

# DETEKSI TUMPAHAN MINYAK MENGGUNAKAN METODE ADAPTIVE THRESHOLD DAN ANALISIS TEKSTUR PADA DATA SAR

(Oil Spill Detection using Adaptive Threshold and Texture Analysis Methode on SAR Data)

Sayidah Sulma, Khalifah Insan Nur Rahmi, Nur Febrianti, dan Jansen Sitorus

Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – LAPAN

Jalan Kalisari No.8, Pekayon, Pasar Rebo, RT.11/RW.1, Pekayon, Kota Jakarta Timur,

Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13710, Indonesia

E-mail: [sayidah.sulma@lapan.go.id](mailto:sayidah.sulma@lapan.go.id)

Diterima: 11 Februari 2019; Direvisi: 29 Maret 2019; Disetujui untuk Dipublikasikan: 15 April 2019

## ABSTRAK

Metode untuk deteksi tumpahan minyak menggunakan data SAR telah berkembang dari metode manual hingga metode otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode analisis tekstur dan *adaptive threshold* untuk deteksi tumpahan minyak menggunakan citra SAR Sentinel 1. Wilayah kajian meliputi perairan utara Bintan yang hampir rutin terjadi kasus tumpahan minyak khususnya pada musim barat/utara, serta perairan Teluk Balikpapan yang mengalami kejadian tumpahan minyak yang cukup besar pada akhir Maret 2018. Tahap awal dilakukan koreksi data meliputi koreksi atau kalibrasi radiometrik, *filtering* dan *land masking*. Tahap selanjutnya adalah deteksi *dark spot* yang dilakukan menggunakan dua pendekatan dan dibandingkan metode yang memberikan hasil terbaik. Metode pertama adalah analisis tekstur menggunakan *Grey Level co-occurrence matrix* (GLCM) dengan perhitungan *homogeneity*, entropi dan *Angular Second Moment* (ASM), kemudian dilakukan klasifikasi menggunakan *Maximum Likelihood*, sedangkan pendekatan kedua adalah menggunakan *adaptive threshold*. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode tekstur analisis GLCM dan *adaptive threshold* pada citra SAR Sentinel 1 memberikan hasil yang cukup baik untuk area tumpahan minyak yang cukup tebal. Namun untuk area tumpahan minyak yang tipis atau pada wilayah pencampuran air, metode *adaptive threshold* memberikan hasil yang lebih baik. Modifikasi berupa masking kapal (atau objek dengan *backscatter* tinggi) sebelum diterapkan metode *adaptive threshold* dapat mengurangi kesalahan seperti terdeteksinya objek minyak di sekitar kapal.

**Kata kunci:** Tumpahan minyak, SAR, *adaptive threshold*, analisis tekstur

## ABSTRACT

*Oil spill detection method have been developed from manual technique to automatic technique. This study aims to compare the method of oil spill detection with adaptive threshold method and texture analysis using SAR Sentinel 1 image. The study area covers the waters of the north of Bintan which are almost routinely oil spillily, especially in the west/north season, and Balikpapan Bay waters which occur oil spills quite large at the end of March 2018. The initial steps to data correction include correction or radiometric calibration and geometric correction, then filtering and land masking. The next step is the detection of dark spots that are carried out using two approaches and compared to methods that provide the best results. The first method is texture analysis using the Gray Level co-occurrence matrix (GLCM) by calculating homogeneity, entropy and Angular Second Moment (ASM), then classification using Maximum Likelihood, while the second approach is using adaptive threshold. The results of the study show that the texture method of GLCM and adaptive threshold analysis in SAR Sentinel 1 images provide good results for a fairly thick oil spill area. But for thin oil spill areas or in water mixing areas, the adaptive threshold method gives better results. Modifications in the form of masking ships (or objects with high backscatter) before applying the adaptive threshold method can reduce errors such as detection of oil objects around the ship.*

**Keywords:** Oil spill, SAR, *adaptive threshold*, texture analysis

## PENDAHULUAN

Tumpahan minyak di perairan pantai dan laut merupakan permasalahan serius yang sangat berdampak pada lingkungan. Di seluruh dunia, tumpahan berupa bahan bakar minyak mencapai 48% dari total minyak yang tumpah ke laut, sementara tumpahan minyak mentah mencapai 29% (Brekke & Solberg, 2005). Tumpahan minyak dapat terjadi selama pengangkutan minyak, pengeboran serta penyimpanan minyak dan akan

menyebarkan dengan cepat dalam wilayah yang luas hanya dalam hitungan jam. Maka dari itu diperlukan penanganan yang cepat dan tepat ketika terjadi tumpahan minyak untuk mengurangi dampak lingkungan dan kerugian ekonomi yang besar.

