

STUDI PEMETAAN PEMUTIHAN TERUMBU KARANG DENGAN CITRA RESOLUSI TINGGI (Studi Kasus :Perairan PLTU Paiton Probolinggo)

STUDY OF CORAL BLEACHING MAPPING USING HIGH RESOLUTION IMAGES (A case study: The Water Area of PLTU Paiton Probolinggo)

Lalu Muhamad Jaelani¹, Zulfahmi Afifi¹

¹Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Email: lmjaelani@geodesy.its.ac.id

Abstrak

Pada bulan Mei 2010, naiknya suhu di laut Andaman menyebabkan banyak wilayah perairan Indonesia mengalami kenaikan suhu 4°C. Hal ini memicu terjadinya pemutihan karang di beberapa perairan di Indonesia, salah satunya di Pantai Probolinggo. Pantai Probolinggo merupakan pantai yang memiliki sumber daya terumbu karang yang sangat indah, dan salah satunya terletak di area PLTU Paiton. Unit Pembangkit Paiton merupakan salah satu pembangkit yang dimiliki oleh PT. PJB yang digunakan untuk menyuplai sebagian besar listrik di Jawa dan Bali. PLTU Paiton ini didirikan di tepi pantai Probolinggo yang memiliki sistem sirkulasi pendinginan langsung dari laut. Pemetaan pemutihan karang dengan metode penginderaan jauh dengan data lapangan dilakukan untuk mendeteksi luasan daerah yang mengalami pemutihan karang. Citra yang digunakan adalah WorldView-2 dengan pemrosesan dilakukan pada kanal biru dan kanal hijau yang memiliki penetrasi pada kedalaman air. Koreksi kolom air dilakukan untuk menghilangkan pengaruh kedalaman. Klasifikasi supervisi dilakukan untuk mendapatkan spot yang diduga mengalami pemutihan karang. Hasil klasifikasi menunjukkan total luasan karang yang mengalami pemutihan dari lima titik pengamatan lapangan (masing-masing titik 100m²) sebesar ± 726 m². Fenomena pemutihan karang di daerah perairan PLTU ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu pemanasan suhu permukaan air laut dan aktifitas dari PLTU Paiton sendiri. Adanya aktifitas pengerukan untuk pembangunan unit pembangkit baru dan aktifitas pembuangan air hasil proses PLTU turut menyumbang penyebab pemutihan selain disebabkan oleh kenaikan suhu permukaan air laut sebesar ±2°C.

Kata Kunci: kenaikan suhu, pemutihan karang, PLTU Paiton, WorldView-2

Abstract

The rising temperature of Andaman Sea in May 2010 causing many Indonesia's waters experienced 4°C temperature rise. This phenomena triggers coral bleaching in many Indonesia's coastal area, one of them is Probolinggo beach. Probolinggo beach is a beach with very fascinating coral reefs, one of them is located near Paiton Power Plant area. Paiton plant unit is a power plant that is owned by PT. PJB which used to supply almost three of fourth part of the electricity in Java and Bali. PLTU Paiton is established at the seaside of Probolinggo beach, which has a coolant circulation system located adjacent to the sea. Coral bleaching mapping with remote sensing method with in situ data was used to detect the extent of areas experiencing coral bleaching. WorldView-2 Satellite Imagery was used with the processing performed on the blue bands and green bands which has the depth of water penetration. Water column correction is done to eliminate the effect of depth. Supervision classification is performed to get the alleged spot of coral bleaching. Classification results showed that the total area of the bleached corals from the five-point field observations with area of each point is 100m² is ± 726 m². The coral bleaching phenomenon in Paiton's Power Plant coastal waters is caused by two main factors, the former is the rise of sea surface temperatures and the latter is the activity of Paiton itself. Dredging activities for the construction of new generating units and water discharge processing activities plant added the negative effect for the bleaching, aside from rising sea surface temperatures of ± 4° C.

Keywords: *the rising temperature, coral bleaching, PLTU Paiton, WorldView-2*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia, terdiri dari lebih 17.504 buah pulau besar dan kecil (Akhmad, 2005), dengan panjang garis pantai mencapai hampir 95.181 km, terpanjang di dunia setelah Kanada, Amerika Serikat dan Rusia yang dilindungi oleh ekosistem terumbu karang, ekosistem padang lamun dan ekosistem mangrove. Data terbaru tahun 2012 Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) mengungkapkan Indonesia merupakan Negara yang memiliki sebagian besar persebaran terumbu karang di dunia.

