

# KAJIAN ALGORITMA PENGOLAHAN CITRA AQUA/ TERRA MODIS UNTUK IDENTIFIKASI DAN MONITORING TUMPAHAN MINYAK (*OIL SPILL*) DI LAUT TIMOR TAHUN 2009

**Ardila Yananto**

Ardi.geo@gmail.com

**Nurul Khakhim**

Nurulkhakhim@ugm.ac.id

**Iswari Nur Hidayati**

Iswari@geo.ugm.ac.id

## **Abstract**

*This research aims to determine the algorithm that are more optimal in the MODIS image processing, particularly to be used in the identification and monitoring of oil spills in the sea. In addition, this research also aims to find out the distribution pattern of oil spills in the Timor Sea, which is caused by the explosion of Montara oil platform in 2009. Based on the accuracy calculations can be determined that Maximum Likelihood classification algorithm, a combination of PC13 dan NDVI have the highest accuracy for the identification of oil spill in the Timor Sea. Based on processing and analysis can be determined if the distribution pattern of oil spills in the Timor Sea from Montara oil platform tends to spread follow wind direction. Moreover, it can also knowed that the total area of marine waters contaminated by oil spills from August 30, 2009 until November 2, 2009 approximately 22.673,10 km<sup>2</sup>, where 4.285,01 km<sup>2</sup> of those in Indonesia sea territory.*

*Keywords : oil spill, MODIS, optimal method, identification, monitoring*

## **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui algoritma yang lebih optimal dalam pengolahan citra MODIS, khususnya untuk digunakan dalam proses identifikasi dan monitoring tumpahan minyak di perairan laut. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana pola persebaran tumpahan minyak di perairan Laut Timor akibat ledakan anjungan minyak Montara yang terjadi tahun 2009. Berdasarkan uji akurasi yang dilakukan dapat diketahui bahwa metode klasifikasi citra *Maximum Likelihood*, gabungan PC13 dan NDVI memiliki nilai akurasi paling baik untuk identifikasi tumpahan minyak di perairan Laut Timor. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis yang dilakukan dapat diketahui jika pola persebaran tumpahan minyak di perairan Laut Timor yang berasal dari anjungan minyak Montara cenderung menyebar mengikuti arah pergerakan angin. Selain itu dapat diketahui juga bahwa total luas perairan laut yang tercemar oleh tumpahan minyak dari tanggal 30 Agustus 2009 sampai 2 November 2009 kurang lebih seluas 22.673,10 km<sup>2</sup>, dimana seluas 4.285,01 km<sup>2</sup> terdapat di perairan laut Indonesia.

Kata kunci : tumpahan minyak, MODIS, metode optimal, identifikasi, monitoring

## **PENDAHULUAN**

Minyak merupakan suatu senyawa hidrokarbon yang memiliki sifat mengapung apabila berada di air. Adanya pencemaran minyak di air dapat bersifat kronis dan akut. Pencemaran kronis terutama disebabkan oleh limbah rumah tangga, industri, dan kegiatan perkapalan di pelabuhan, sedangkan pencemaran yang bersifat akut terutama disebabkan oleh tumpahan minyak (Pariwono, 1996 dalam Wardhana, 2004). Ketika minyak masuk ke lingkungan laut, maka minyak tersebut dengan segera akan mengalami perubahan secara fisik dan kimia. Diantara proses tersebut adalah membentuk lapisan (*oil slick*), menyebar (*dissolution*), menguap (*evaporation*), polimerisasi (*polymerization*), emulsifikasi (*emulsification*), emulsi air dalam minyak (*water in oil emulsions*), emulsi minyak dalam air (*oil in water emulsions*), fotooksida, biodegradasi mikroba, sedimentasi, dicerna oleh plancton dan membentuk gumpalan (Mukhtasor, 2007).

Tumpahan minyak yang berat dapat mempengaruhi lingkungan laut dan akan menyebabkan penurunan fitoplankton dan organisme laut lainnya. Fitoplankton berada pada posisi paling bawah di rantai makanan biota laut, sehingga dengan tercemarnya laut oleh tumpahan minyak maka dimungkinkan minyak tersebut akan diserap oleh biota laut yang memiliki tingkatan lebih tinggi dalam rantai makanan. Burung yang terkena tumpahan minyak akan menderita dan hal ini dapat mengakibatkan hilangnya telur atau bahkan kematian. Kehidupan

masyarakat pesisir banyak yang bisa dipengaruhi oleh tumpahan minyak, terutama mereka yang mata pencahariannya didasarkan pada perikanan dan pariwisata (NOAA, 2007 dalam Gao, 2008).

