

# Aplikasi Filter Lolos Atas dan Filter Lolos Bawah dalam Penajaman Citra SPOT-XS untuk Deteksi Penyebaran Tumpahan Minyak di Perairan Pulau Batam

Syarif Budhiman dan Ratih Dewanti  
Bidang Pemantauan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, PUSBANGJA, LAPAN

## ABSTRACT

Oil spill is a kind of accident at sea that can cause environmental damage at the sea itself or on the land/island ecosystem nearby. For the time being, to monitor the spread of oil spills, one always uses RADAR rather than other optic satellite. In this activity, we want to use the SPOT-XS data October 8<sup>th</sup> 2000 to be the major data to detect the spread of oil spills from Natuna Sea tanker in Batam waters. By using the SPOT-XS-rotate-hue algorithm from ER Mapper which is modified by added lowpass 3x3 horizontal/vertical filter and then stretched the image into their gray level, the image can give some good information about the spread of oil spill.

## ABSTRAK

Pencemaran minyak merupakan salah satu kecelakaan di perairan yang dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem perairan itu sendiri maupun ekosistem di daratan terdekat. Selama ini pemantauan penyebaran tumpahan minyak lebih banyak menggunakan data RADAR, sedangkan penggunaan data satelit optik masih jarang dilakukan. Pada kegiatan ini dicoba pemanfaatan data SPOT-XS tanggal 8 Oktober 2000 guna mendeteksi penyebaran tumpahan minyak kapal Natuna Sea di perairan Pulau Batam. Dengan menggunakan algoritma *SPOT-XS-rotate-hue* pada program *ER Mapper* yang dimodifikasi dengan pemberian filter-*lowpass 3x3 horizontal/vertical* dan citra *distrecth* ke arah tingkat keabuan, sehingga dihasilkan citra SPOT yang memberikan gambaran cukup berarti keadaan penyebaran pencemaran minyak tersebut.

## 1. PENDAHULUAN

Apabila sebuah kapal tanker bocor dan minyaknya tumpah ke air, tumpahan itu meluas menjadi lapisan tipis yang lebar (Gambar 1-1). Setengah dari lapisan tipis ini dengan cepat menguap dan sebagian besar komponen beracun yang mudah menguap pun lenyap. Barang yang tersisa diuraikan oleh angin dan air menjadi partikel-partikel kecil. Partikel-partikel ini ada yang melenyap dan ada yang bergabung dengan air dalam proses yang disebut emulsifikasi, membentuk berbagai macam gumpalan yang disebut *mus*. Sebagian gumpalan ini akan dihancurkan secara kimia oleh fotooksidasi pengaruh cahaya matahari terhadap molekul minyak. Sebulan kemudian, sejumlah besar minyak tersebut mulai mengalami biodegradasi

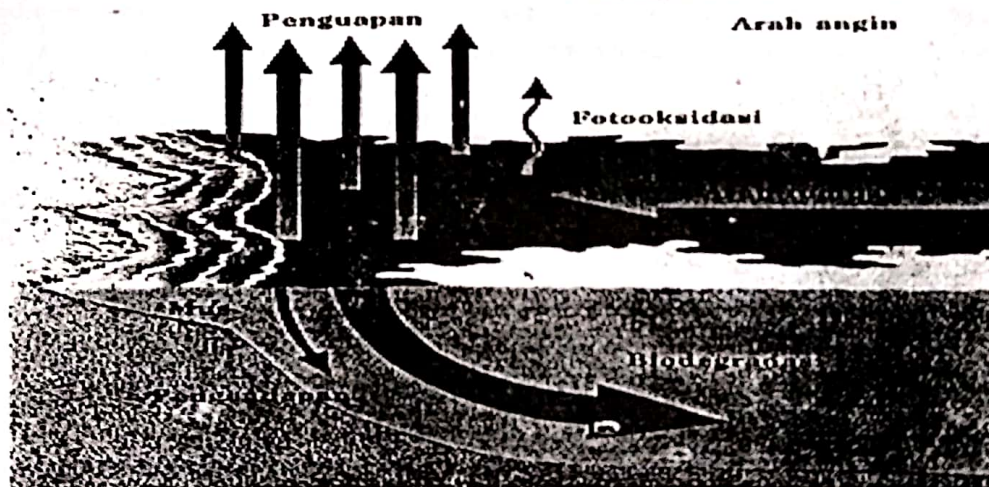
(mengurai) sewaktu organisme laut dan bakteri memakannya. Akhirnya, sisa dari *mus* tadi (lebih kurang 20 persennya) menjadi bola-bola *ter* dan tetap tinggal di lingkungan itu (Time Life, 1998).