Laut Indonesia memiliki terumbu karang terluas di dunia yaitu sebesar 15% dari seluruh lautan di bumi. LIPI juga mengungkapkan hanya 5,3% terumbu karang Indonesia yang tergolong sangat baik. Sementara 27,18%-nya digolongkan dalam kondisi baik, 37,25% dalam kondisi cukup, dan 30,45% berada dalam kondisi buruk. Bahkan menurut Burke, dkk. (2002) setengah abad terakhir ini degradasi terumbu karang di Indonesia meningkat dari 10% menjadi 50%.

Menurut data *Coralwatch* Indonesia tahun 2010, pemutihan karang massal telah dilaporkan terjadi di Karibia, Maladewa, India, Sri Lanka, Burma, Thailand, Singapura, Malaysia, dan di berbagai bagian Afrika Timur. Ini menunjukkan bahwa besaran dan skala terjadinya pemutihan karang pada tahun 2010-2011 merupakan yang paling parah sejak 1997-1998 dimana 16% dari terumbu karang dunia mati.

Di Indonesia, tingginya suhu permukaan laut di Laut Andaman selama bulan Mei (2010) telah menyebabkan terjadinya pemutihan karang massal di seluruh wilayah tersebut. Menurut situs *Coral Reef Watch NOAA*, suhu permukaan laut mencapai puncaknya pada 27 Mei 2010 yaitu 34°C, atau 4°C lebih tinggi dari rata-rata selama ini pada waktu yang sama. Pemutihan massal juga dilaporkan terjadi di berbagai wilayah di Indonesia, dari Padang, Sumatra, Taman Nasional Kepulauan Seribu di Jawa, Kupang di Timor Barat, hingga Teluk Tomini di Sulawesi.

Salah satu bentuk kerusakan terumbu karang massal yang terdeteksi adalah di Perairan PLTU Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. Penyebab terjadinya pemutihan karang di daerah ini disebabkan oleh faktor pemanasan global yang terjadi pada tahun yang sama. Pemetaan pemutihan karang di wilayah ini dilakukan dengan metode *remote sensing* dengan menggunakan citra satelit *WorldView-2* yang bertujuan untuk mengidentifikasi *spot* terumbu karang yang mengalami pemutihan dan hasilnya akan dipakai untuk memprediksi fenomena yang sama jika terjadi dimasa mendatang, sehingga akan menghasilkan prioritas pengelolaan dan penanganan yang tepat.

METODOLOGI PENELITIAN

Data Dan Peralatan

- Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data analisa pengamatan lapangan berupa data LIT (Line Intercept Transect) bulan Juni tahun 2010
2. Data citra satelit *WorldView-2* wilayah PLTU Paiton akuisisi 2 Agustus 2010

- Peralatan

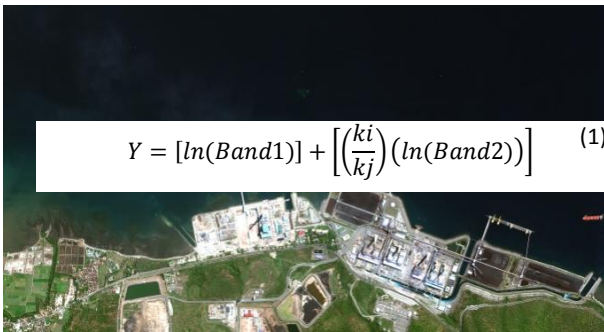
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Perangkat keras berupa Laptop Lenovo G470
2. Perangkat lunak VISAT 5.0 dan ArcGIS 10.2.2

Metode Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di wilayah perairan PLTU Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. Daerah ini merupakan daerah yang unik dimana terumbu karang bisa hidup di lingkungan yang memiliki suhu yang cenderung tinggi dan banyak diantaranya yang mengalami pemutihan.