Berdasarkan beberapa fakta diatas, maka sistem peringatan pengidentifikasian secara dini (*early identification warning system*) dan monitoring tumpahan minyak di perairan laut menjadi hal yang sangat dibutuhkan untuk penentuan tingkat penanggulangan yang diperlukan sehingga dampak kerusakan lingkungan yang lebih besar dapat dicegah atau diminimalisir. Dari sini sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) yang memiliki resolusi temporal cukup tinggi dapat digunakan sebagai salah satu alternatif yang cukup menjanjikan untuk digunakan dalam proses pengidentifikasian dan monitoring tumpahan minyak di perairan laut. Hal ini juga mengingat keterbatasan citra radar dalam hal pengadaannya yang memerlukan biaya cukup mahal dan resolusi temporalnya yang rendah.

Berlatarbelakang dari hal diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui algoritma yang optimal pada pengolahan citra MODIS untuk identifikasi dan monitoring tumpahan minyak di perairan laut dan juga untuk mengkaji bagaimana pola persebaran tumpahan minyak dari ledakan anjungan minyak Montara di Laut Timor berdasarkan pengolahan Citra MODIS dari tanggal 30 Agustus 2009 sampai 2 November 2009.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Bahan :

- Citra Aqua/ Terra MODIS perekaman tanggal 30 Agustus 2009, 10 September 2009, 17 September 2009, 24 September 2009, 21 Oktober 2009, dan 2 November 2009.
- Citra QuikScat perekaman mingguan, Bulan Agustus-November 2009, sebagai dasar pengambilan informasi arah dan kecepatan angin di perairan Laut Timor.
- Data Survei lapangan yang diambil oleh tim AES (*Applied Ecology Solutions*) tanggal 26-29 September 2009.

Alat :

- Personal Komputer (PC)
- Perangkat lunak yang digunakan meliputi ENVI 4.5, ArcGIS 9.3, MS Office Excel, dan MS Office Word.

### Pengolahan Awal Citra MODIS

Pengolahan awal citra MODIS meliputi koreksi geometrik dan *bow tie*, koreksi radiometrik, dan masking citra.

➤ **Koreksi Geometrik dan Bow**  
koreksi geometrik dilakukan untuk meregistrasi citra dengan menempatkan posisi piksel pada citra sedemikian rupa sehingga lokasi setiap piksel pada citra bisa sesuai atau mendekati kenyataan sebenarnya di permukaan bumi. Sedangkan koreksi *bow-tie* dilakukan untuk memperbaiki bagian citra overlap yang disebabkan oleh meningkatnya IFOV (*Istantaneous Field of View*) dari 1x1 km pada titik terendah (nadir) menjadi

hampir mendekati 2x5 km pada sudut scan maksimum.

#### ➤ Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus untuk memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai radiansi (pancaran) atau reflektansi (pantulan) spektral obyek yang sebenarnya. Nilai radiansi dihitung untuk saluran termal (20-36 kecuali 26) dan sensor zenith, sedangkan reflektansi dihitung untuk saluran tampak, inframerah dekat, dan inframerah tengah (1-19 dan 26).

#### ➤ Masking Citra

*Masking* citra dilakukan dengan tujuan untuk memisahkan daerah daratan, lautan, dan daerah yang berawan. Masking antara daratan dan lautan dilakukan dengan menggunakan file *land/sea mask*, sedangkan *masking* daerah yang berawan dilakukan dengan menggunakan band 3.

### Pengolahan Citra untuk Identifikasi Tumpahan Minyak

#### ➤ *Flourescence Index*

*Flourescence Index* merupakan suatu algoritma untuk mengidentifikasi adanya fluoresensi dari senyawa hidrokarbon, termasuk minyak. *Flourescence index* (F) didefinisikan dengan formula sebagai berikut :

$$F = \frac{Blue - Red}{Blue + Red} \dots\dots\dots(1)$$

Algoritma ini didasarkan pada hubungan antara spektrum biru dan merah, masing-masing band 3 dan 1 pada data citra MODIS. Dimana jika kontribusi spektrum biru semakin

besar maka akan semakin besar pula nilai F dan nilai F tertinggi diasumsikan sebagai komponen yang menyebabkan adanya anomali, yaitu komponen hidrokarbon.

