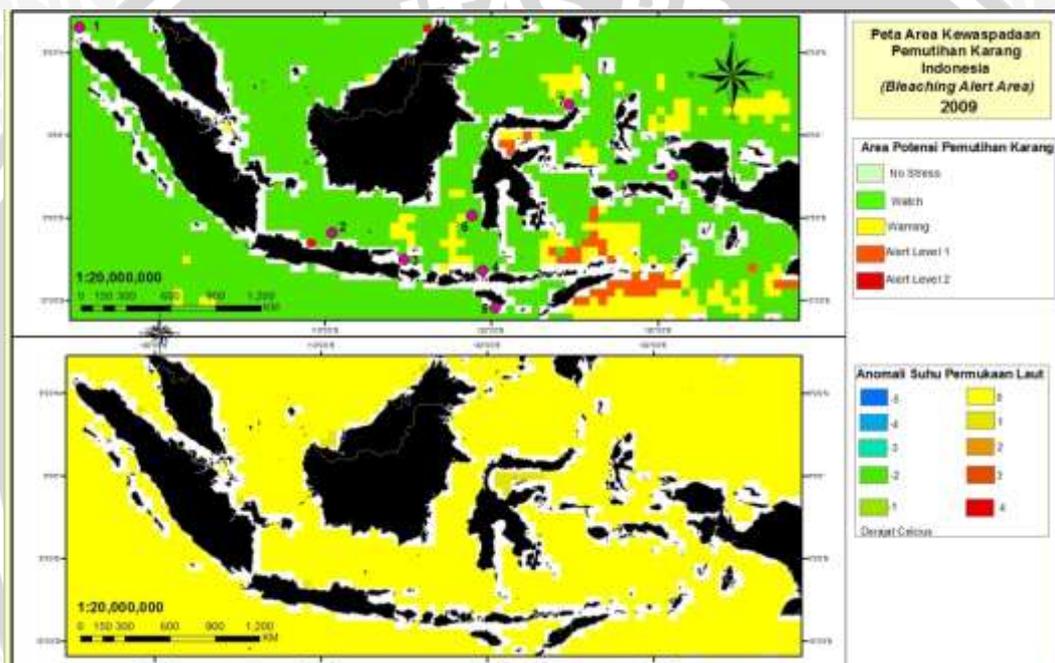
Suhu anomali yang terjadi pada tahun 2008 adalah $< 1^{\circ}\text{C}$ yang di gambarkan dengan warna kuning, tetapi ada beberapa wilayah yang mempunyai nilai anomali = 1°C yang di gambarkan dengan warna kuning tua. Dari penggambaran di atas bisa di analisa kondisi terumbu karang pada lokasi penelitian. Di titik 1 yaitu di daerah konservasi Ujong Pangku didapatkan hasil nilai terumbu karang dengan symbol nilai 0 (*No Stress*) . Di titik 2 yaitu di Karimun Jawa didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 (*Watch*). Di titik 3 yaitu Taman Nasional Bali Barat didapatkan nilai terumbu karang dengan

simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 4 yaitu Taman Nasional Pulau Komodo didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 5 yaitu Teluk Sumba didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 6 yaitu Taman Nasional Kapoposang didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 7 yaitu Taman Nasional Bunaken didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 8 yaitu Raja Ampat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*).

Berdasarkan pengolahan data *stress level* diatas bahwa sesuai dengan data yang telah di publikasikan oleh NOAA. Data menurut Menurut (NOAA, 2008) bahwa terumbu karang dengan status waspada berada di perairan Bali (titik 3), Pulau Komodo (titik 4) dan Teluk Sumba (titik 5). Hal ini dapat dilihat dari warna kuning dengan nilai *stress level* 2 yang tepat berada di wilayah tersebut. Kemudian nilai anomali suhu permukaan laut di wilayah tersebut adalah 0.07°C di P. Bali (titik 3), 0.02°C di Pulau. Komodo (titik 4) dan -0.3°C di Teluk Sumba (titik 5).

4.3.3. Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu Permukaan Laut Tahun 2009

Berdasarkan penggambaran terumbu karang citra satelit NOAA pada tahun 2009 rata-rata terumbu karang di wilayah Indonesia masih dalam kondisi yang baik. Kondisi ini dapat dilihat pada (gambar 8) yaitu berdasarkan warna yang hijau di beberapa titik lokasi penelitian kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik.



Gambar 8. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2009

Kondisi ini dapat dilihat berdasarkan warna hijau yang mempunyai kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik. Suhu anomali yang terjadi pada tahun 2009 adalah $< 1^{\circ}\text{C}$ yang di gambarkan dengan warna kuning, tetapi ada beberapa wilayah yang mempunyai nilai anomali = 1°C yang di gambarkan dengan warna kuning tua. Dari penggambaran di atas bisa di analisa kondisi terumbu karang pada lokasi penelitian. Di titik 1 yaitu di daerah konservasi Ujong Pangku didapatkan hasil nilai terumbu karang dengan simbol nilai 0 (*No Stress*) . Di titik 2 yaitu di Karimun Jawa didapatkan nilai terumbu

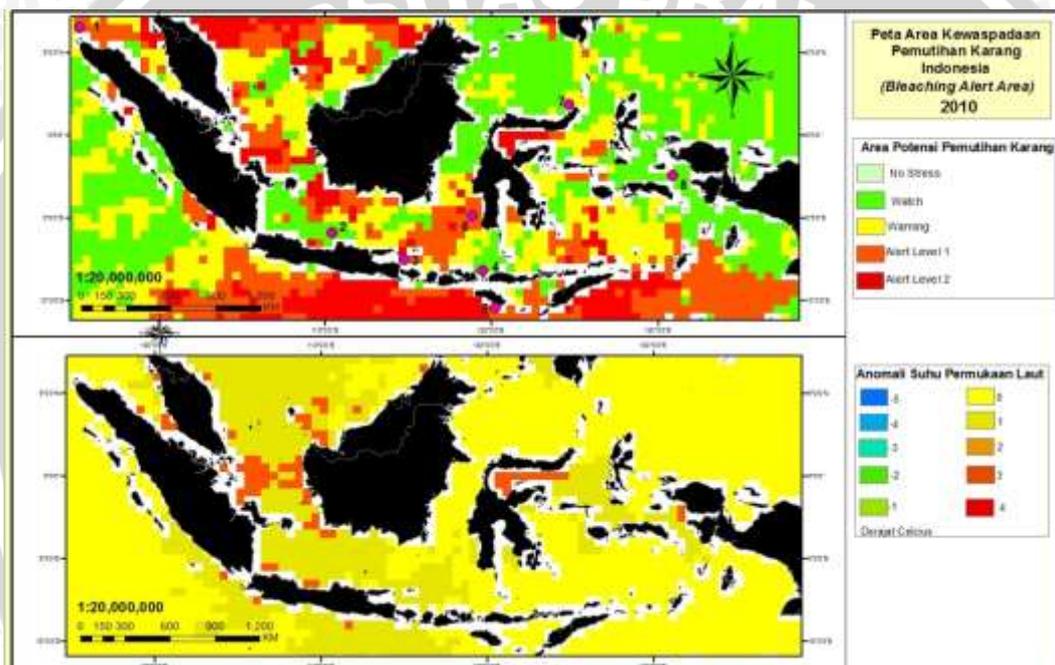
karang dengan simbol nilai 1 (*Watch*). Di titik 3 yaitu Taman Nasional Bali Barat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 4 yaitu Taman Nasional Pulau Komodo didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 5 yaitu Teluk Sumba didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 6 yaitu Taman Nasional Kapoposang didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 7 yaitu Taman Nasional Bunaken didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 8 yaitu Raja Ampat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*).

Berdasarkan pengolahan data *stress level* diatas bahwa sesuai dengan data yang telah di publikasikan oleh NOAA. Data menurut Menurut (NOAA, 2009) bahwa terumbu karang dengan status waspada berada di perairan Bali (titik 3), Pulau Komodo (titik 4) dan Teluk Sumba (titik 5). Hal ini dapat dilihat dari warna kuning dengan nilai *stress level* 2 yang tepat berada di wilayah tersebut. Kemudian nilai anomali suhu permukaan laut di wilayah tersebut adalah 0.38°C di Bali (titik 3), 0.29°C di Pulau. Komodo (titik 4) dan 0.25°C di Teluk Sumba (titik 5).



4.3.4. Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu Permukaan Laut Tahun 2010

Berdasarkan penggambaran terumbu karang citra satelit NOAA pada tahun 2010 rata-rata terumbu karang di wilayah Indonesia mengalami perubahan yang signifikan dibandingkan kondisi tahun sebelumnya. Kondisi ini dapat dilihat (gambar 9) berdasarkan warna orange yang mempunyai kriteria *Alert Level 1* yaitu kondisi terumbu karang mulai terkena dampak pemutihan.



Gambar 9. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2010

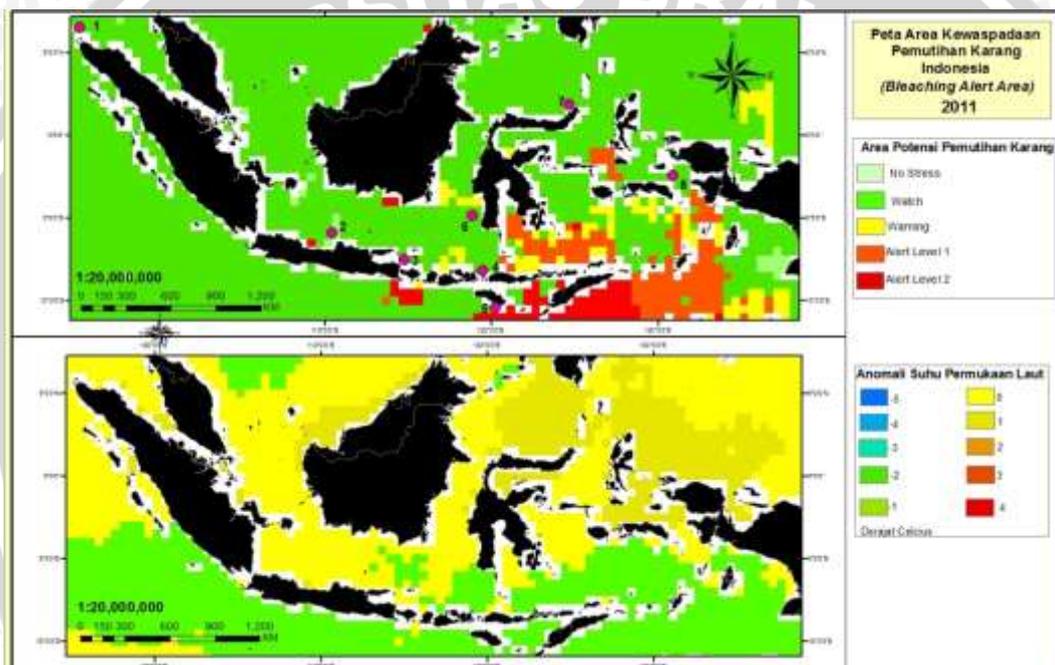
Suhu anomali yang terjadi pada tahun 2010 adalah 1°C yang di gambarkan dengan warna kuning. Dari penggambaran di atas bisa di analisa kondisi terumbu karang pada lokasi penelitian. Di titik 1 yaitu di daerah konservasi Ujong Pangku didapatkan hasil nilai terumbu karang dengan simbol nilai 3 (*Alert Level 1*). Di titik 2 yaitu di Karimun Jawa didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 3 (*Alert Level 1*). Di titik 3 yaitu Taman Nasional Bali Barat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 3 yaitu (*Alert Level 1*).