Pencemaran akibat tumpahan minyak dari sebuah kapal tanker, harus segera diambil tindakan secepat mungkin untuk dilakukan pembersihan maupun diupayakan juga pencegahan di daerah yang mungkin akan terkena arah penyebaran tumpahan minyak tersebut. Dampak dari penyebaran minyak itu sendiri bervariasi tergantung dari tipe minyak yang ditumpahkan oleh kapal tersebut. *Light oils* lebih berbahaya terhadap kelangsungan hidup tanaman dan binatang dibandingkan dengan *heavy oils*, walaupun tingkat racunnya akan berkurang seiring dengan berjalannya

waktu dengan komponen yang mudah menguap akan hilang. *Heavy oils* kemungkinan besar lebih mudah membunuh organisme selama proses penutupan perairan oleh tumpahan minyak dan terutama berbahaya di sepanjang pantai yang berbatu (Jones, 2001).

Sebagian besar kerusakan minyak di pantai baru akan hilang dalam waktu lima tahun, namun tumpahan minyak masih merupakan bencana jangka pendek; sedangkan yang banyak diperdebatkan adalah kerusakan evolusi jangka panjang pada wilayah tersebut. Hal yang paling memprihatinkan adalah kemungkinan kerusakan genetik pada ikan, rusaknya rantai makanan, dan pengaruh lain yang belum dimengerti terutama terhadap ekosistem pesisir (mangrove, lamun, dan terumbu karang). Oleh karena itu perlu diketahui penyebaran tumpahan minyak tersebut untuk tindakan pencegahan.

Selama ini sudah banyak teknik pemantauan tumpahan minyak menggunakan data penginderaan jauh misalnya dengan inframerah termal, ultraviolet, dan radar, tetapi pengamatan tumpahan minyak umumnya lebih banyak berdasarkan pada pengamatan visual (Marine Pollution Control Unit, 1996 dalam Jones, 2001). Berbagai tulisan mengenai teknik pengamatan tumpahan minyak juga lebih banyak menggunakan data radar dibandingkan dengan data optik, hal ini kemungkinan karena resolusi spektral dan spasial dari satelit optik yang digunakan tidak cukup mampu mendeteksi keberadaan tumpahan minyak. Selain itu kondisi tutupan awan yang tinggi menyebabkan keberadaan tumpahan minyak akan memberikan gambaran yang sama dengan bayangan awan.



Gambar 1-1: Proses alam pada suatu kejadian tumpahan minyak (Time Life, 1998)

Pada studi ini dicoba untuk memanfaatkan data SPOT-XS multi-spektral yang walaupun memiliki resolusi spektral lebih rendah (3 kanal) dibandingkan dengan data Landsat-TM (7 kanal), tetapi SPOT memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi (20m) dibandingkan dengan Landsat-TM (30m) (Tabel 1-1). Data SPOT

yang digunakan mencakup daerah yang berdekatan dengan kejadian tumpahan minyak dari kapal Natuna Sea di perairan P. Batam, atau tepatnya di sebelah barat laut P. Belakang Padang seperti ditunjukkan dengan tanda silang dalam lingkaran (Gambar 3-1a). Kejadian tumpahnya minyak tersebut tanggal 3 Oktober 2000

sedangkan data SPOT-XS yang digunakan adalah hasil akuisisi tanggal 8 Oktober 2000 atau 5 hari setelah kejadian berlangsung. Menurut informasi dari Bapedal, kapal tersebut karam akibat menabrak gugusan karang yang berada di perairan tersebut.