➤ *Oil Spill Index*

Prinsip dari model transformasi ini adalah membandingkan selisih dan jumlah antara saluran 4 dan saluran 1 dengan menormalkannya dengan saluran 3. Menurut Hu *et al.*, (2003), saluran gelombang pendek merupakan saluran yang lebih sensitif untuk mengidentifikasi adanya lapisan minyak di perairan laut, seperti saluran 3 (spektrum biru) pada data citra MODIS yang memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengidentifikasi keberadaan material biogenik. Adapun secara detail algoritma *Oil Spill Index* dijabarkan sebagai berikut:

$$\boxed{Oil\ Spill\ Index = \frac{\{(B4/B3) - (B1/B3)\}}{\{(B4/B3) + (B1/B3)\}}} \dots(2)$$

B1, B3, B4 merupakan saluran 1, 3, dan 4. Secara berurutan merupakan spektrum merah, biru, dan hijau pada data citra MODIS level 1B.

➤ *Principal Component Analysis*

PCA merupakan teknik rotasi yang diterapkan pada sistem koordinat multisaluran untuk menghasilkan citra dengan saluran yang tidak saling berkorelasi, menghilangkan gangguan (*noise*), dan mengurangi dimensionalitas data, sehingga akan diperoleh citra baru dengan saluran yang lebih sedikit namun dengan informasi yang efisien. Teknik rotasi yang dimaksud adalah mengalikan

matriks data asli dengan data *eigenvector*. PCA membutuhkan informasi mengenai statistik citra, khususnya korelasi antar saluran, variansi, dan kovariansi (Danoedoro, 1996).

➤ Normalized Difference Vegetation Index

Transformasi NDVI merupakan suatu model transformasi yang memanfaatkan *band rasio* dari saluran inframerah dekat dan saluran merah. Masing-masing secara berurutan adalah band 2 dan band 1 pada Citra MODIS. Hasil dari transformasi NDVI mampu meminimalisir kesalahan atmosferik seperti efek *haze* (blur) dan mampu membedakan antara tubuh air yang bersubstrat dengan tubuh air yang tidak bersubstrat dengan cukup baik. Formula dari transformasi NDVI adalah:

$$\boxed{NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}} \dots\dots\dots(3)$$

IR merupakan saluran inframerah dekat (Band 2 pada Citra MODIS), sedangkan R merupakan saluran merah (Band 1 pada Citra MODIS).

➤ Klasifikasi Citra *Maximum Likelihood*

Pada algoritma ini, piksel diklasikan sebagai obyek tertentu berdasarkan bentuk, ukuran, dan orientasi sampel pada *feature space* (yang berupa elipsoida). Untuk memutuskan klasifikasi, dibutuhkan informasi statistik berupa rerata dan simpangan baku tiap sampel, serta variansi (ragam) dan kovariansi. Nilai vektor rerata menentukan posisi elipsoida

sampel pada *feature space*. Ukuran elipsoidal ditentukan oleh nilai variansi pada tiap saluran, sedangkan bentuk dan orientasi elipsoidal ditentukan oleh kovariansinya. Berdasarkan rerata, variansi, dan kovariansi, probabilitas tiap piksel untuk masuk kelas tertentu dapat dihitung (Danoedoro, 1996).

#### ➤ Suhu Permukaan Laut

Ekstraksi suhu permukaan laut pada citra Aqua/ Terra MODIS menggunakan saluran 20, 31, 32, dan sensor zenith yang telah dikoreksi. Sebagai langkah awal dilakukan pengkonversian nilai radiansi masing-masing saluran menjadi nilai suhu kecerahan menggunakan persamaan Plank. Setelah suhu kecerahan pada saluran 20, 31, dan 32 diperoleh, baru kemudian dapat ditentukan suhu permukaan laut menggunakan algoritma Brown dan Minnet.

#### Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keakuratan setiap algoritma yang digunakan untuk identifikasi tumpahan minyak di Perairan Laut Timor. Metode uji akurasi yang digunakan adalah *confusion matrix*. *Confusion matrix* merupakan matriks dua dimensional yang memuat data hasil klasifikasi dan data rujukan yang digunakan sebagai dasar perhitungan tingkat akurasi.