Di titik 4 yaitu Taman Nasional Pulau Komodo didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 5 yaitu Teluk Sumba didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 3 yaitu (*Alert Level 1*). Di titik 6 yaitu Taman Nasional Kapoposang didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 3 yaitu (*Alert Level 1*). Di titik 7 yaitu Taman Nasional Bunaken didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 8 yaitu Raja Ampat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*).

Berdasarkan pengolahan data *stress level* diatas bahwa sesuai dengan data yang telah di publikasikan oleh NOAA. Data menurut Menurut (NOAA, 2010) bahwa terumbu karang dengan status waspada berada di perairan Aceh (titik 1), Karimun Jawa (titik 2). Hal ini dapat dilihat dari warna kuning dengan nilai *stress level 2* yang tepat berada di wilayah tersebut. Kemudian untuk status *Alert* berada di perairan wilayah Bali (titik 3) dan Teluk Sumba (titik 5). Hal ini dapat dilihat dari warna orange yang tepat berada di wilayah tersebut. Kemudian nilai anomali suhu permukaan laut di wilayah tersebut adalah 0.79°C di Aceh (titik 1), 1.34°C di Karimun Jawa (titik 2), 1.04°C di Bali (titik 3) dan 0.8°C di Teluk Sumba (titik 5).

4.2.5. Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu Permukaan Laut Tahun 2011

Berdasarkan penggambaran terumbu karang citra satelit NOAA pada tahun 2011 rata-rata terumbu karang di wilayah Indonesia masih dalam kondisi yang baik. Kondisi ini dapat dilihat pada (gambar 10) yaitu berdasarkan warna yang hijau di beberapa titik lokasi penelitian kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik.



Gambar 10. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2011

Suhu anomali yang terjadi pada tahun 2011 adalah $< 1^{\circ}\text{C}$ yang di gambarkan dengan warna kuning, tetapi ada beberapa wilayah yang mempunyai nilai anomali = 1°C yang di gambarkan dengan warna kuning tua. Dari penggambaran di atas bisa di analisa kondisi terumbu karang pada lokasi penelitian. Di titik 1 yaitu di daerah konservasi Ujong Pangku didapatkan hasil nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 (*Watch*). Di titik 2 yaitu di Karimun Jawa didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 (*Watch*). Di titik 3

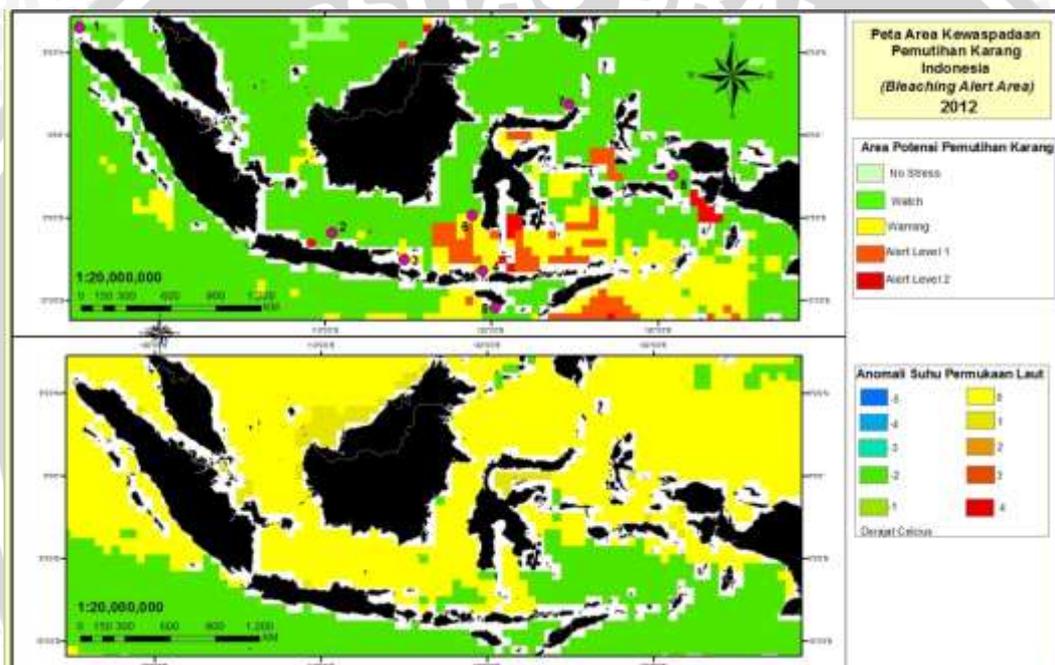
yaitu Taman Nasional Bali Barat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 4 yaitu Taman Nasional Pulau Komodo didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 5 yaitu Teluk Sumba didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 6 yaitu Taman Nasional Kapoposang didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 7 yaitu Taman Nasional Bunaken didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 8 yaitu Raja Ampat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*).

Berdasarkan pengolahan data *stress level* diatas bahwa sesuai dengan data yang telah di publikasikan oleh NOAA. Data menurut Menurut (NOAA, 2011) bahwa terumbu karang dengan status waspada berada di perairan Bali (titik 3) dan Teluk Sumba (titik 5). Hal ini dapat dilihat dari warna kuning dengan nilai *stress level* 2 yang tepat berada di wilayah tersebut. Kemudian nilai anomali suhu permukaan laut di wilayah tersebut adalah 0.06°C di Bali (titik 3), dan -0.15°C di Teluk Sumba (titik 5).



4.3.6. Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu Permukaan Laut Tahun 2012

Berdasarkan penggambaran terumbu karang citra satelit NOAA pada tahun 2012 rata-rata terumbu karang di wilayah Indonesia masih dalam kondisi yang baik. Kondisi ini dapat dilihat pada (gambar 11) yaitu berdasarkan warna yang hijau di beberapa titik lokasi penelitian kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik.



Gambar 11. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2012

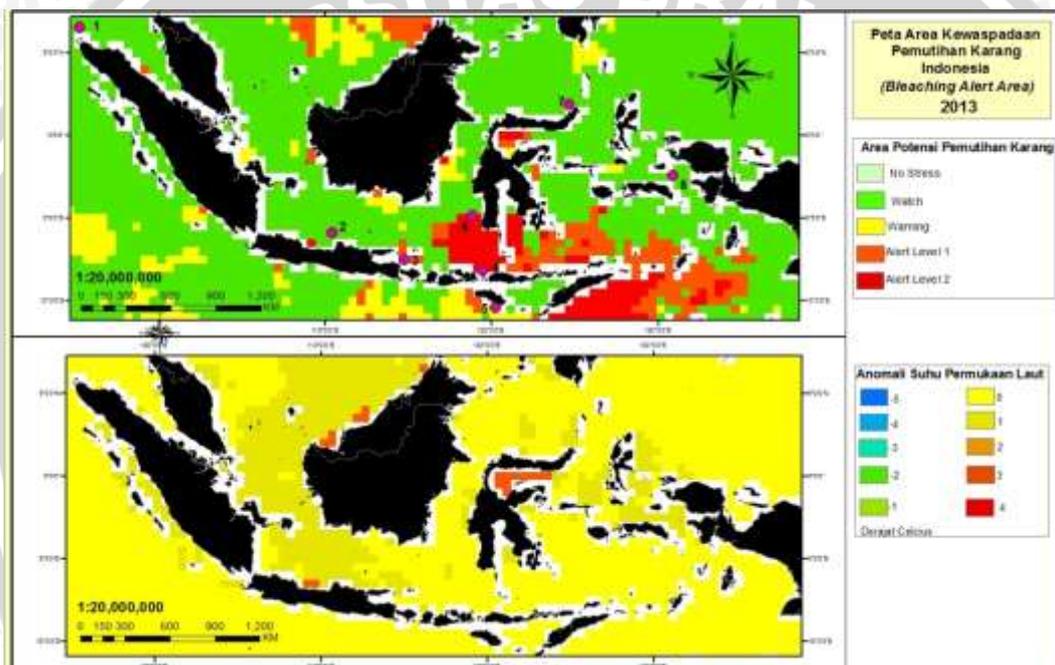
Kondisi ini dapat dilihat berdasarkan warna hijau yang mempunyai kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik. Suhu anomali yang terjadi pada tahun 2012 adalah $< 1^{\circ}\text{C}$ yang di gambarkan dengan warna kuning, tetapi ada beberapa wilayah yang mempunyai nilai anomali = 1°C yang di gambarkan dengan warna kuning tua. Dari penggambaran di atas bisa di analisa kondisi terumbu karang pada lokasi penelitian. Di titik 1 yaitu di daerah konservasi Ujong Pangku didapatkan hasil nilai terumbu karang dengan simbol

nilai 1 (*Watch*). Di titik 2 yaitu di Karimun Jawa didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 (*Watch*). Di titik 3 yaitu Taman Nasional Bali Barat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 4 yaitu Taman Nasional Pulau Komodo didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 5 yaitu Teluk Sumba didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 6 yaitu Taman Nasional Kapoposang didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 7 yaitu Taman Nasional Bunaken didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 8 yaitu Raja Ampat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*).

Berdasarkan pengolahan data *stress level* diatas bahwa sesuai dengan data yang telah di publikasikan oleh NOAA. Data menurut Menurut (NOAA, 2012) bahwa terumbu karang dengan status waspada berada di perairan Bali (titik 3), Pulau Komodo (titik 4), Teluk Sumba (titik 5) dan Pulau Kapoposang (titik 6). Hal ini dapat dilihat dari warna kuning dengan nilai *stress level* 2 yang tepat berada di wilayah tersebut. Kemudian nilai anomali suhu permukaan laut di wilayah tersebut adalah 0.32°C di Bali (titik 3), 0.3°C di Pulau. Komodo (titik 4), -0.02°C di Teluk Sumba (titik 5) dan 0.29°C di Kapoposang (titik 6).