Penginderaan jauh adalah salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk deteksi cepat tumpahan minyak. Pencitraan penginderaan jauh multi sensor dan multi temporal memungkinkan untuk diperolehnya informasi penting tentang

penyebaran minyak dari waktu ke waktu yang sangat diperlukan dalam pembersihan dan pengendalian sebaran tumpahan minyak. Keunggulan dari teknologi penginderaan jauh juga dapat membantu dalam penegakan hukum bagi lalu lintas kapal, pengawasan dan deteksi tumpahan minyak, panduan untuk penanggulangan tumpahan minyak dan sebagai alat bukti dalam penuntutan (Fingas, 2012).

Saat ini telah tersedia berbagai sensor satelit penginderaan jauh yang dapat dimanfaatkan untuk deteksi tumpahan minyak, baik dengan teknologi penginderaan jauh pasif/optis maupun radar aktif. Pemanfaatan data NOAA AVHRR, MODIS maupun Landsat telah banyak dilakukan pada kasus tumpahan minyak. Resolusi temporal yang tinggi menjadi keunggulan beberapa data optis seperti MODIS, sehingga memungkinkan pemantauan daerah terdampak tumpahan minyak dan pergerakan lapisan minyak dari waktu ke waktu. Namun pada data optis, tutupan awan dan keterbatasan sinar matahari menjadi batasan penggunaan data ini, sehingga perlu penggunaan data radar yang merupakan sensor aktif. Penginderaan jauh aktif atau radar merupakan teknologi lain yang dapat diandalkan dalam pemantauan tumpahan minyak. Sensor microwave aktif seperti *Synthetic Aperture Radar* (SAR) memiliki kemampuan dalam segala kondisi cuaca baik siang maupun malam. Saat ini telah tersedia data radar dari berbagai satelit seperti ALOS, Envisat, TerraSAR X hingga Sentinel 1. Citra satelit radar cukup mahal, namun saat ini tersedia citra SAR berbiaya rendah yaitu Sentinel 1 yang disediakan oleh *European Space Agency* (ESA) secara gratis di Sentinel *data hub* dengan waktu perulangan liputan setiap 12 hari (Silva et al., 2017).

Metode untuk deteksi tumpahan minyak menggunakan data SAR telah berkembang dari metode manual hingga metode otomatis. Metode manual tidak memerlukan teknik pengolahan yang mutakhir namun operator harus menganalisis satu-persatu spot. Namun walaupun beberapa penelitian telah menggunakan berbagai metodologi, dilaporkan bahwa pendeteksian tumpahan minyak secara manual masih banyak diadopsi dibandingkan dengan metodologi otomatis dan semi-otomatis (Ivanov, He, & Fang, 2002; Misra & Balaji, 2017). Metode otomatis data SAR dikembangkan oleh beberapa peneliti dimana di dalamnya meliputi teknik segmentasi untuk deteksi spot gelap (*dark spot*) (Brekke, 2007; Solberg, Brekke, & Husøy, 2007), ekstraksi fitur lapisan (Assilzadeh & Mansor, 2001; Maged Marghany, 2004), dan klasifikasi (Topouzelis, 2008).

Akkartal & Sunar (2008) melakukan kajian deteksi tumpahan minyak menggunakan data Radarsat 1 untuk deteksi tumpahan minyak dengan analisis tekstur *Grey Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), dan menunjukkan bahwa analisis tekstur memberikan hasil yang sama baiknya dengan metode *threshold* atau segmentasi. Misra & Balaji (2017) melakukan kajian deteksi dengan data

Radarsat 2 menggunakan metode *adaptive threshold* dan analisis tekstur, dan menunjukkan bahwa analisis tekstur meningkatkan hasil estimasi sebaran tumpahan minyak. Joseph, Jayasri, Dutta, Kumari, & Prasad (2017) menggunakan GLCM dengan data Risat-1 polarisasi HH, dimana hasilnya sesuai dengan hasil interpretasi visual.