Tabel 1-1: KARAKTERISTIK SPEKTRAL SPOT

| XS          | Spektral band                |
|-------------|------------------------------|
|             | Multispektral (20m)          |
| Band 1      | Hijau, 500-590 nm            |
| Band 2      | Merah, 610-680 nm            |
| Band 3      | Inframerah dekat, 790-890 nm |
| XP atau Pan | Pankromatik (10m)            |
| Band 1      | 510-730 nm                   |

Sumber: UNESCO, 1999

## 2. METODE

Untuk mendeteksi tumpahan minyak, data SPOT-XS diolah menggunakan algoritma yang tersedia di perangkat lunak pengolahan ER Mapper dengan beberapa modifikasi dan tambahan. Tidak seluruh model algoritma digunakan dalam studi ini, hanya model algoritma yang khusus untuk SPOT-XS saja yang digunakan. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan menambahkan filter pada setiap *layer* yang ditampilkan dan mengatur kontrasan setiap *layer* berdasarkan nilai keabuannya. Filter yang digunakan adalah filter lolos atas dan filter lolos bawah yang akan diperbandingkan. Filter lolos atas yang dipilih adalah *high-pass-1x33.ker* sedangkan filter lolos bawah yang dipilih adalah *3x3-avg-horizontal-vertical.ker*.

Data utama yang digunakan adalah data SPOT-XS tanggal 8 Oktober 2000. Sebagai data pembanding digunakan data Landsat 7/ETM tanggal 15 April 2001. Selain itu juga dilakukan survey lapangan. Survey lapangan dilakukan pada tanggal 21-24 Mei 2001. Survey lapangan ini lebih dititikberatkan pada pencarian jejak penyebaran minyak berdasarkan informasi dari pemerintahan kota Batam, masyarakat, dan survey

lapangan sebelumnya yang dilakukan oleh tim BAPEDAL (2001).

Sebelum data SPOT dianalisis, dilakukan dahulu koreksi geometris dengan acuan citra Landsat 7/ETM yang telah terkoreksi. Kemudian dilakukan komposit warna RGB (band 3: band 2: band 1) yang masing-masing *layer*-nya dilakukan penarikan (Gambar 3-1b).

Setelah diperoleh komposit warna, dari program ER Mapper dipilih algoritma yang sesuai untuk pengolahan data SPOT-XS. Ada 7 algoritma yang ada, dimana 2 algoritma untuk memperoleh NDVI, 2 algoritma penampilan komposit warna RGB 321, 1 algoritma *SPOT-XS-Pan-Brovey-merge* membutuhkan data pankromatik, 1 algoritma untuk menampilkan komposit warna *natural* (alami) dari wilayah daratan, dan 1 algoritma *SPOT-XS-rotate-hue*. Ketujuh algoritma tersebut dicoba satu-persatu, termasuk algoritma yang membutuhkan data pankromatik, dengan modifikasi data pankromatik tersebut diganti dengan data SPOT-XS itu sendiri atau data Landsat 7/ETM pankromatik. Algoritma hasil visual yang paling baik dan bentukan tumpahan minyak yang lebih jelas terlihat adalah algoritma yang dipilih.

Setelah didapat satu algoritma yang lebih memberikan tampilan visual paling baik dalam mendeteksi tumpahan minyak, dilakukan modifikasi tambahan terhadap *layer-layer* yang digunakan. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan memberikan filter pada setiap *layer* yang ditampilkan seperti pada uraian di atas. Maksudnya adalah untuk mendapatkan informasi yang lebih jelas dari gambar yang dihasilkan. Karena banyaknya filter yang tersedia, maka dipilih hanya dua filter yang mewakili filter lolos atas (5 pilihan filter) dan filter lolos bawah (11 pilihan filter). Pemilihan filter tersebut dilakukan secara sebarang/acak berdasarkan tampilan secara visual saja dari kemungkinan 16 filter yang tersedia. Hanya dua dari filter tersebut yang dicoba

benar-benar diterapkan pada kasus deteksi penyebaran tumpahan minyak ini.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil komposit warna RGB 321, sebenarnya sudah terlihat adanya indikasi bentukan tumpahan minyak (Gambar 3-1b). Pada gambar tersebut terlihat bahwa di utara Pulau Batam (ditunjukkan tanda panah) ada bentuk seperti tumpahan minyak yang berwarna hitam. Juga di tengah gambar, seperti ditunjukkan oleh panah, terlihat warna hitam yang menyerupai bentukan tumpahan minyak. Bentuk-bentukan tersebut serupa dengan bentukan tumpahan minyak bila kita menggunakan data radar. Data lapangan juga memperkuat indikasi bahwa bentukan tersebut adalah tumpahan minyak, karena berdasarkan informasi masyarakat, arah penyebaran tumpahan minyak sesuai dengan apa yang digambarkan oleh data SPOT (Gambar 3-2).