Uji akurasi diterapkan pada citra hasil klasifikasi berdasarkan algoritma *Flourescence Index*, *Oil Spill Index*, klasifikasi citra *Maximum Likelihood* (gabungan PCA dan NDVI), dan algoritma standar pengolahan citra MODIS berupa Suhu Permukaan Laut.

Keempat algoritma pengolahan citra MODIS tersebut digunakan untuk mengolah citra MODIS perekaman 24 September 2009. Hal ini dikarenakan Citra MODIS perekaman 24 September 2009 tersebut merupakan data MODIS yang paling mendekati data sampel lapangan yang dilakukan oleh tim AES (*Applied Ecology Solutions*). Informasi data arus diperlukan untuk menstandarkan informasi keberadaan tumpahan minyak pada citra MODIS perekaman tanggal 24 September 2009 dengan data survei lapangan yang diambil oleh tim AES.

#### Analisis Pola Persebaran Tumpahan Minyak

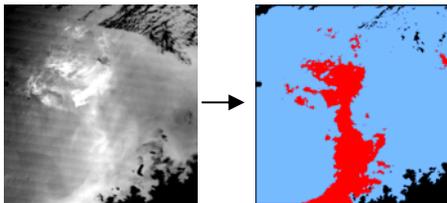
Berdasarkan uji akurasi yang telah dilakukan akan didapat algoritma yang lebih optimal untuk identifikasi persebaran tumpahan minyak di perairan Laut Timor. Algoritma yang lebih optimal tersebut selanjutnya akan digunakan untuk mengolah data citra MODIS pada enam tanggal perekaman yang berbeda, dari 30 Agustus 2009 sampai 2 November 2009. Berdasarkan pengolahan citra MODIS enam tanggal perekaman tersebut, akan dilakukan analisis mengenai pola persebaran tumpahan minyak berdasarkan arah pergerakan angin di Laut Timor dan perkiraan luasan perairan laut yang tercemar oleh tumpahan minyak baik di perairan laut Indonesia maupun di perairan laut Australia.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

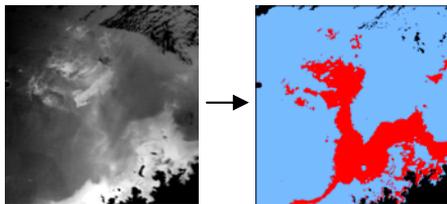
#### Identifikasi Tumpahan Minyak Berdasarkan 4 Algoritma

Data Citra MODIS yang diolah terlebih dahulu adalah Citra Aqua MODIS perekaman tanggal 24 September 2009. Pengolahan citra MODIS perekaman tanggal 24 September 2009 ini dilakukan dengan beberapa algoritma, yaitu transformasi citra *fluorescence index*, *oil spill index*, klasifikasi citra *maximum likelihood*, gabungan PCA dan NDVI serta algoritma standar pengolahan citra MODIS yaitu suhu permukaan laut.

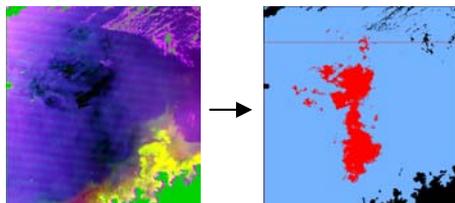
➤ *Fluorescence Index*



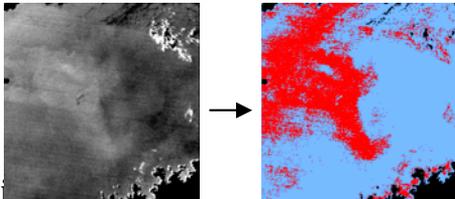
➤ *Oil Spill Index*



➤ Klasifikasi *Maximum Likelihood* (Gabungan PCA dan NDVI)



➤ Suhu Permukaan Laut



Uji

Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui metode atau algoritma yang memiliki kemampuan lebih

optimal dan efektif dalam mengidentifikasi tumpahan minyak di perairan laut. Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan data hasil survei lapangan yang dilakukan oleh tim AES bekerjasama dengan WWF Australia. Uji akurasi akan dilakukan pada citra MODIS perekaman 24 September 2009 hasil klasifikasi berdasarkan empat algoritma, yaitu algoritma *Fluorescence Index*, *Oil Spill Index*, klasifikasi citra *Maximum Likelihood* (gabungan PCA dan NDVI), serta algoritma standar pengolahan citra MODIS berupa Suhu Permukaan Laut.