Dalam kajian dan penanganan kasus tumpahan minyak di Indonesia, beberapa penelitian telah menggunakan data SAR. Pada kasus tumpahan minyak Montara di Perairan Timor tahun 2009, Prayogo et al (2010) menerapkan beberapa teknik pemfilteran dan analisis tekstur pada data ALOS-PALSAR untuk deteksi *dark spot* yang diduga sebagai tumpahan minyak. Selanjutnya Hartuti et al (2015) dan Putranto, Hartuti, Putri, & Putri (2016) memanfaatkan data TerraSAR X dan Sentinel 1 yang menggunakan metode *adaptive threshold* untuk deteksi *dark spot* dan mengaplikasikan *software open source* SNAP. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode *adaptive threshold* dan analisis tekstur untuk deteksi tumpahan minyak menggunakan citra Sentinel 1.

## METODE

Data yang digunakan adalah data radar Sentinel 1A dengan mode *Interferometric Wide Swath* (IW) dual polarisasi VV dan VH. Data merupakan produk Level 1 *Ground Range Multi Look Detected* (GRD) dimana data telah diproyeksikan menggunakan model ellipsoid bumi. Lebar cakupan data mode IW adalah 250 km yang terdiri dari 3 sub petak, dengan resolusi spasial 5m x 20 m (ESA, 2012). Lokasi penelitian meliputi perairan Utara Bintan dan Perairan Balikpapan ditunjukkan pada **Gambar 1**. Dipilihnya lokasi penelitian tersebut dikarenakan di Perairan Bintan hampir rutin terjadi kasus tumpahan minyak khususnya pada musim barat/utara, sedangkan di Perairan Balikpapan telah terjadi tumpahan minyak yang cukup besar pada akhir Maret 2018 karena kebocoran pipa distribusi minyak. Data yang digunakan untuk kedua lokasi tersebut terdiri dari data akuisisi tanggal 20 Maret 2018 untuk perairan Bintan dan data tanggal 2 April 2018 untuk Perairan Balikpapan.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian (a) Perairan Bintan (b) Perairan Balikpapan.

Tahap awal dilakukan koreksi data meliputi koreksi atau kalibrasi radiometrik dengan mengkonversi nilai digital menjadi nilai *backscatter*, dan koreksi geometrik dilakukan dengan algoritma *Range-Doppler Terrain Corection* dan menggunakan referensi data DEM (*Digital Elevation Model*) SRTM

resolusi 30 m. Selanjutnya dilakukan proses filtering untuk menghilangkan *speckle noise* menggunakan filter Lee. Menurut Marghany & Van Genderen (2014) algoritma Lee dapat beroperasi dengan baik pada lapisan minyak yang linier. Untuk membatasi wilayah kajian hanya fokus di wilayah perairan laut maka dilakukan *land masking*. Proses pengolahan awal data SAR menggunakan *Sentinel Application Platform* (SNAP) yang merupakan perangkat lunak *open source* ESA Toolbox. Tahap selanjutnya adalah deteksi *dark spot* yang dilakukan menggunakan dua pendekatan dan akan dibandingkan metode yang memberikan hasil terbaik. Metode pertama adalah analisis tekstur menggunakan *Grey Level co-occurrence matrix* (GLCM) kemudian dilakukan klasifikasi menggunakan *Maximum Likelihood*, sedangkan pendekatan kedua adalah menggunakan *adaptive threshold*.

### Analisis Tekstur

Analisis tekstur dilakukan dengan menggunakan *Grey Level co-occurrence matrix* (GLCM). Dalam analisis tekstur statistik, fitur tekstur dihitung dari distribusi kombinasi intensitas yang diamati pada posisi tertentu relatif terhadap yang lain dalam citra. Metode GLCM adalah cara ekstraksi fitur tekstur statistik orde kedua, dimana GLCM merupakan matriks dengan jumlah baris dan kolom sama dengan jumlah level abu-abu pada citra (Albregtsen, 2008). Pada dasarnya GLCM memberikan beberapa dasar pengukuran seperti rentang, varian, standar deviasi, entropi, keseragaman, dan lain-lain. Tahapan tekstur dibagi lagi menjadi 3 kelompok sesuai dengan bobotnya yaitu: (1) kelompok kontras: Kontras, perbedaan dan homogenitas yang menggunakan bobot yang berkaitan dengan jarak diagonal GLCM; (2) Ukuran: *Angular second moment*, *energy* dan *entropy* yang menggunakan nilai normalisasi dari GLCM; (3) Statistik deskriptif: *Mean*, *Varian* (standar deviasi) dan korelasi.