Selanjutnya data SPOT-XS diolah dengan berbagai filter seperti yang diuraikan pada Bab 2 dengan tujuan mempertajam tampilan, sehingga bentukan-bentukan tumpahan minyak akan lebih jelas terlihat. Dari tujuh algoritma yang ada, semuanya lebih mempertajam kenampakan obyek yang ada di darat. Algoritma NDVI lebih menekankan pada kenampakan indeks vegetasi, sehingga kenampakan di perairan tidak jelas terlihat. Begitu juga dengan algoritma RGB 321 dan algoritma warna natural. Algoritma yang membutuhkan data pankromatik juga lebih mempertajam kenampakan daratan dibandingkan dengan kenampakan laut/perairan.

Hanya satu algoritma yang memberikan tampilan cukup tajam pada perairan yaitu algoritma *SPOT-XS-rotate-hue*. Algoritma ini pada dasarnya menampilkan komposit IHS (*Intensity Hue Saturation*), secara berurutan band 1, band 2, dan band 3 (IHS 123). Pada *layer*

*intensity* dan *saturation* tidak diberikan perlakuan apapun kecuali hanya menampilkan band tersebut saja. Sedangkan pada *layer hue*, diberikan perlakuan sebagai berikut.

If (i1+rotation) >360 then (i1-360+rotation)  
else i1+rotation.....(3-1)

dengan: i1 : band 2  
rotation : 120

Nilai 120 ini adalah nilai konstanta yang diberikan oleh ER Mapper. Kemungkinan nilai ini masih dapat dimodifikasi, tetapi dalam kegiatan kali ini tidak dilakukan modifikasi nilai rotasi. Kegiatan ini mencoba mencari penajaman yang lebih baik dari hanya komposit RGB 321 SPOT-XS dengan penambahan filter pada algoritma yang dipilih.

Dengan algoritma yang dipilih, setiap *layer* diberi filter *high-pass-1x33.ker*, hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3-1c. Pada Gambar 3-1c tidak terlihat adanya penajaman kualitas gambar terhadap RGB 321. Bahkan kenampakan tumpahan minyak menjadi lebih kabur dibandingkan RGB 321. Tidak ada informasi kenampakan obyek di perairan yang lebih memperjelas dan mempermudah penentuan tumpahan minyak secara visual. Kemungkinan hal ini disebabkan karena filter lolos atas hanya cocok digunakan untuk obyek yang berupa garis atau batasan antara dua obyek yang sangat berbeda seperti batas air dan darat. Karena kontras tumpahan minyak dengan sekitarnya rendah, maka yang dihasilkan adalah berupa tonjolan-tonjolan di perairan, tetapi tidak memberikan informasi memadai tentang perbedaan tonjolan-tonjolan tersebut satu dengan yang lain.

Pada percobaan berikutnya, *layer intensity* dan *saturation* diberi filter *3x3-avg-horizontal-vertical.ker* sedangkan *layer hue* tetap tidak berubah. Kemudian histogram pada setiap *layer* dilakukan penarikan lagi, hasilnya seperti terlihat pada Gambar 3-1d. Ada penajaman ke-

nampakkan obyek di perairan dibandingkan dengan tampilan komposit RGB 321. Seperti ditunjukkan oleh tanda panah, terlihat ada sebaran tumpahan minyak yang besar pada daerah tersebut dekat dengan lokasi kejadian tumpahnya minyak. Arah sebaran tumpahan minyak tersebut lebih ke arah selatan, ini diindikasikan dengan warna hitam yang lebih pekat pada obyek tumpahan tersebut berada lebih di arah selatan dari terjadinya tumpahan minyak. Bila dilihat kembali Gambar 3-1b, maka pada wilayah tersebut hanya terlihat sebagai daerah hitam tanpa memberikan informasi secara visual yang lebih detail.