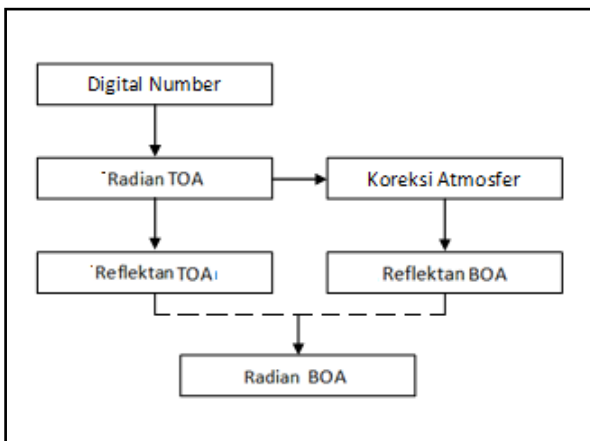
Metode penginderaan jauh dilakukan untuk mengidentifikasi *spot* dugaan karang yang mengalami pemutihan. Data primer berupa citra *WorldView-2* dan data sekunder berupa data analisa *Line Intercept Transect (LIT)* daerah perairan PLTU Paiton diolah untuk mendapatkan *spot* tersebut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (sumber : Citra WorldView-2 RGB 321)

Kalibrasi radiometrik dilakukan pada citra untuk mengkonversi nilai DN (*Digital Number*) citra ke nilai radian BOA (*Bottom of Atmosphere*). Selanjutnya koreksi atmosfer dilakukan untuk menghilangkan pengaruh aerosol permukaan pada daerah penelitian yang memiliki aerosol dari aktivitas PLTU Paiton itu sendiri. Proses pengolahan citra ini dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :

Selanjutnya algoritma *Lyzenga* diterapkan untuk melakukan koreksi kolom air. Hal ini bertujuan agar efek kedalaman air menghilang dan bisa dilakukan proses selanjutnya yaitu proses klasifikasi. Proses klasifikasi dilakukan untuk mengidentifikasi spot dugaan terjadinya karang yang mengalami pemutihan. Dari hasil klasifikasi ini dilakukan proses analisa dan pembuatan peta



Gambar 2. Diagram pengolahan citra

persebaran pemutihan karang di akhir proses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer dilakukan pertama kali untuk mengolah data citra. Pertama dilakukan proses konversi dari nilai DN

citra ke radian TOA (Top Of Atmosphere). Selanjutnya dilakukan proses koreksi atmosfer dengan model 6S (*Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum*). Parameter kondisi cuaca disesuaikan dengan keadaan saat akusisi citra. Hasil dari 6S ini adalah koefisien untuk konversi ke nilai reflektan permukaan yang selanjutnya menghasilkan hasil akhir nilai radian BOA yang digunakan untuk pengolahan algoritma *Lyzenga*. Untuk membuktikan proses kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer berhasil sesuai dengan karakteristik kanal, maka dibuatlah uji titik sampel untuk melihat nilai spektral pada masing-masing kanal.

Hasil dari titik sampel tersebut menunjukkan nilai yang sesuai dengan karakteristik masing-masing kanal saat melakukan penetrasi kedalam air, dimana pada kanal biru dan hijau menunjukkan nilai yang cenderung tinggi karena dipantulkan oleh air. Sedangkan kanal merah dan NIR1 cenderung memiliki nilai yang rendah karena gelombangnya diserap oleh air.



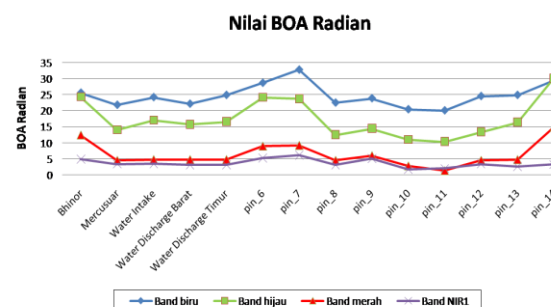
Gambar 3. Titik sampel uji spektral

Selanjutnya algoritma *Lyzenga* diterapkan untuk melakukan koreksi kolom air dengan Pers (1) dibawah ini :

Dimana nilai k_i/k_j didapatkan dari Pers (2)

$$\left(\frac{k_i}{k_j}\right) = \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 1} \tag{2}$$

mencari nilai α digunakan Pers(3) dengan mencari



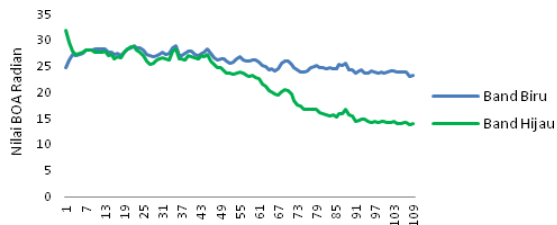
Gambar 4. Nilai Reflektan pada titik sampel

dahulu nilai varian dan kovarian dari kanal 1 dan kanal 2.