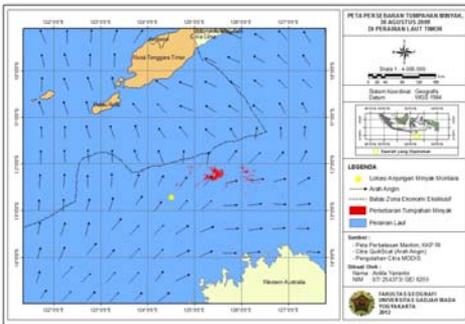
Berdasarkan hasil uji akurasi yang didapatkan, dapat diketahui metode atau algoritma yang memiliki akurasi paling baik adalah klasifikasi *maximum likelihood* (PC13+NDVI) dengan akurasi total sebesar 75.86%. Hasil klasifikasi berdasarkan algoritma *Fluorescence Index* memiliki nilai akurasi total sebesar 66.67 %, hasil klasifikasi berdasarkan algoritma *Oil Spill Index* juga memiliki nilai akurasi total sebesar 66.67 %, dan hasil klasifikasi berdasarkan algoritma standar pengolahan Citra MODIS berupa Suhu Permukaan Laut memiliki nilai akurasi total paling rendah, yaitu sebesar 58.62 %.

### Identifikasi dan Monitoring Persebaran Tumpahan Minyak

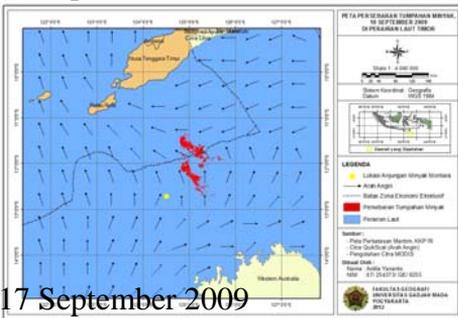
Identifikasi dan monitoring persebaran tumpahan minyak di perairan Laut Timor menggunakan

citra MODIS perekaman tanggal 30 Agustus 2009 sampai 2 November 2009 yang diolah menggunakan metode klasifikasi citra *Maximum Likelihood* gabungan PC13 dan NDVI. Dimana berdasarkan hasil analisis dan uji akurasi yang dilakukan metode tersebut merupakan metode yang paling baik untuk identifikasi persebaran tumpahan minyak di perairan laut. Visualisasi persebaran tumpahan minyak dalam bentuk peta dari masing-masing pengolahan citra akan digabungkan dengan informasi arah angin di daerah kajian sehingga nantinya dapat diketahui apakah arah angin berpengaruh terhadap pergerakan tumpahan minyak.