Tampilan pada Gambar 3-1d, dapat diketahui arah penyebaran tumpahan minyak setelah 5 hari terhitung dari tanggal 3 Oktober sampai tanggal data pengamatan yaitu 8 Oktober 2000. Selama lima hari, minyak ternyata bergerak terbagi dua ke arah selatan dan ke arah timur. Dari pengamatan di lapangan, lokasi yang terkena dampak tumpahan yang ditunjukkan oleh panah biru pada Gambar 3-1d, masih terdapat sisa-sisa minyak terutama di P. Mecan dan P. Tolop, sedangkan tumpahan yang menuju ke arah timur terlihat sudah tinggal bekas-bekas tumpahan minyak saja. Hal tersebut dikarenakan adanya campur tangan manusia, dalam hal ini masyarakat Batam dan pemerintah kota Batam yang segera melakukan pembersihan minyak pada kawasan tersebut. Karena arah timur terdapat kawasan wisata dan juga kota utama Batam, maka pembersihan minyak yang menuju ke arah timur P. Batam terlihat lebih intensif dibandingkan yang ke arah selatan.

Tumpahan minyak yang bergerak ke arah selatan lebih banyak mengenai pulau-pulau kecil tak berpenghuni. Pada pulau-pulau yang berpenduduk, tumpahan minyak dapat segera dilakukan proses pembersihan oleh penduduk itu sendiri, akan tetapi di P. Tolop dan P. Mecan yang relatif tidak berpenghuni,

pada saat pengamatan lapangan masih ditemukan jejak tumpahan minyak dalam jumlah yang cukup besar.

#### 4. KESIMPULAN

Deteksi tumpahan minyak dapat dilakukan tidak hanya menggunakan data berbasis sensor radar saja, akan tetapi juga dapat dilakukan menggunakan data satelit berbasis optik seperti SPOT. Dengan menggunakan algoritma *SPOT-XS-rotate-hue* dimodifikasi dengan penambahan filter *low-pass 3x3-avg-horizontal-vertical.ker* pada *layer intensity* dan *saturation*-nya dan filter *high-pass-1x33.ker* pada *layer hue* yang dirotasi dengan nilai konstanta 120, didapatkan gambar yang lebih memberi penajaman kenampakan obyek dibandingkan dengan komposit RGB 321, sehingga pola sebaran tumpahan minyak dapat dideteksi lebih jelas.

Sebaran tumpahan minyak kapal Natuna Sea di perairan Batam arahnya terbagi dua, yaitu menuju ke selatan lokasi kejadian dan ke arah timur lokasi kejadian. Dari pengamatan lapangan jejak minyak yang menuju ke arah timur sudah tidak begitu terlihat lagi, sedangkan jejak minyak yang ke arah selatan masih banyak terdapat berupa gumpalan minyak hitam (*aspalt*).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami berikan kepada Dr. Ridwan Djamiluddin atas data yang diberikan untuk dianalisis. Tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang terlibat dalam tim kasus tumpahan minyak kapal Natuna Sea (BAPEDAL, LAPAN, BPPT, DKP, IPB, dll), diskusi yang terjadi selama mengerjakan kegiatan tersebut menjadi masukkan yang sangat berarti dalam tulisan ini.