4.3.7. Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu Permukaan Laut Tahun 2013

Berdasarkan penggambaran terumbu karang citra satelit NOAA pada tahun 2013 rata-rata terumbu karang di wilayah Indonesia masih dalam kondisi yang baik. Kondisi ini dapat dilihat pada (gambar 12) yaitu berdasarkan warna yang hijau di beberapa titik lokasi penelitian kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik.



Gambar 12. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2013

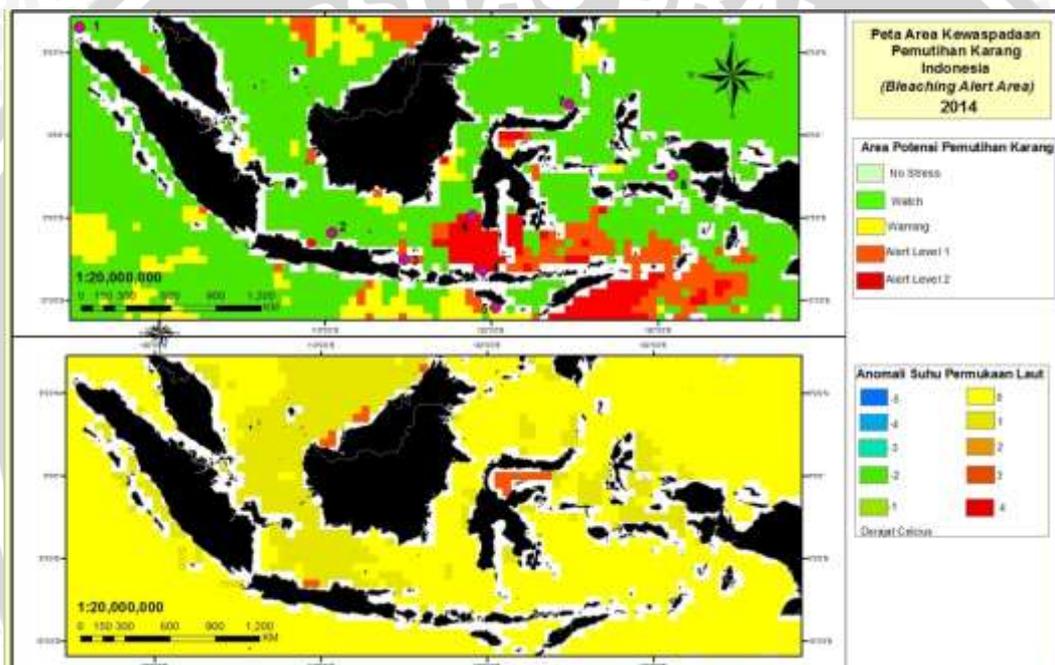
Kondisi ini dapat dilihat berdasarkan warna hijau yang mempunyai kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik. Suhu anomali yang terjadi pada tahun 2013 adalah $< 1^{\circ}\text{C}$ yang di gambarkan dengan warna kuning, tetapi ada beberapa wilayah yang mempunyai nilai anomali = 1°C yang di gambarkan dengan warna kuning tua. Dari penggambaran di atas bisa di analisa kondisi terumbu karang pada lokasi penelitian. Di titik 1 yaitu di daerah konservasi Ujong Pangku didapatkan hasil nilai terumbu karang dengan simbol

nilai 1 (*Watch*). Di titik 2 yaitu di Karimun Jawa didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 (*Watch*). Di titik 3 yaitu Taman Nasional Bali Barat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 3 yaitu (*Alert Level 1*). Di titik 4 yaitu Taman Nasional Pulau Komodo didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 4 yaitu (*Alert Level 2*). Di titik 5 yaitu Teluk Sumba didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 6 yaitu Taman Nasional Kapoposang didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 4 yaitu (*Alert Level 1*). Di titik 7 yaitu Taman Nasional Bunaken didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 8 yaitu Raja Ampat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*).

Berdasarkan pengolahan data *stress level* diatas bahwa sesuai dengan data yang telah di publikasikan oleh NOAA. Data menurut Menurut (NOAA, 2013) bahwa terumbu karang dengan status waspada berada di perairan Bali (titik 3), Pulau Komodo (titik 4), Teluk Sumba (titik 5) dan Pulau kapoposang. Hal ini dapat dilihat dari warna merah dengan nilai *stress level* 3 yang tepat berada di wilayah tersebut. Kemudian nilai anomali suhu permukaan laut di wilayah tersebut adalah 0.68°C di Bali (titik 3), 0.64°C di Pulau. Komodo (titik 4) dan 0.59°C di Teluk Sumba (titik 5).

4.3.8. Kondisi Terumbu Karang dan Anomali Suhu Permukaan Laut Tahun 2014

Berdasarkan penggambaran terumbu karang citra satelit NOAA pada tahun 2014 rata-rata terumbu karang di wilayah Indonesia masih dalam kondisi yang baik. Kondisi ini dapat dilihat pada (gambar 13) yaitu berdasarkan warna yang hijau di beberapa titik lokasi penelitian kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik.



Gambar 13. Peta Terumbu Karang dan Anomali Suhu Tahun 2014

Kondisi ini dapat dilihat berdasarkan warna hijau yang mempunyai kriteria *watch* yaitu kondisi terumbu karang masih berstatus baik. Suhu anomali yang terjadi pada tahun 2014 adalah $< 1^{\circ}\text{C}$ yang di gambarkan dengan warna kuning, tetapi ada beberapa wilayah yang mempunyai nilai anomali = 1°C yang di gambarkan dengan warna kuning tua. Dari penggambaran di atas bisa di analisa kondisi terumbu karang pada lokasi penelitian. Di titik 1 yaitu di daerah konservasi Ujong Pangku didapatkan hasil nilai terumbu karang dengan symbol

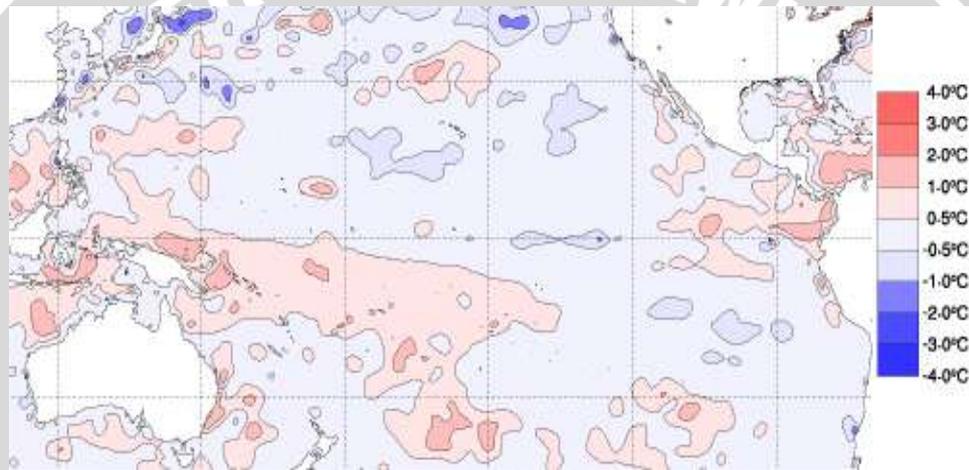
nilai 1 (*Watch*). Di titik 2 yaitu di Karimun Jawa didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 (*Watch*). Di titik 3 yaitu Taman Nasional Bali Barat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 3 yaitu (*Alert Level 1*). Di titik 4 yaitu Taman Nasional Pulau Komodo didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 4 yaitu (*Alert Level 2*). Di titik 5 yaitu Teluk Sumba didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 6 yaitu Taman Nasional Kapoposang didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 2 yaitu (*Warning*). Di titik 7 yaitu Taman Nasional Bunaken didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*). Di titik 8 yaitu Raja Ampat didapatkan nilai terumbu karang dengan simbol nilai 1 yaitu (*Watch*).

Berdasarkan pengolahan data *stress level* diatas bahwa sesuai dengan data yang telah di publikasikan oleh NOAA. Data menurut Menurut (NOAA, 2014) bahwa terumbu karang dengan status waspada berada di perairan Bali (titik 3), Pulau Komodo (titik 4), Teluk Sumba (titik 5) dan Pulau kapoposang. Hal ini dapat dilihat dari warna merah dengan nilai *stress level* 3 yang tepat berada di wilayah tersebut. Kemudian nilai anomali suhu permukaan laut di wilayah tersebut adalah 0.68°C di Bali (titik 3), 0.64°C di Pulau. Komodo (titik 4) dan 0.59°C di Teluk Sumba (titik 5).

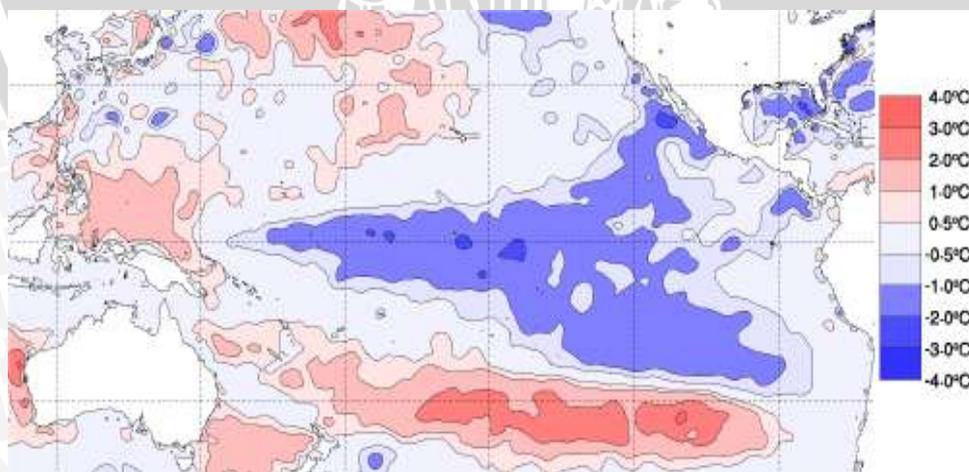
4.4. Pendugaan Pemutihan Massal

Berdasarkan hasil penggambaran kondisi terumbu karang di atas, pada tahun 2010 merupakan puncak terjadinya pemutihan karang di wilayah timur Indonesia. Menurut (ICRI, 2012) pada tahun 2010 di wilayah timur Indonesia mengalami pemutihan karang secara massal. Hal ini dilihat pada laporan *Indonesia Coral Reef Initiative* yang menyatakan bahwa 75% pemutihan terumbu karang terjadi di wilayah Bali, Kupang, dan Pulau Komodo. Pemanasan global

yang terjadi menjadi salah satu faktor yang mengakibatkan pemutihan karang. Pada tahun 2010 terjadi fenomena alam El-Nino yang terjadi di wilayah utara Australia hingga timur wilayah Indonesia. Menurut (Bureau, 2012) puncak El-Nino terjadi pada tahun 2010. Pada gambar.14 dapat dilihat bagaimana kondisi suhu permukaan laut saat terjadi El-Nino. Kenaikan suhu di wilayah Indonesia Timur mencapai 3°C. Dari fenomena El Nino yang terjadi pada tahun 2010, kemudian diikuti La Nina yang terjadi pada tahun 2011 (Gambar 15). Fenomena La Nina ini mengakibatkan suhu permukaan laut menurun 0.5°C.