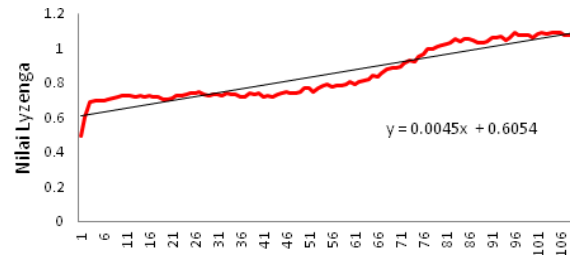
$$\alpha = \frac{[Var_{Band\ 1} - Var_{Band\ 2}]}{2 \times (Covar_{Band\ 1\ Band\ 2})} \quad (3)$$

Untuk membuktikan algoritma ini berhasil mengoreksi kedalaman air, maka dibuat garis transek dari darat ke laut untuk menampilkan *profile plot* nilai dari citra.

Hasil *profile plot* menunjukkan kedua kanal semakin menurun seiring bertambahnya kedalaman. Hal ini menunjukkan masih adanya pengaruh kedalaman pada kanal. Sedangkan gambar 7 menunjukkan *profile plot* setelah proses koreksi kedalaman dengan algoritma *Lyzenga*. Gambar menunjukkan adanya nilai positif pada garis yang menandakan pengaruh kedalaman air menghilang.



Gambar 6. Hasil *Profile Plot* Garis Transek Untuk Kanal Biru dan Hijau

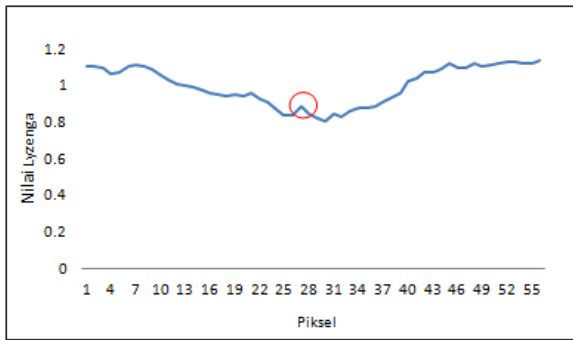


Gambar 7. Hasil *Profile Plot* Dari Nilai *Lyzenga*

Akan tetapi proses algoritma pada perairan ini tidak mempunyai pengaruh untuk klasifikasi karena karakteristik dari perairan PLTU Paiton ini berupa lereng yang curam dan tidak mempunyai kedalaman yang bervariasi, sehingga objek perairan dangkal terutama karang yang mengalami pemutihan tetap tidak bisa terlihat. Untuk proses klasifikasi, metode supervisi dilakukan karena faktor klasifikasi objek secara visual tidak dapat dilakukan. Selain itu algoritma *Lyzenga* juga tidak bisa memberikan pengaruh yang cukup banyak untuk proses klasifikasi ini. Untuk memperoleh nilai batas antar kelas klasifikasi, dibuatlah garis transek pada titik mercusuar yang memiliki tutupan karang tertinggi dari semua titik untuk mendapatkan nilai spektral kelas. Titik yang diduga mengalami pemutihan karang ditandai dengan adanya fluktuasi nilai di sepanjang garis transek. Berikut adalah gambar *profile plot* dari nilai garis transek pada gambar 8 dibawah.

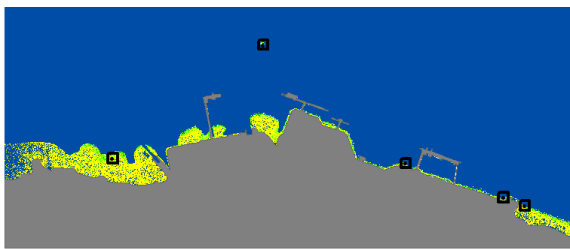


Gambar 8. Garis Transek di Titik Mercusuar

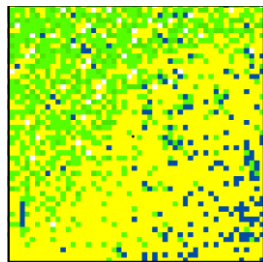


Gambar 9. Grafik Nilai Transek

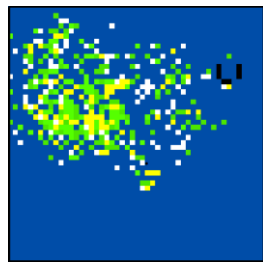
Garis transek juga dilakukan pada beberapa sampel kelas seperti pasir dan serta lautan. Hasil klasifikasi membagi menjadi 4 kelas, yaitu lautan, karang hidup, titik karang yang diduga mengalami pemutihan, dan pasir. Perhitungan luas titik yang diduga mengalami pemutihan dilakukan pada luasan 100m² pada masing-masing titik sekitar pengamatan lapangan (hasil peta pada lampiran).