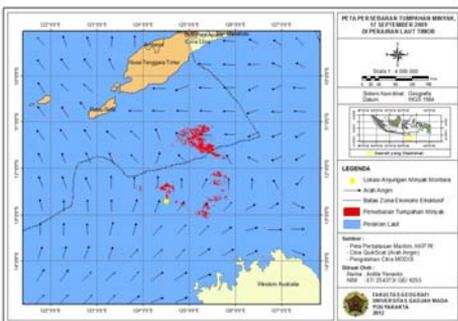
➤ 30 Agustus 2009



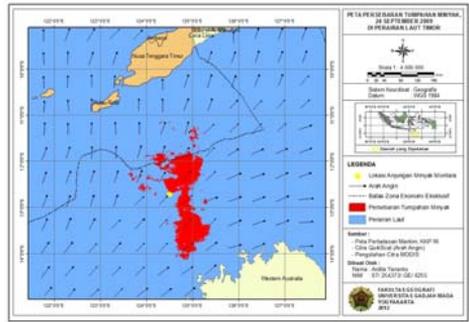
➤ 10 September 2009



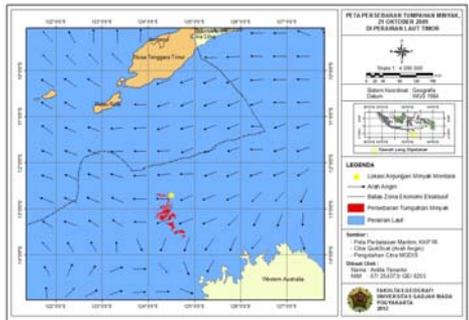
➤ 17 September 2009



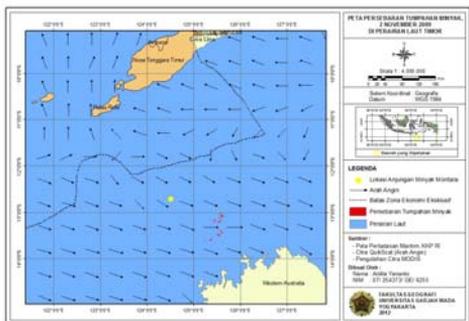
➤ 24 September 2009



➤ 21 Oktober 2009



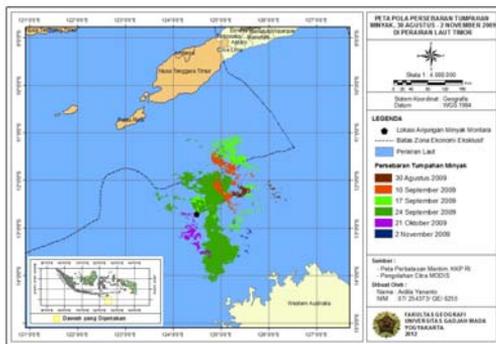
➤ 2 November 2009



**Pola Persebaran Tumpahan Minyak**

Berdasarkan identifikasi tumpahan minyak dari tanggal 30 Agustus 2009 sampai 2 November 2009 dapat diketahui jika pola persebaran tumpahan minyak di perairan Laut Timor cenderung menyebar mengikuti arah pergerakan angin. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, dapat diketahui juga bahwa perairan laut Indonesia

yang telah tercemar oleh tumpahan minyak berkisar 4.285,01 km<sup>2</sup>, sedangkan perairan laut Australia yang telah tercemar oleh tumpahan minyak berkisar 18.388,09 km<sup>2</sup>. Total perairan Laut Timor yang telah tercemar oleh tumpahan minyak yang berasal dari anjungan minyak Montara kurang lebih seluas 22.673,10 km<sup>2</sup>.



Gambar. Peta Pola Persebaran Tumpahan Minyak 30 Agustus - 2 November 2009

## KESIMPULAN

Identifikasi tumpahan minyak dengan menggunakan algoritma klasifikasi *maximum likelihood* gabungan PC13 dan NDVI memiliki nilai akurasi tertinggi, yaitu sebesar 75.86 % pada pengolahan data citra MODIS perekaman tanggal 24 September 2009. Pola persebaran tumpahan minyak di perairan Laut Timor yang berasal dari anjungan minyak Montara cenderung menyebar mengikuti arah pergerakan angin. Total luas perairan laut yang tercemar oleh tumpahan minyak yang berasal dari anjungan minyak Montara dari tanggal 30 Agustus 2009 sampai 2 November 2009 kurang lebih seluas 22.673,10 km<sup>2</sup>, dimana seluas 4.285,01 km<sup>2</sup> terdapat di perairan laut Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Danoedoro, P. 1996. *Pengolahan Citra Digital; Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Fingas, M.F. & Brown, C. 2000. *Review of Oil Spill Remote Sensing*. Canada: Environmental Technology Centre.
- Gao, Y., Jha, M. N., Levy, J. 2008. Advances in Remote Sensing for Oil Spill Disaster Management : State-of-the-Art Sensors Technology for Oil Spill Surveillance. *Sensors Journal*. Canada : Department of Geomatics Engineering, University of Calgary.
- Hu, C., Muller-Karger, F.E., Taylor, C., Myhre, D. 2003. *MODIS Detects Oil Spill in Lake Maracaibo, Venezuela*. South Florida: College of Marine Science, University of South Florida.
- Mukhtasor. 2007. *Pencemaran Pesisir dan Laut*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Wardhana, G.K. 2004. Aplikasi Metode Tekstur Analisis Pada Deteksi dan Monitoring Tumpahan Minyak (*Oil Spill*) dengan Menggunakan Citra Radar ERS-2. Studi Kasus Tumpahan Minyak di Pantai Utara Pulau Batam (Selat Singapura) Bulan Oktober 2000. *Skripsi*. Bogor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Istitut Pertanian Bogor.