Gambar 14. Fenomena El-Nino 2010



Gambar 15. Fenomena La-Nina 2011

4.4. Hubungan Terumbu Karang Dengan Anomali Suhu Permukaan Laut

Kehidupan terumbu karang sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang masuk ke permukaan laut. Cahaya sangat diperlukan untuk proses fotosintesis zooxanthela pada terumbu karang. Tetapi panas matahari berlebihan yang masuk ke dalam permukaan laut akan membuat pemutihan pada terumbu karang. Pemutihan disebabkan karena pengaruh perubahan suhu yang drastis (Zamani,2012).

Uji korelasi adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel yang datanya kuantitatif. Selain dapat mengetahui derajat keeratan hubungan korelasi juga dapat digunakan untuk mengetahui arah hubungan dua variabel numerik, misalnya apakah hubungan berat badan dan tinggi badan mempunyai derajat yang kuat atau lemah dan juga apakah kedua variabel tersebut berpola positif atau negatif. (Armaid, 2010)

Dari hasil perhitungan anomali suhu dan terumbu karang didapatkan hubungan korelasi antara anomali suhu dan terumbu karang. Terumbu karang sangat berpengaruh pada intensitas cahaya matahari yang masuk ke permukaan. Hal ini dibuktikan pada korelasi yang didapatkan dari kedua data tersebut. Adapun data anomali suhu dan terumbu karang bisa dilihat pada table berikut :

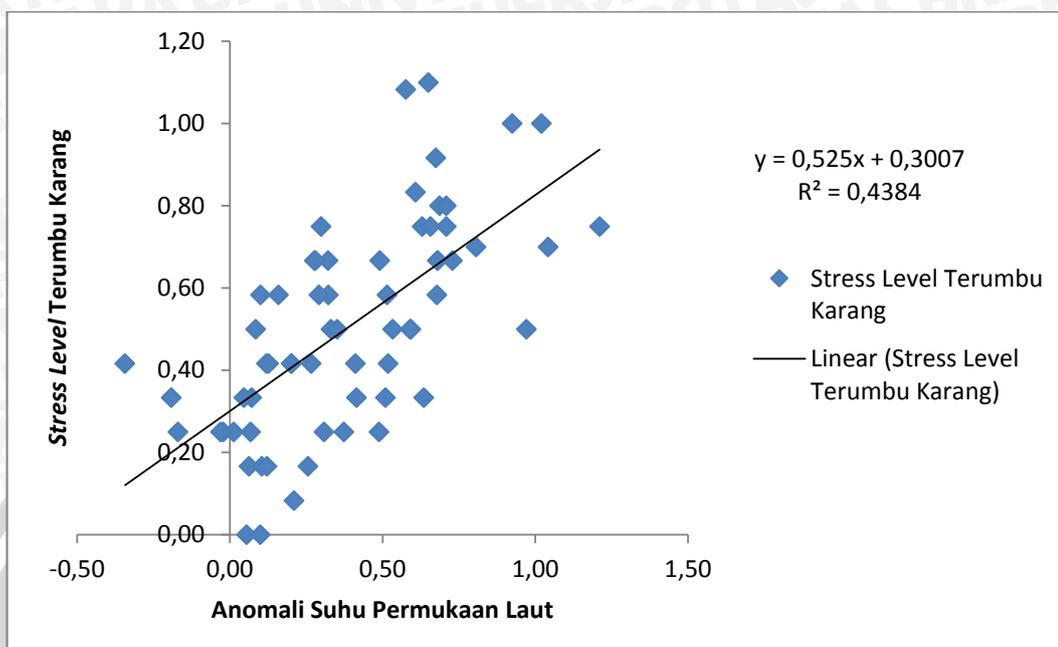
Tabel 6. Data Rata-rata Nilai Anomali Suhu dan Terumbu Karang

| Tahun | Titik | Kondisi Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut | Tahun | Titik | Kondisi Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|-------|-------|-------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 2007 | 1 | 0.17 | 0.06 | 2011 | 1 | 0.17 | 0.26 |
| | 2 | 0.08 | 0.21 | | 2 | 0.00 | 0.10 |
| | 3 | 0.58 | 0.16 | | 3 | 0.33 | 0.05 |
| | 4 | 0.33 | 0.07 | | 4 | 0.25 | -0.02 |
| | 5 | 0.33 | -0.19 | | 5 | 0.25 | -0.17 |
| | 6 | 0.58 | 0.10 | | 6 | 0.42 | 0.13 |

| Tahun | Titik | Kondisi Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut | Tahun | Titik | Kondisi Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|-------|-------|-------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | 7 | 0.58 | 0.32 | | 7 | 0.67 | 0.73 |
| | 8 | 0.33 | 0.42 | | 8 | 0.50 | 0.53 |
| 2008 | 1 | 0.00 | 0.06 | 2012 | 1 | 0.25 | 0.49 |
| | 2 | 0.17 | 0.11 | | 2 | 0.33 | 0.64 |
| | 3 | 0.25 | 0.07 | | 3 | 0.67 | 0.32 |
| | 4 | 0.25 | 0.01 | | 4 | 0.58 | 0.29 |
| | 5 | 0.42 | -0.34 | | 5 | 0.25 | -0.03 |
| | 6 | 0.42 | 0.12 | | 6 | 0.67 | 0.28 |
| | 7 | 0.58 | 0.52 | | 7 | 0.67 | 0.49 |
| | 8 | 0.42 | 0.52 | | 8 | 0.67 | 0.68 |
| 2009 | 1 | 0.17 | 0.12 | 2013 | 1 | 0.33 | 0.51 |
| | 2 | 0.50 | 0.59 | | 2 | 0.75 | 1.21 |
| | 3 | 0.50 | 0.33 | | 3 | 0.92 | 0.68 |
| | 4 | 0.42 | 0.20 | | 4 | 0.75 | 0.63 |
| | 5 | 0.25 | 0.31 | | 5 | 0.50 | 0.59 |
| | 6 | 0.50 | 0.35 | | 6 | 1.08 | 0.58 |
| | 7 | 0.67 | 0.68 | | 7 | 0.75 | 0.71 |
| | 8 | 0.58 | 0.68 | | 8 | 0.75 | 0.66 |
| 2010 | 1 | 0.80 | 0.69 | 2014 | 1 | 0.25 | 0.37 |
| | 2 | 0.50 | 0.97 | | 2 | 0.42 | 0.41 |
| | 3 | 1.00 | 1.02 | | 3 | 0.75 | 0.30 |
| | 4 | 0.70 | 0.81 | | 4 | 0.42 | 0.20 |
| | 5 | 0.80 | 0.71 | | 5 | 0.50 | 0.09 |
| | 6 | 1.00 | 0.93 | | 6 | 0.67 | 0.28 |
| | 7 | 1.10 | 0.65 | | 7 | 0.83 | 0.61 |
| | 8 | 0.70 | 1.04 | | 8 | 0.42 | 0.27 |

Dari data rata-rata anomali suhu dan terumbu karang setiap tahunnya mulai tahun 2007 – 2014 dapat dilihat hubungan keduanya melalui korelasi. Pada penelitian ini data yang ada dikorelasikan dengan diagram *scatter* melalui

SPSS. Dengan grafik *scatter* dapat dilihat garis *linier* yang terbentuk. Adapun hasil dari diagram *scatter* bisa dilihat di bawah ini :



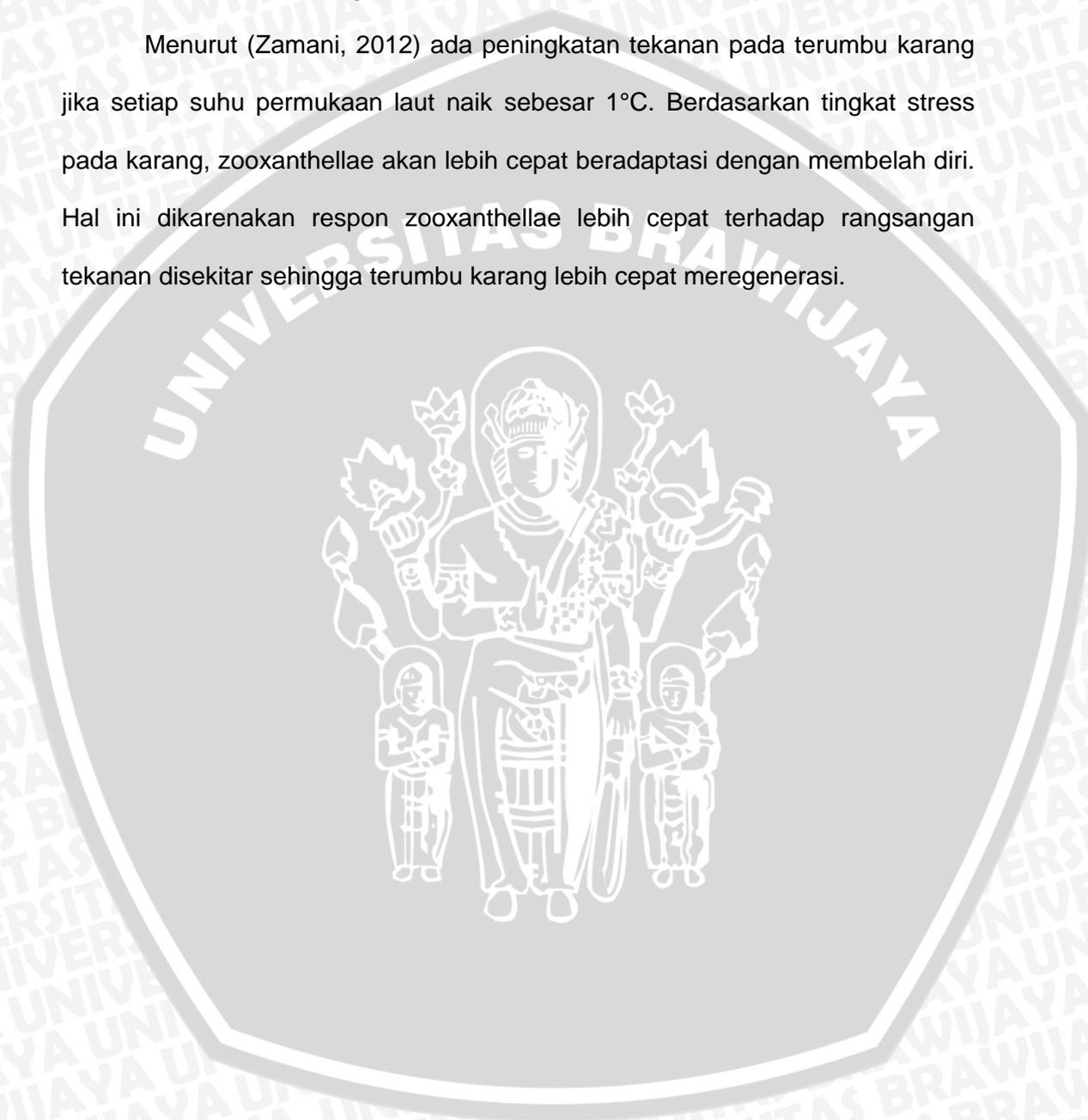
Gambar 16. Grafik *Scatter* Anomali Suhu - Terumbu Karang