Umumnya untuk deteksi tumpahan minyak pendekatan yang biasa dilakukan adalah menghitung semua unsur tekstur yang berbeda dan kemudian menggunakan ukuran yang memberikan hasil terbaik. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk deteksi tumpahan minyak digunakan analisis tekstur menggunakan pengukuran *Homogeneity* untuk menghitung area dengan homogenitas maksimal, *Entropy* untuk melihat kompleksitas (keacakan) dan *Angular Second Moment* (ASM) untuk mengukur keteraturan (Akkartal & Sunar, 2008; Assilzadeh & Mansor, 2001; Marghany, 2001; Misra & Balaji, 2017). Tujuan pengukuran ini adalah menghitung area yang memiliki homogenitas dan keseragaman tinggi serta kompleksitas minimum.

Analisis GLCM ini diterapkan pada data yang telah dilakukan preprocessing namun belum difilter. GLCM menggunakan matrix dengan ukuran window 7x7. Hasil masing-masing analisis tekstur

(Homogeneity, ASM dan Entropy) menunjukkan daerah yang diduga tumpahan minyak yaitu memiliki homogeneity dan ASM tinggi serta entropi minimum. Selanjutnya dilakukan pembuatan citra RGB dengan komposisi Homogeneity (R), Entropy (G) dan ASM (B). Setelah mendapatkan citra RGB dengan kontras tinggi, maka diterapkan klasifikasi terawasi dengan metode Maksimum Likelihood, diawali dengan pemilihan *training sample* untuk objek *oil spill* dan *non oil spill*.

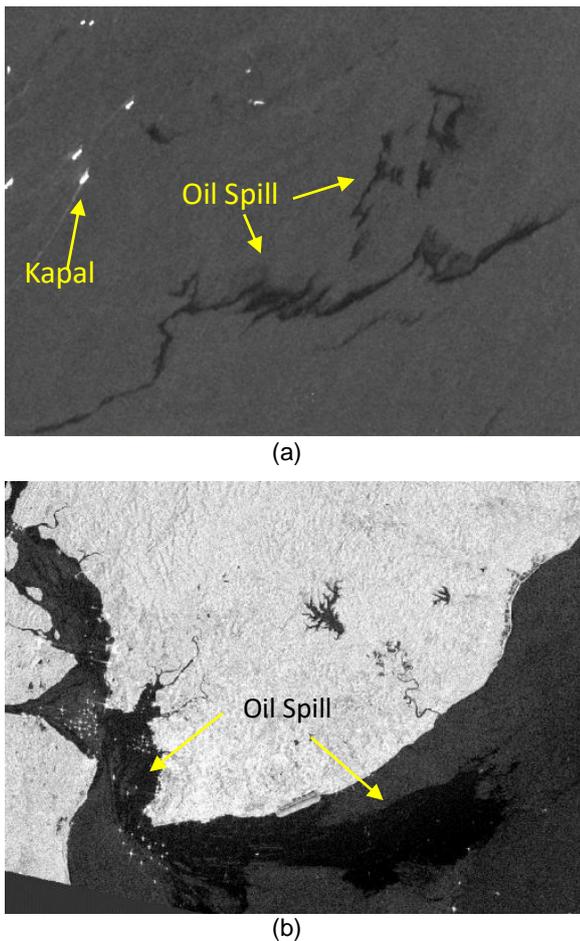
### Adaptive Threshold

Analisis menggunakan *adaptive threshold* dilakukan dengan menerapkan *tool oil spill detection* pada *software* SNAP yang mengidentifikasi *dark spot* menggunakan *adaptive threshold*. Pada dasarnya penerapan *adaptive threshold* melalui tahapan awal yaitu tingkat *backscatter* rata-rata lokal diperkirakan menggunakan piksel dalam ukuran *window* yang luas, sehingga dalam implementasi perlu ditetapkan ukuran *background window*, kemudian tahap berikutnya *threshold* pendeteksian ditetapkan sebesar *k* desibel di bawah perkiraan tingkat *backscatter* rata-rata lokal. Maka piksel dalam *window* dengan nilai lebih rendah dari *threshold* terdeteksi sebagai *dark spot*. *k* atau *Threshold Shift* adalah parameter yang dipilih pengguna. *Threshold shift* yang digunakan mengacu pada hasil penelitian Solberg et al (2007). Tahap akhir adalah *oil spill clustering* yaitu mengeliminasi *cluster* piksel dengan dimensi sesuai luas minimum yang digunakan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