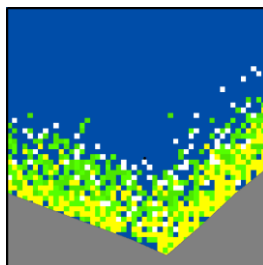
(a)



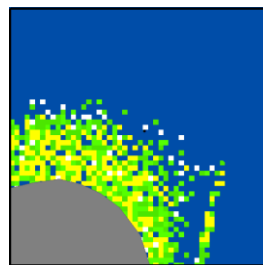
(b)



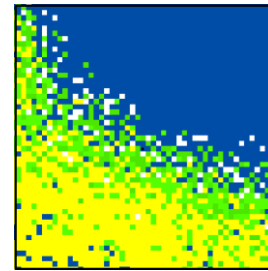
(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 10. (a) Tampilan keseluruhan daerah PLTU Paiton, (b) Titik Bhinor, (c) Titik Mercusuar, (d) Titik *Water Discharge* Barat, (e) Titik *Water Intake*, dan (f) Titik *Water Discharge* Timur

Pada gambar terlihat warna biru merupakan lautan, warna kuning merupakan kelas untuk pasir, sedangkan hijau adalah terumbu karang yang hidup, sedangkan warna putih menunjukkan titik dugaan terjadinya pemutihan karang, dan warna abu-abu adalah daratan. Hasil perhitungan luasan pemutihan karang pada setiap titik pengamatan dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Luas Pemutihan Karang

Titik Pengamatan	Luas Pemutihan (m ²)
Bhinor	88,2
Mercusuar	203,7
<i>Water Intake</i>	79,8
<i>Water Discharge</i> Barat	168
<i>Water Discharge</i> Timur	187

Selanjutnya uji statistik dilakukan untuk menghitung tingkat kepercayaan klasifikasi pada masing-masing titik pengamatan. Uji statistik dilakukan dengan tingkat kepercayaan 90% dengan data sampel pada masing-masing titik. Berikut adalah nilai tingkat kepercayaan pada titik sampel di masing-masing titik pengamatan :

Tabel 2. Nilai Tingkat Kepercayaan

Titik Pengamatan	Nilai Rata-rata Kelas	Standar Deviasi	Tingkat kepercayaan (%)
Bhinor	0,8918481	0,0011021	15,91
Mercusuar	0,8939704	0,0004706	26,04
<i>Water Intake</i>	0,8946685	0,0010069	17,95
<i>WD</i> Barat	0,8946896	0,0004531	18,99
<i>WD</i> Timur	0,8931208	0,0008251	12,20

PENUTUP

Dari hasil pengolahan dan analisa didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil proses klasifikasi secara supervisi didapatkan luasan total pemutihan karang sebesar ± 726 m² hasil akumulasi pada

daerah seluas 100 m^2 di setiap titik pengamatan lapangan

2. Hasil analisa lapangan dan pengolahan didapatkan fenomena pemutihan karang di daerah perairan PLTU Paiton ini disebabkan oleh 2 faktor utama, yaitu pemanasan suhu permukaan laut dan aktifitas PLTU itu sendiri berupa pengerukan untuk pembuatan *outlet* baru dan pembuangan air sisa hasil pengolahan PLTU yang cenderung memiliki suhu yang lebih tinggi daripada suhu perairan sekitar PLTU.

Adapun saran yang bisa diberikan oleh penulis untuk penelitian serupa dimasa mendatang adalah sebagai berikut :

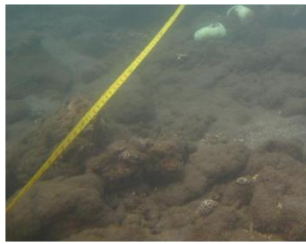
1. Untuk penelitian serupa dimasa mendatang, pemetaan pemutihan karang bisa dilakukan jika pemutihan karang terjadi di perairan yang dangkal sehingga dapat dilakukan klasifikasi secara visual objek dengan luas pemutihan minimal yang dapat terlihat secara visual objek 3×3 dar resolusi piksel untuk citra resolusi tinggi dan 1 piksel untuk citra resolusi rendah.
2. Penelitian ini akan lebih akurat jika adanya data lapangan berupa foto penyelaman yang memiliki nilai *Digital Number* karang yang mengalami pemutihan serta data suhu yang diambil langsung di lapangan.