Berdasarkan diagram pencar (*scatterplot*), tampak bahwa sebaran titik-titik mengikuti pola linier dengan kemiringan positif, yang berarti terdapat hubungan yang sejalan antara terumbu karang dengan suhu permukaan laut. Dari diagram diatas dapat dilihat bahwa antara terumbu karang dengan suhu permukaan laut mempunyai kaitan atau hubungan. Hal ini dibuktikan dengan diagram *scatter* yang membentuk linier positif dengan persamaan $y=0.525x+0.3007$.

Berdasarkan hasil olahan regresi di SPSS didapatkan nilai R yang merupakan koefisien korelasi yang menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan linier antar dua variabel. Dengan memasukkan variabel x adalah anomali suhu permukaan laut dan y adalah nilai *Stress Level* pada terumbu karang. Apabila nilai dari R mendekati +1 maka antar dua variabel *stress level* terumbu karang dan anomali suhu permukaan laut mempunyai hubungan yang kuat. Nilai R

square merupakan hasil pengkuadratan dari nilai koefisien korelasi. Pada tabel di atas nilai R square adalah 0.439, berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa 43.9% anomali suhu permukaan laut mempunyai pengaruh terhadap pemutihan terumbu karang.

Menurut (Zamani, 2012) ada peningkatan tekanan pada terumbu karang jika setiap suhu permukaan laut naik sebesar 1°C . Berdasarkan tingkat stress pada karang, zooxanthellae akan lebih cepat beradaptasi dengan membelah diri. Hal ini dikarenakan respon zooxanthellae lebih cepat terhadap rangsangan tekanan disekitar sehingga terumbu karang lebih cepat meregenerasi.



5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengamatan citra satelit NOAA dan pengolahan data *Stress Level* pada terumbu karang ditemukan daerah yang rawan terhadap terjadinya pemutihan terumbu karang yaitu pada perairan Bali Barat, Pulau Komodo, Teluk Sumba dan Kapoposang.
2. Dari hasil penggambaran citra satelit NOAA didapatkan hasil nilai *stress level* terumbu karang di 8 titik wilayah Indonesia mulai tahun 2007-2014 adalah nilai 0 sebanyak 1, nilai 1 sebanyak 42, nilai 2 sebanyak 10, nilai 3 sebanyak 7 dan nilai 4 sebanyak 4.
3. Berdasarkan dari hasil korelasi didapatkan persamaan $y=0.5281x+0.3158$ yang berarti setiap kenaikan variabel x diikuti oleh variabel y. Dengan nilai R square adalah 0.439, berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa 43.9% anomali suhu permukaan laut mempunyai pengaruh terhadap pemutihan terumbu karang.

5.2. Saran

Pada penelitian ini citra yang digunakan adalah NOAA 50 km sehingga resolusi citra yang dihasilkan masih kurang sempurna. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan citra NOAA 5 km dan melakukan penelitian lapang sehingga data yang dihasilkan lebih tepat dan akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Bhataramedia. 2014. Pemutihan Terumbu Karang. Media Pustaka.
<http://www.bharatamedia.com>
- Brown, B.E. 1988. Assessing environmental impacts on coral reefs. Proc. Int.Coral reef Symp., 1:71-79.
- Bureau, 2012. El Nino Australia Analysis . Bureau Meteorology.
<http://www.bom.gov.au/climate/enso>
- Cesar, H.S.J. 2000. Collected Essays on the Economics of CoralReefs. Sida Press, Stockholm, Sweden
- Dahuri, R. 1999. Kebijakan dan strategi pengelolaan terumbu karang. Lokakarya pengelolaan dan IPTEK terumbu karang Indonesia. Jakarta
- Davis, G. 2011. History of the NOAA Satellite Program. NOAA Satellite and Information Service. www.osd.noaa.gov. USA: Maryland
- Dodi, S. 2009. Klasifikasi Tutupan Awan Menggunakan Data SensorSatelit NOAA/AVHRR APT. Seminar on Intelligent Technology. Jakarta: Universitas Indonesia
- Ghufron H. Kordi K., M. 2010. Ekosistem Terumbu Karang. Rineka Cipta. Jakarta.
- Google image. 2014. Pemutihan Terumbu Karang.
<https://www.google.co.id/pemutihanterumbukarang>. Indonesia
- Haruddin. 2011. Dampak Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang Terhadap Hasil Penangkapan Ikan Oleh Nelayan Secara Tradisional Di Pulau Siompu Kabupaten Buton Propinsi Sulawesi Tenggara. Jurnal EKOSAINS | Vol. III | No. 3 | November 2011

ICRI, 2012. Global Mass Coral Bleaching. International Coral Reef Initiative.

<http://www.icriforum.org/news>

Irma. 2011. Aktifitas Penginderaan Jauh Melalui Satelit Di Indonesia. Jurnal

Sasi : Vol 17 No 2. April-Juni

KKP. 2010. Basis Data Wilayah Konservasi.

[http://kkji.kp3k.kkp.go.id/index.php/basisdata-kawasan-](http://kkji.kp3k.kkp.go.id/index.php/basisdata-kawasan-konservasi/details/1/128)

[konservasi/details/1/128](http://kkji.kp3k.kkp.go.id/index.php/basisdata-kawasan-konservasi/details/1/128). Jakarta

Matherisma. 2015. Sistem Penginderaan Jauh. Balai Penginderaan Jauh.

<http://www.matherisma.com>

Natsir S.M. dan M. Subkhan. 2010. Foraminifera benthik sebagai

bioindikator kualitas perairan ekosistem terumbu karang di pulau

Bidadari dan Ringit, Kepulauan Seribu. J. Lingkungan Tropis,

5(1):1-10.

NOAA . 2014. *Coral Reef Watch and Sea Surface Temperature*.

<https://coralreefwatch.noaa.gov> . USA

Rasyid, Abd. 2010. Distribusi Suhu Permukaan Pada Musim Peralihan Barat-

Timur Terkait Dengan Fishing Ground Ikan Pelagis Kecil Di Perairan

Spermonde. Tarani (jurnal Ilmu Kelautan), vol. 20(1) 1-7. Makassar:

Universitas Hasanuddin

Soedharma . 2005. Perkembangan Transplantasi Karang Di Indonesia.

Membuka Wawasan Transplantasi Karang Untuk Masyarakat. Fisheries

Diving Club : Bogor

Solihin, A., 2013. Ephraim Batungbacal, dan Arifsyah M. Nasution. 2013. Laut

Indonesia Dalam Krisis. Greenpeace. Jakarta.

Sukresno, B. (2008). Dynamical Analysis of Banda Sea Concerning With El Nino Indonesian Through Flow and Monsoon By Using Satellite Data and Numerical Model. Jurnal Penelitian, Universitas Udayana, Denpasar.

Supriharyono. 2009. Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati. Yogyakarta : Pustaka Pelajar

Wahyunto dkk. 2010. Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh Dan Uji Validasinya Untuk Deteksi Penyebaran Lahan Sawah Dan Penggunaan/Penutupan Lahan. Informatika Pertanian, vol. 13. Soil Research Institute, CSARD of IAARD

Wilkinson, C.R. 2004. Status of coral reefs of the world: 2004. Global Coral Reef Monitoring Network

Westmacott, Susie. 2007. Pengelolaan Terumbu Karang yang Telah Memutih dan Rusak Kritis. Information Press: Inggris

Zamani, Putri. 2012. Pengaruh Peningkatan Suhu Terhadap Adaptasi Fisiologi. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 4, No. 1, Hlm. 135-144, Juni 2012.: Bogor

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Bulanan Anomali Suhu Permukaan Laut dan Stress Level

Terumbu Karang di Indonesia

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|-------|----------|------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 2007 | Januari | 1 | aceh | 0 | -0.35 |
| | | 2 | karimun | 2 | 1.6 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.48 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | -0.05 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | -0.49 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.54 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.66 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.68 |
| | Februari | 1 | aceh | 0 | -0.33 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.96 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.33 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.07 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.52 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.39 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.44 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | -0.15 |
| | maret | 1 | aceh | 0 | -0.06 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.36 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.61 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.76 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | -0.19 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.41 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.31 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | -0.15 |
| | April | 1 | aceh | 1 | 0.2 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.49 |
| | | 3 | bali barat | 1 | -0.05 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | -0.18 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.28 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.04 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.09 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | -0.07 |
| mei | 1 | aceh | 1 | 0.2 | |
| | 2 | karimun | 1 | 0.24 | |
| | 3 | bali barat | 1 | 0.22 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | 0.25 | |



| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|-----------|---------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.04 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.07 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.23 |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.09 |
| | juni | 1 | aceh | 1 | 0.71 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.47 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.17 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.37 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.39 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.14 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.39 |
| | | 8 | raja empat | 0 | 0.21 |
| | juli | 1 | aceh | 0 | 0.16 |
| | | 2 | karimun | 0 | -0.19 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.11 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.14 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.37 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.17 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.35 |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.54 |
| | agustus | 1 | aceh | 0 | 0.18 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.27 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.19 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.04 |
| 5 | | teluk sumba | 0 | -0.67 | |
| 6 | | kapoposang | 0 | -0.12 | |
| 7 | | bunaken | 0 | 0.1 | |
| 8 | | raja empat | 0 | 0.53 | |
| september | 1 | aceh | 0 | 0.35 | |
| | 2 | karimun | 0 | 0.29 | |
| | 3 | bali barat | 0 | -0.21 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | 0.06 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | -0.57 | |
| | 6 | kapoposang | 0 | -0.18 | |
| | 7 | bunaken | 1 | 0.91 | |
| | 8 | raja empat | 1 | 0.59 | |
| oktober | 1 | aceh | 0 | 0.4 | |
| | 2 | karimun | 0 | 0.6 | |
| | 3 | bali barat | 0 | -0.04 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | 0.04 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | -0.06 | |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut | |
|----------|----------|---------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.22 | |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.81 | |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 1.09 | |
| | november | 1 | aceh | 0 | 0.17 | |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.82 | |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.65 | |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.34 | |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.07 | |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.3 | |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.27 | |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.83 | |
| | desember | 1 | aceh | 0 | -0.3 | |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.52 | |
| | | 3 | bali barat | 2 | 1.16 | |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.76 | |
| | | 5 | teluk sumba | 2 | 0.97 | |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.76 | |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.31 | |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.85 | |
| | 2008 | Januari | 1 | aceh | 0 | 0.01 |
| | | | 2 | karimun | 0 | 0.93 |
| | | | 3 | bali barat | 0 | -0.64 |
| | | | 4 | p.komodo | 1 | -0.84 |
| | | | 5 | teluk sumba | 2 | -0.69 |
| 6 | | | kapoposang | 1 | -0.34 | |
| 7 | | | bunaken | 0 | 0.77 | |
| 8 | | | raja ampat | 1 | 0.81 | |
| februari | | 1 | aceh | 0 | -0.01 | |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.78 | |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0 | |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.65 | |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.28 | |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.29 | |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.81 | |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.76 | |
| maret | | 1 | aceh | 0 | -0.3 | |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.48 | |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.09 | |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.57 | |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | -0.11 | |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.61 | |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|---------|-------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.58 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.81 |
| | april | 1 | aceh | 0 | -0.18 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.2 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.18 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.46 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.49 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | -0.07 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.39 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.3 |
| | mei | 1 | aceh | 0 | -0.36 |
| | | 2 | karimun | 1 | -0.05 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.18 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.02 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.75 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.24 |
| | | 7 | bunaken | 0 | -0.01 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.01 |
| | juni | 1 | aceh | 0 | 0.3 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.24 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.03 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.83 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.32 |
| 7 | | bunaken | 1 | -0.05 | |
| 8 | | raja ampat | 0 | 0.11 | |
| juli | 1 | aceh | 0 | 0.23 | |
| | 2 | karimun | 0 | -0.12 | |
| | 3 | bali barat | 0 | -0.34 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | -0.05 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | -0.93 | |
| | 6 | kapoposang | 0 | -0.08 | |
| | 7 | bunaken | 0 | 0.16 | |
| | 8 | raja ampat | 0 | 0.15 | |
| agustus | 1 | aceh | 0 | 0.15 | |
| | 2 | karimun | 0 | -0.07 | |
| | 3 | bali barat | 0 | -0.28 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | -0.02 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | -1.02 | |
| | 6 | kapoposang | 0 | 0.27 | |
| | 7 | bunaken | 0 | 0.36 | |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|----------|-----------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | september | 8 | raja ampat | 0 | 0.44 |
| | | 1 | aceh | 0 | 0.41 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.41 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.25 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.65 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.2 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.37 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.64 |
| | 8 | raja ampat | 1 | 0.19 | |
| | oktober | 1 | aceh | 0 | 0.26 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.97 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.66 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.73 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.17 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.34 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.94 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.92 |
| | november | 1 | aceh | 0 | 0.27 |
| | | 2 | karimun | 0 | 1 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.98 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.77 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.23 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.76 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.55 |
| 8 | | raja ampat | 1 | 0.37 | |
| desember | 1 | aceh | 0 | -0.13 | |
| | 2 | karimun | 1 | 1.19 | |
| | 3 | bali barat | 1 | 0.7 | |
| | 4 | p.komodo | 1 | 0.6 | |
| | 5 | teluk sumba | 1 | 0.62 | |
| | 6 | kapoposang | 1 | 0.65 | |
| | 7 | bunaken | 1 | 0.7 | |
| | 8 | raja ampat | 1 | 0.81 | |
| 2009 | Januari | 1 | aceh | 0 | -0.51 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.48 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.19 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.58 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.19 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.36 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.84 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.88 |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|-------|----------|-------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | februari | 1 | aceh | 0 | -0.18 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.18 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.71 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.62 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.06 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.3 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.93 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.75 |
| | maret | 1 | aceh | 0 | 0.01 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.6 |
| | | 3 | bali barat | 1 | -0.15 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | -0.56 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.07 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.01 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.64 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.46 |
| | April | 1 | aceh | 1 | -0.51 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.48 |
| | | 3 | bali barat | 1 | -0.19 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | -0.58 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | -0.19 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | -0.36 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.84 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.88 |
| | mei | 1 | aceh | 0 | 0.66 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.69 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.48 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.66 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.25 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.3 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.56 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.89 |
| | juni | 1 | aceh | 1 | 0.28 |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.28 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.08 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.17 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.19 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.09 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 1.2 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 1.05 |
| | juli | 1 | aceh | 0 | 0.78 |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|----------|-----------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 2 | karimun | 0 | 0.91 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 1.03 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.88 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.68 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.73 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.37 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.67 |
| | | agustus | 1 | aceh | 0 |
| | 2 | | karimun | 0 | 1.04 |
| | 3 | | bali barat | 0 | 1.5 |
| | 4 | | p.komodo | 0 | 1.43 |
| | 5 | | teluk sumba | 0 | 1.07 |
| | 6 | | kapoposang | 0 | 1.3 |
| | 7 | | bunaken | 1 | 0.7 |
| | 8 | | raja ampat | 1 | 0.85 |
| | september | 1 | aceh | 0 | 0.21 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.72 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.69 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.79 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.57 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.34 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.53 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.34 |
| | oktober | 1 | aceh | 0 | 0.29 |
| 2 | | karimun | 1 | 1.31 | |
| 3 | | bali barat | 0 | 0.56 | |
| 4 | | p.komodo | 0 | 0.5 | |
| 5 | | teluk sumba | 0 | 0.6 | |
| 6 | | kapoposang | 0 | 0.31 | |
| 7 | | bunaken | 1 | 0.65 | |
| 8 | | raja ampat | 1 | 0.82 | |
| november | 1 | aceh | 0 | -0.32 | |
| | 2 | karimun | 1 | 1.41 | |
| | 3 | bali barat | 1 | 0.02 | |
| | 4 | p.komodo | 1 | -0.36 | |
| | 5 | teluk sumba | 1 | 0.15 | |
| | 6 | kapoposang | 1 | 0 | |
| | 7 | bunaken | 1 | 0.79 | |
| | 8 | raja ampat | 1 | 0.78 | |
| desember | 1 | aceh | 0 | 0.43 | |
| | 2 | karimun | 1 | 0.91 | |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut | | |
|----------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|---|------|
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.86 | | |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 1.03 | | |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.69 | | |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.61 | | |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.4 | | |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.18 | | |
| | | 2010 | januari | 1 | aceh | 0 | 0.55 |
| | | | | 2 | karimun | 1 | 1.67 |
| 3 | bali barat | | | 1 | 0.39 | | |
| 4 | p.komodo | | | 0 | -0.89 | | |
| 5 | teluk sumba | | | 1 | 0.24 | | |
| 6 | kapoposang | | | 1 | 0.37 | | |
| 7 | bunaken | | | 0 | 0.73 | | |
| 8 | raja ampat | | | 1 | 0.45 | | |
| februari | 1 | | aceh | 0 | 0.97 | | |
| | 2 | | karimun | 1 | 1.5 | | |
| | 3 | | bali barat | 1 | 0.41 | | |
| | 4 | | p.komodo | 0 | -0.1 | | |
| | 5 | | teluk sumba | 1 | 0.71 | | |
| | 6 | | kapoposang | 1 | 0.32 | | |
| | 7 | | bunaken | 0 | 0.5 | | |
| | 8 | | raja ampat | 0 | 0.11 | | |
| maret | 1 | | aceh | 1 | 0.87 | | |
| | 2 | | karimun | 1 | 1.24 | | |
| | 3 | | bali barat | 2 | 1.03 | | |
| | 4 | | p.komodo | 1 | 0.25 | | |
| | 5 | | teluk sumba | 2 | 1.02 | | |
| | 6 | | kapoposang | 1 | 0.51 | | |
| | 7 | | bunaken | 1 | 0.52 | | |
| | 8 | | raja ampat | 0 | 0.13 | | |
| april | 1 | aceh | 1 | 0.94 | | | |
| | 2 | karimun | 1 | 0.93 | | | |
| | 3 | bali barat | 3 | 1.17 | | | |
| | 4 | p.komodo | 1 | 0.43 | | | |
| | 5 | teluk sumba | 2 | 1.61 | | | |
| | 6 | kapoposang | 1 | 0.94 | | | |
| | 7 | bunaken | 1 | 0.72 | | | |
| | 8 | raja ampat | 1 | 0.51 | | | |
| mei | 1 | aceh | 3 | 1.45 | | | |
| | 2 | karimun | 3 | 1.19 | | | |
| | 3 | bali barat | 1 | 1.07 | | | |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|-----------|---------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 4 | p.komodo | 1 | 1.08 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.92 |
| | | 6 | kapoposang | 3 | 1.43 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.35 |
| | | 8 | raja ampat | 2 | 0.63 |
| | juni | 1 | aceh | 1 | 0.94 |
| | | 2 | karimun | 3 | 1.24 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.92 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 1.37 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.51 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 1.02 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.73 |
| | | 8 | raja ampat | 2 | 1.03 |
| | juli | 1 | aceh | 0 | 0.58 |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.02 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 1.01 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 1.2 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.48 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 1.01 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.97 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.89 |
| | agustus | 1 | aceh | 0 | 0.77 |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.32 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.91 |
| 4 | | p.komodo | 0 | 1.23 | |
| 5 | | teluk sumba | 0 | 0.47 | |
| 6 | | kapoposang | 0 | 0.9 | |
| 7 | | bunaken | 1 | 1.22 | |
| 8 | | raja ampat | 1 | 0.98 | |
| september | 1 | aceh | 0 | 1.18 | |
| | 2 | karimun | 1 | 1.49 | |
| | 3 | bali barat | 0 | 1.37 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | 1.7 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | 0.84 | |
| | 6 | kapoposang | 0 | 1.13 | |
| | 7 | bunaken | 1 | 1.15 | |
| | 8 | raja ampat | 1 | 0.58 | |
| oktober | 1 | aceh | 0 | 0.9 | |
| | 2 | karimun | 1 | 1.76 | |
| | 3 | bali barat | 1 | 1.5 | |
| | 4 | p.komodo | 1 | 1.44 | |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut | |
|----------|----------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|------|
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.84 | |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 1.09 | |
| | | 7 | bunaken | 1 | 1.25 | |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.8 | |
| | november | 1 | aceh | 0 | 0.35 | |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.32 | |
| | | 3 | bali barat | 1 | 1.2 | |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 1.05 | |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.69 | |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.94 | |
| | | 7 | bunaken | 1 | 1.04 | |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.87 | |
| | desember | 1 | aceh | 0 | 0.01 | |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.51 | |
| | | 3 | bali barat | 1 | 1.27 | |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.92 | |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 1.19 | |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 1.07 | |
| | | 7 | bunaken | 1 | 1.21 | |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.98 | |
| | 2011 | januari | 1 | aceh | 0 | 0.19 |
| | | | 2 | karimun | 1 | 1.19 |
| | | | 3 | bali barat | 1 | 0.91 |
| | | | 4 | p.komodo | 1 | 0.3 |
| 5 | | | teluk sumba | 1 | 0.92 | |
| 6 | | | kapoposang | 1 | 0.86 | |
| 7 | | | bunaken | 1 | 1.38 | |
| 8 | | | raja empat | 1 | 1.29 | |
| februari | | 1 | aceh | 0 | 0.33 | |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.46 | |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.85 | |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.82 | |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.26 | |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.05 | |
| | | 7 | bunaken | 0 | 1.45 | |
| | | 8 | raja empat | 1 | 1.33 | |
| maret | | 1 | aceh | 0 | 0.27 | |
| | | 2 | karimun | 0 | -0.04 | |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.72 | |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -1 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | -0.87 | | |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|---------|-------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.53 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.67 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.74 |
| | april | 1 | aceh | 1 | 0.05 |
| | | 2 | karimun | 0 | -0.18 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.52 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.81 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.49 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.51 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.37 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.32 |
| | mei | 1 | aceh | 1 | 0.03 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.18 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.09 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.16 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.23 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.1 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.34 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.41 |
| | juni | 1 | aceh | 1 | 0.53 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.35 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.07 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.2 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.64 |
| 6 | | kapoposang | 0 | -0.49 | |
| 7 | | bunaken | 1 | 0.47 | |
| 8 | | raja ampat | 1 | 0.75 | |
| juli | 1 | aceh | 0 | 0.27 | |
| | 2 | karimun | 0 | 0.14 | |
| | 3 | bali barat | 0 | -0.13 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | -0.14 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | -0.52 | |
| | 6 | kapoposang | 0 | -0.08 | |
| | 7 | bunaken | 1 | 0.38 | |
| | 8 | raja ampat | 1 | 0.33 | |
| agustus | 1 | aceh | 1 | 0.65 | |
| | 2 | karimun | 0 | 0.18 | |
| | 3 | bali barat | 0 | -0.16 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | -0.01 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | -0.47 | |
| | 6 | kapoposang | 0 | -0.5 | |



| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|----------|-----------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.45 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.38 |
| | september | 1 | aceh | 0 | 0.71 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.3 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.11 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.05 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.48 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.07 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.74 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.1 |
| | oktober | 1 | aceh | 0 | 0.36 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.66 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.19 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.15 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.22 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.05 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.47 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.47 |
| | november | 1 | aceh | 0 | 0.15 |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.18 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.82 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.89 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.53 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.63 |
| 7 | | bunaken | 1 | 0.67 | |
| 8 | | raja ampat | 1 | 0.39 | |
| desember | 1 | aceh | 0 | 0.29 | |
| | 2 | karimun | 1 | 1.13 | |
| | 3 | bali barat | 1 | 1.11 | |
| | 4 | p.komodo | 1 | 0.76 | |
| | 5 | teluk sumba | 1 | 0.89 | |
| | 6 | kapoposang | 1 | 0.61 | |
| | 7 | bunaken | 0 | 0.72 | |
| | 8 | raja ampat | 1 | 0.73 | |
| 2012 | januari | 1 | aceh | 0 | 0.39 |
| | | 2 | karimun | 0 | 1.12 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 1.07 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.46 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.8 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.48 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.57 |



| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|-------|----------|-------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 8 | raja ampat | 1 | 1.08 |
| | februari | 1 | aceh | 0 | 0.28 |
| | | 2 | karimun | 0 | 1,28 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.08 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | -0.17 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.19 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.09 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 1.2 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 1.05 |
| | Maret | 1 | aceh | 0 | 0.06 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.88 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.09 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | -0.34 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.37 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.39 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.67 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 1.02 |
| | april | 1 | aceh | 0 | 0.22 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.43 |
| | | 3 | bali barat | 1 | -0.17 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | -0.16 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.25 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.05 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.53 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.33 |
| | mei | 1 | aceh | 0 | 0.13 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.58 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.32 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.39 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.44 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.1 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.37 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.19 |
| | juni | 1 | aceh | 1 | 0.08 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.45 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.04 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.11 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.77 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.29 |
| | | 7 | bunaken | 1 | -0.39 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.41 |



| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|-----------|-------|-------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| juli | | 1 | aceh | 1 | 0.67 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.39 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.14 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.18 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.79 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.05 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.39 |
| | | 8 | raja empat | 0 | 0.42 |
| agustus | | 1 | aceh | 1 | 1.14 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.12 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.26 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.05 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.7 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.21 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.38 |
| | | 8 | raja empat | 0 | 0.73 |
| september | | 1 | aceh | 0 | 0.77 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.2 |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.13 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.17 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.08 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.3 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.7 |
| | | 8 | raja empat | 0 | 0.53 |
| oktober | | 1 | aceh | 0 | 0.39 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.87 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.43 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.5 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.3 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.44 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.4 |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.89 |
| november | | 1 | aceh | 0 | 0.78 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.91 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 1.03 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.88 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.68 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.73 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.37 |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.67 |
| desember | | 1 | aceh | 0 | 0.95 |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|----------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 2 | karimun | 0 | 1.04 |
| | | 3 | bali barat | 2 | 1.5 |
| | | 4 | p.komodo | 2 | 1.43 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 1.07 |
| | | 6 | kapoposang | 2 | 1.3 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.7 |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.85 |
| | | 2013 | januari | 1 | aceh |
| 2 | karimun | | | 0 | 1.36 |
| 3 | bali barat | | | 3 | 1.09 |
| 4 | p.komodo | | | 4 | 1.57 |
| 5 | teluk sumba | | | 1 | 0.62 |
| 6 | kapoposang | | | 4 | 1.29 |
| 7 | bunaken | | | 0 | 0.75 |
| 8 | raja empat | | | 0 | 0.51 |
| februari | 1 | | aceh | 0 | 0.49 |
| | 2 | | karimun | 1 | 1.88 |
| | 3 | | bali barat | 1 | 0.72 |
| | 4 | | p.komodo | 1 | 0.65 |
| | 5 | | teluk sumba | 2 | 1.15 |
| | 6 | | kapoposang | 4 | 0.74 |
| | 7 | | bunaken | 0 | 0.86 |
| | 8 | | raja empat | 0 | 0.55 |
| maret | 1 | | aceh | 1 | 0.53 |
| | 2 | | karimun | 1 | 0.92 |
| | 3 | | bali barat | 1 | -0.07 |
| | 4 | | p.komodo | 1 | -0.7 |
| | 5 | | teluk sumba | 1 | -0.15 |
| | 6 | | kapoposang | 1 | 0.29 |
| | 7 | | bunaken | 1 | 0.68 |
| | 8 | | raja empat | 0 | 0.44 |
| april | 1 | aceh | 1 | 0.53 | |
| | 2 | karimun | 1 | 0.89 | |
| | 3 | bali barat | 1 | 0.5 | |
| | 4 | p.komodo | 1 | 0.24 | |
| | 5 | teluk sumba | 1 | 0.45 | |
| | 6 | kapoposang | 1 | 0.6 | |
| | 7 | bunaken | 1 | 1.09 | |
| | 8 | raja empat | 1 | 0.31 | |
| mei | 1 | aceh | 1 | 0.21 | |
| | 2 | karimun | 1 | 0.72 | |



| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut | |
|-----------|---------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|------|
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.69 | |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.79 | |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.57 | |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.34 | |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.53 | |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.34 | |
| | | juni | 1 | aceh | 1 | 0.89 |
| | | | 2 | karimun | 1 | 1 |
| | 3 | | bali barat | 1 | 1.06 | |
| | 4 | | p.komodo | 0 | 1.17 | |
| | 5 | | teluk sumba | 0 | 1.22 | |
| | 6 | | kapoposang | 1 | 1.26 | |
| | 7 | | bunaken | 1 | 0.62 | |
| | 8 | | raja ampat | 1 | 1.07 | |
| | juli | 1 | aceh | 0 | 0.36 | |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.06 | |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.98 | |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 1.23 | |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 1.04 | |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.76 | |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.85 | |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.98 | |
| | agustus | 1 | aceh | 0 | 0.49 | |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.86 | |
| 3 | | bali barat | 0 | 0.58 | | |
| 4 | | p.komodo | 0 | 0.6 | | |
| 5 | | teluk sumba | 0 | 0.31 | | |
| 6 | | kapoposang | 0 | 0.14 | | |
| 7 | | bunaken | 0 | 0.5 | | |
| 8 | | raja ampat | 1 | 1.07 | | |
| september | 1 | aceh | 0 | 0.8 | | |
| | 2 | karimun | 0 | 0.9 | | |
| | 3 | bali barat | 0 | 0.39 | | |
| | 4 | p.komodo | 0 | 0.33 | | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | 0.07 | | |
| | 6 | kapoposang | 0 | 0.36 | | |
| | 7 | bunaken | 1 | 0.76 | | |
| | 8 | raja ampat | 1 | 0.59 | | |
| oktober | 1 | aceh | 0 | 0.29 | | |
| | 2 | karimun | 1 | 1.31 | | |
| | 3 | bali barat | 0 | 0.56 | | |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut | |
|----------|----------|----------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.5 | |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.6 | |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.31 | |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.65 | |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.85 | |
| | | november | 1 | aceh | 0 | 0.34 |
| | | | 2 | karimun | 1 | 1.68 |
| | | | 3 | bali barat | 1 | 0.83 |
| | 4 | | p.komodo | 1 | 0.76 | |
| | 5 | | teluk sumba | 0 | 0.53 | |
| | 6 | | kapoposang | 1 | 0.46 | |
| | 7 | | bunaken | 1 | 0.45 | |
| | 8 | | raja ampat | 1 | 0.54 | |
| | desember | 1 | aceh | 0 | 0.48 | |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.95 | |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.77 | |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.42 | |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.67 | |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.37 | |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.77 | |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.63 | |
| | 2014 | Januari | 1 | aceh | 0 | -0.32 |
| | | | 2 | karimun | 1 | 1.41 |
| | | | 3 | bali barat | 1 | 0.02 |
| 4 | | | p.komodo | 0 | -0.36 | |
| 5 | | | teluk sumba | 1 | 0.15 | |
| 6 | | | kapoposang | 0 | 0 | |
| 7 | | | bunaken | 0 | 0.79 | |
| 8 | | | raja ampat | 1 | 0.78 | |
| februari | | 1 | aceh | 0 | -0.4 | |
| | | 2 | karimun | 0 | -1.74 | |
| | | 3 | bali barat | 0 | -0.89 | |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -1.07 | |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.4 | |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.28 | |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.7 | |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.42 | |
| maret | | 1 | aceh | 0 | -0.1 | |
| | | 2 | karimun | 0 | -0.39 | |
| | | 3 | bali barat | 1 | -0.08 | |
| | | 4 | p.komodo | 1 | -0.19 | |

| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|---------|-------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.01 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.21 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.42 |
| | | 8 | raja empat | 0 | -0.16 |
| | april | 1 | aceh | 1 | 0.1 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.66 |
| | | 3 | bali barat | 2 | 0.43 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.56 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.25 |
| | | 6 | kapoposang | 2 | 0.2 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.3 |
| | | 8 | raja empat | 1 | -0.06 |
| | mei | 1 | aceh | 1 | 0.43 |
| | | 2 | karimun | 2 | 0.91 |
| | | 3 | bali barat | 2 | 0.86 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 1.03 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.69 |
| | | 6 | kapoposang | 1 | 0.61 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.4 |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.18 |
| | juni | 1 | aceh | 1 | 0.88 |
| | | 2 | karimun | 1 | 0.91 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.63 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.79 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.02 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | 0.08 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.77 |
| | | 8 | raja empat | 1 | 0.91 |
| juli | 1 | aceh | 1 | 0.47 | |
| | 2 | karimun | 1 | 0.82 | |
| | 3 | bali barat | 0 | 0.48 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | 0.52 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | -0.11 | |
| | 6 | kapoposang | 0 | 0.42 | |
| | 7 | bunaken | 1 | 0.7 | |
| | 8 | raja empat | 1 | 0.77 | |
| agustus | 1 | aceh | 0 | 1.13 | |
| | 2 | karimun | 0 | 0.64 | |
| | 3 | bali barat | 0 | 0.34 | |
| | 4 | p.komodo | 0 | 0.5 | |
| | 5 | teluk sumba | 0 | -0.25 | |



| Tahun | Bulan | Titik | Lokasi | Stress Level Terumbu Karang | Anomali Suhu Permukaan Laut |
|----------|-----------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.32 |
| | | 7 | bunaken | 0 | 0.53 |
| | | 8 | raja ampat | 0 | 0.92 |
| | september | 1 | aceh | 0 | 1.42 |
| | | 2 | karimun | 0 | -0.48 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.04 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | 0.06 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | -0.39 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.03 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.74 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.46 |
| | oktober | 1 | aceh | 0 | 1.14 |
| | | 2 | karimun | 0 | 0.78 |
| | | 3 | bali barat | 0 | 0.13 |
| | | 4 | p.komodo | 0 | -0.08 |
| | | 5 | teluk sumba | 0 | 0.2 |
| | | 6 | kapoposang | 0 | -0.07 |
| | | 7 | bunaken | 1 | 0.53 |
| | | 8 | raja ampat | 1 | 0.64 |
| | november | 1 | aceh | 0 | 0.65 |
| | | 2 | karimun | 1 | 1.58 |
| | | 3 | bali barat | 1 | 0.77 |
| | | 4 | p.komodo | 1 | 0.42 |
| | | 5 | teluk sumba | 1 | 0.45 |
| 6 | | kapoposang | 1 | 0.24 | |
| 7 | | bunaken | 1 | 0.75 | |
| 8 | | raja ampat | 1 | 0.46 | |
| desember | 1 | aceh | 0 | 0.73 | |
| | 2 | karimun | 1 | 2.1 | |
| | 3 | bali barat | 1 | 0.86 | |
| | 4 | p.komodo | 1 | 0.24 | |
| | 5 | teluk sumba | 2 | 0.98 | |
| | 6 | kapoposang | 1 | 0.78 | |
| | 7 | bunaken | 0 | 0.7 | |
| | 8 | raja ampat | 1 | 0.81 | |

Lampiran 2. Hasil Regresi Hubungan Terumbu Karang Denga Anomali Suhu Permukaan Laut

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .662 ^a | .439 | .430 | .19331 |

a. Predictors: (Constant), sst

ANOVA^a

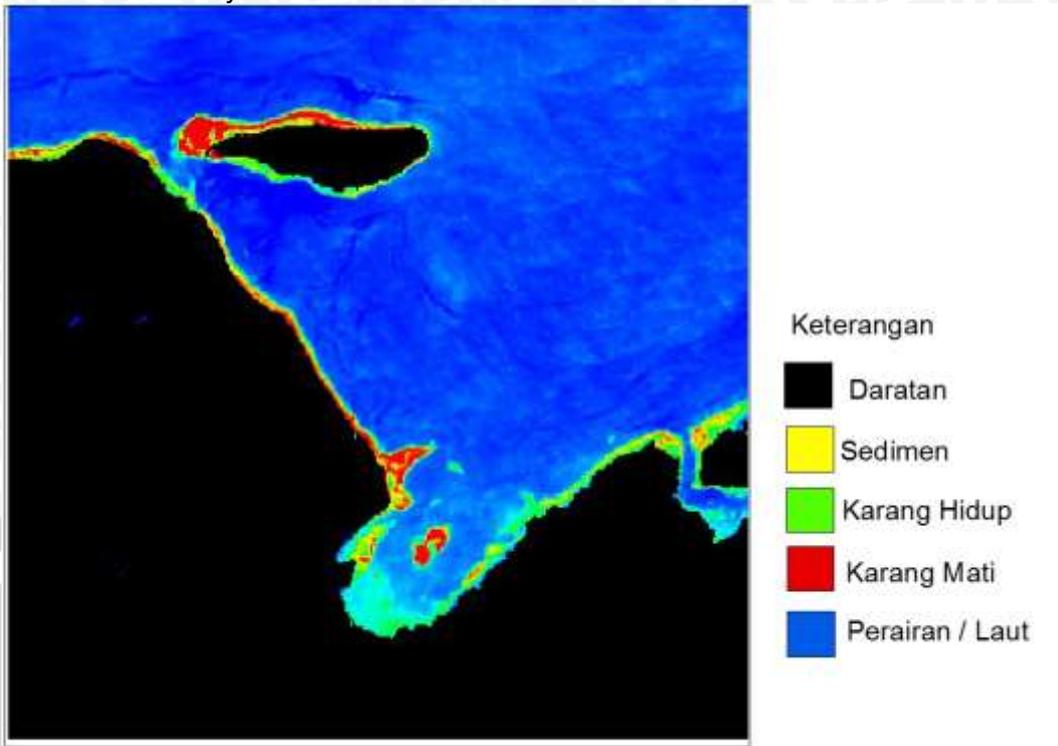
| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1 | Regression | 1.811 | 1 | 1.811 | 48.473 | .000 ^b |
| | Residual | 2.317 | 62 | .037 | | |
| | Total | 4.128 | 63 | | | |

a. Dependent Variable: crw

b. Predictors: (Constant), sst

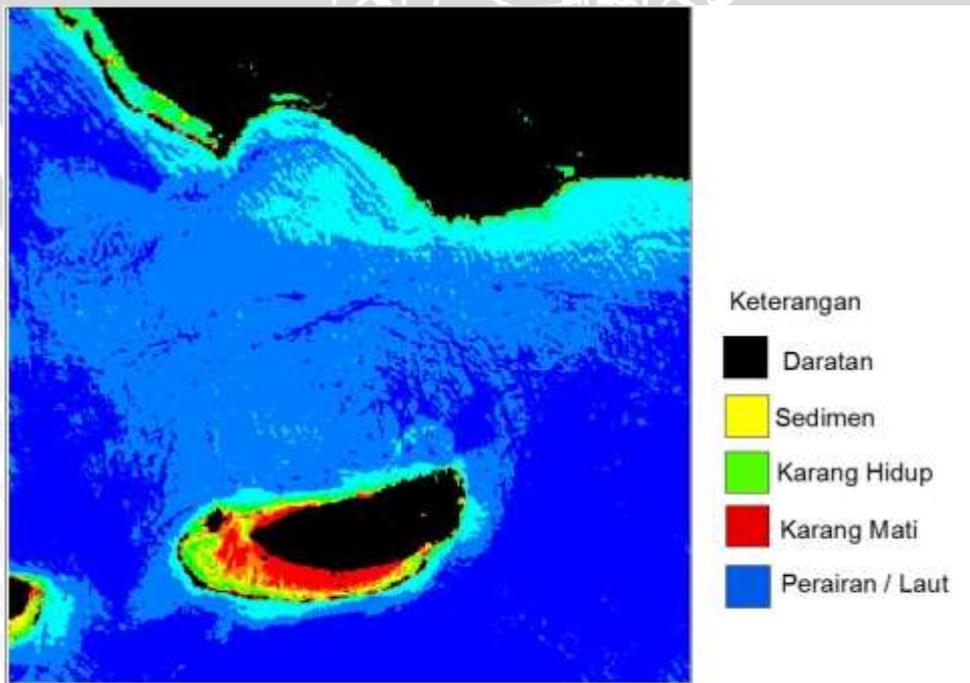
Dari analisis varian (ANOVA) diatas diketahui harga $F = 48.473$ dan *significance* 0.00 (< 0.05) dengan selang kepercayaan 95% artinya H_0 ditolak. Dengan kata lain bahwa suhu permukaan laut (SST) mempengaruhi nilai terumbu karang (CRW). Hal ini membuktikan bahwasannya data hasil perekaman citra satelit NOAA cukup akurat. Dari analisis regresi ditemukan bahwa R^2 adalah 0.439. Berdasarkan data tersebut maka sumbangan relatif Suhu permukaan laut (SST) terhadap nilai Terumbu Karang (CRW) sebesar $0.439 \times 100\% = 43.9\%$. Sesuai dengan analisa diatas bahwa suhu permukaan laut mempunyai pengaruh yang sangat besar sekali terhadap kelangsungan hidup ekosistem terumbu karang hingga 43.9%.

Lampiran 3. Peta Hasil Penggambaran Kondisi Terumbu Karang Citra Landsat 8 Tahun 2014 Wilayah Bali Barat



Gambar 17. Kondisi Terumbu Karang Bali Barat 2014

Lampiran 4. Peta Hasil Penggambaran Kondisi Terumbu Karang Citra Landsat 8 Tahun 2014 Wilayah Sumba



Gambar 18. Kondisi Terumbu Karang Pulau Sumba 2014