#### DAFTAR RUJUKAN

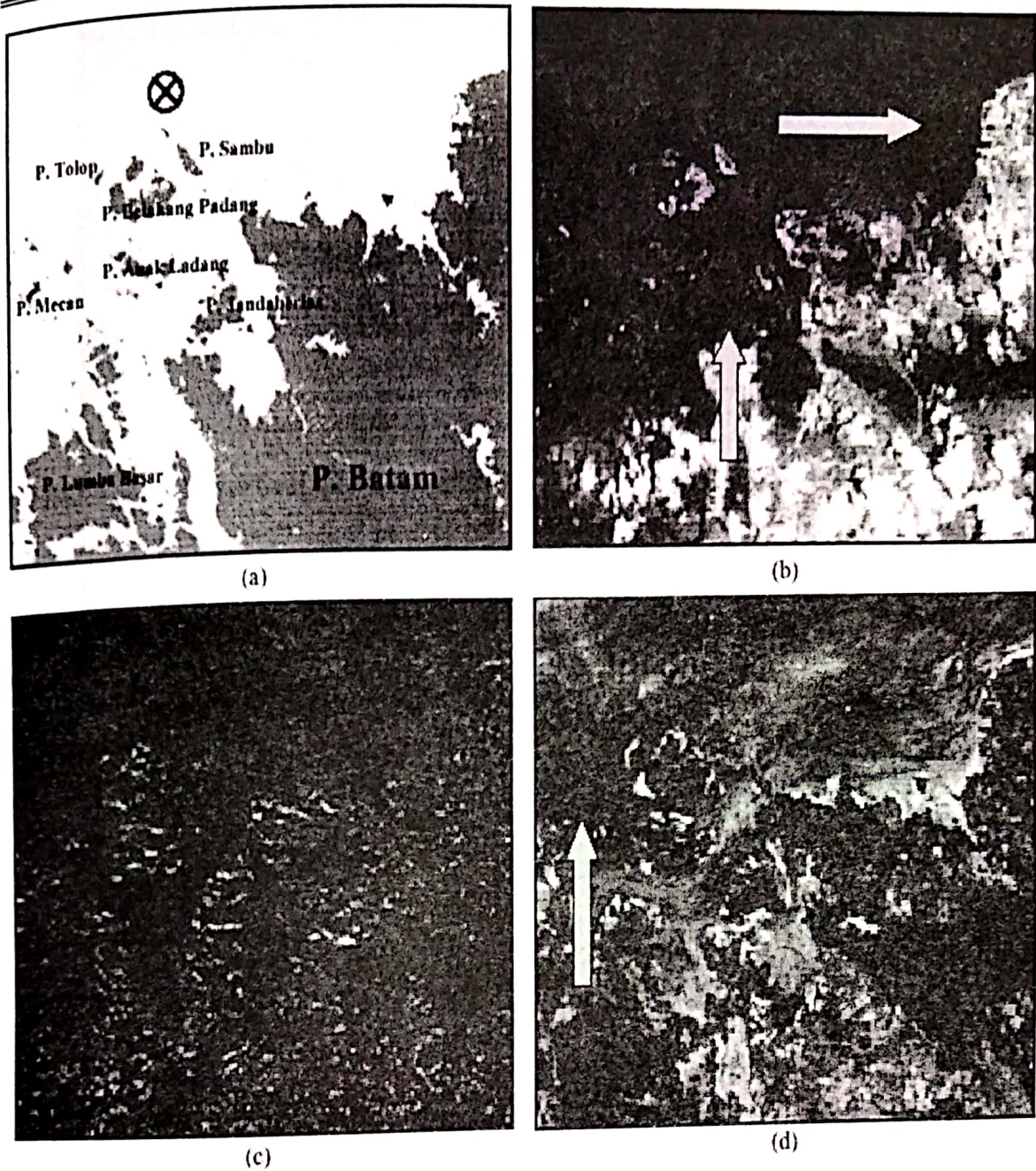
- Time Life, 1998, *Ekologi dan Lingkungan*.  
Hampan Dunia Ilmu. Tira Pustaka.  
Jakarta.

Tim Bapedal, 2001, *Outline, Environmental Damage Claim Document: The MT. Natuna Sea Oil Spill*. Tim gabungan dari BAPEDAL, BPPT, LAPAN, IPB, Dept. Kelautan dan Perikanan, PPLI, BAPEDAL daerah Batam dan Otorita Batam. Tidak dipublikasikan.

E.R., Mapping, 1997, *ER Mapper 5.5, Level One Training Workbook*, Earth Resource Mapping Pty. Ltd.

Jones, B., 2001, *A Comparison of visual observations of surface oil with Synthetic Aperture Radar imagery of the Sea Empress oil spill*. International Journal of Remote Sensing, vol. 22. 1619 - 1638.

UNESCO, 1999, *Applications of Satellite and Airborne Image Data to Coastal Management*. Coastal region and small island papers 4, UNESCO, Paris. Vi + 185 pp.



Keterangan: ⊗ Lokasi kandasnya kapal M.T. Natuna Sea  
Tanda Panah menunjukkan keberadaan tumpahan minyak  
Gambar 3-1: (a) Lokasi kejadian di perairan P. Batam, (b) Citra komposit warna RGB 321 SPOT-XS (c) Citra hasil filter high pass, (d) Citra hasil filter low pass overlay dengan citra Landsat 7/ETM.



Gambar 3-2: Foto lapangan menunjukkan sisa tumpahan minyak