3. Penelitian juga dapat didukung dengan data citra multi-temporal untuk melihat adanya nilai fluktuasi pada masing-masing kanal yang digunakan untuk interpretasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Fauzi, 2005. Kebijakan Perikanan dan Kelautan: Isu, Sintesis, dan Gagasan. Jakarta..Jurnal Fisheries and Marine Policy: Synthesis of Issues and Ideas. Gramedia.
- BLH-LPPM, 2013. Laporan Akhir Identifikasi Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang. Kerjasama antara Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2013.
- Burke L , E . S elig, and M. Spalding., 2002.Reefs at Risk in Southeast Asia.72 pp. World Resources Institute, Washington, D.C.
- Coralwatch.“Sebuah Perspektif tentang Kejadian Pemutihan Tahun 2010”. 2014. <http://id.coralwatch.org> (29Okt. 2014).

LAMPIRAN



Titik Bhinor



Water Intake 3 m



Water Discharge Barat



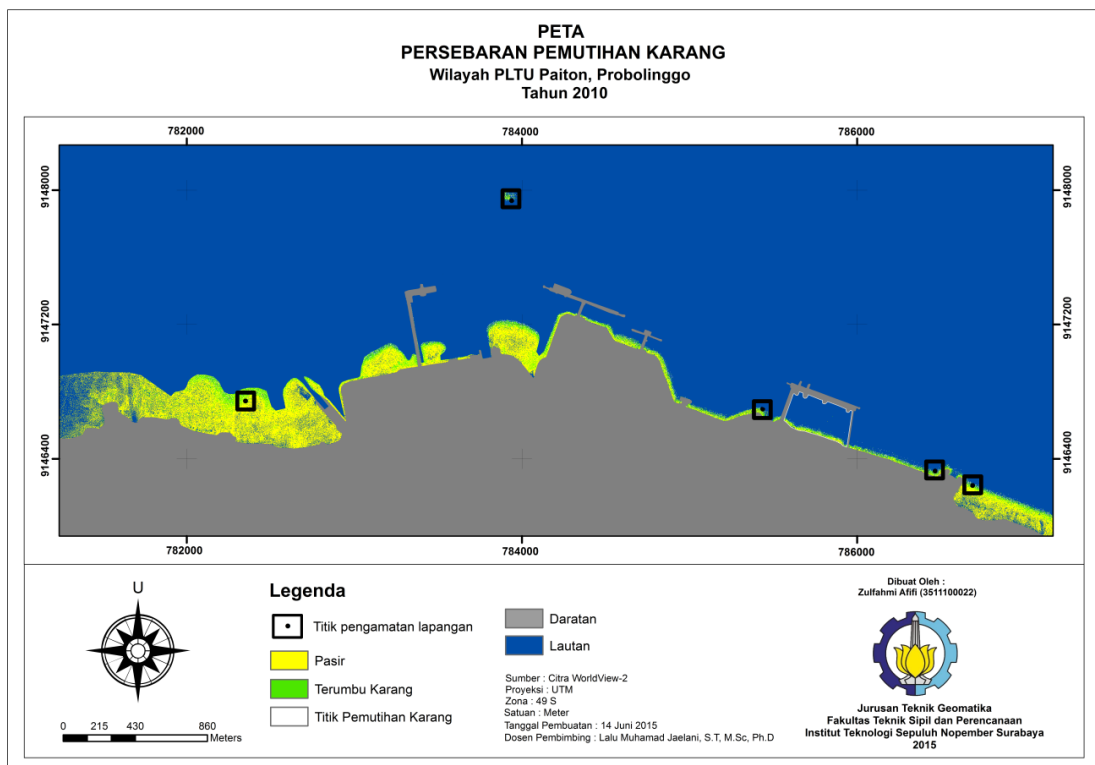
Water Discharge Timur



Mercusuar



Water Intake 10 m



Peta Persebaran Pemutihan Karang