**Gambar 2** memperlihatkan citra *backscatter* dengan polarisasi VV, dimana *oil spill* terlihat dengan tampilan berwarna lebih gelap (*dark spot*) karena memiliki pantulan yang rendah. Pada citra SAR salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan sinyal yang dipantulkan adalah kekasaran objek. Mekanisme yang mendominasi hamburan balik pada permukaan laut adalah adanya gelombang dengan tipe resonansi Bragg, dimana lapisan minyak dapat mengurangi gelombang Bragg ini yang kemudian mempengaruhi sinyal yang diindera oleh SAR. Ketika gelombang tipe Bragg berkurang maka sangat sedikit sinyal yang dipancarkan kembali ke SAR sehingga daerah gelap (*dark spot*) akan muncul di citra SAR (Brekke, 2007). **Gambar 2a** adalah citra Sentinel 1A tanggal 20 Maret 2018 pukul 05.47 WIB yang memperlihatkan sebaran minyak di perairan utara Pulau Bintan, adapun pada hari tersebut mulai pukul 06 hingga 09 WIB terdapat laporan dari beberapa *resort* di utara Bintan bahwa ditemukan sebaran minyak yang cukup banyak di beberapa lokasi di pesisir utara Pulau Bintan. Kemudian **Gambar 2b** adalah citra Sentinel 1A tanggal 2 April 2018 yang menunjukkan sebaran minyak yang cukup luas akibat kebocoran pipa distribusi minyak

di Teluk Balikpapan yang terjadi sejak tanggal 31 Maret 2018.



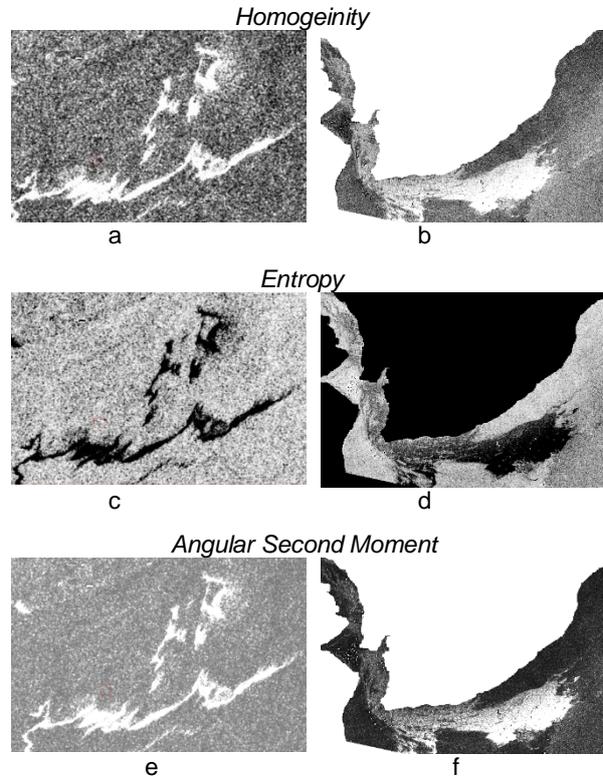
**Gambar 2.** Citra *backscatter* polarisasi VV (a) perairan utara Pulau Bintan (b) Teluk Balikpapan.

**Analisis tekstur**

Pada penelitian ini deteksi *oil spill* dilakukan dengan dua pendekatan, yang pertama adalah menggunakan analisis tekstur. Analisis tekstur GLCM yang digunakan adalah pengukuran *Homogeneity* untuk menghitung area dengan homogenitas maksimal, *Entropy* untuk melihat kompleksitas (keacakan) dan *Angular Second Moment (ASM)* untuk mengukur keteraturan. **Gambar 3** memperlihatkan hasil analisis tekstur *Homogeneity*, *Entropy* dan *ASM* untuk studi kasus perairan utara Bintan. Pada gambar tersebut terlihat pada objek tumpahan minyak memiliki homogenitas yang tinggi (berwarna lebih terang), *entropy* atau tingkat keacakan yang rendah (berwarna gelap) dan *ASM* atau keteraturan yang tinggi (berwarna terang).

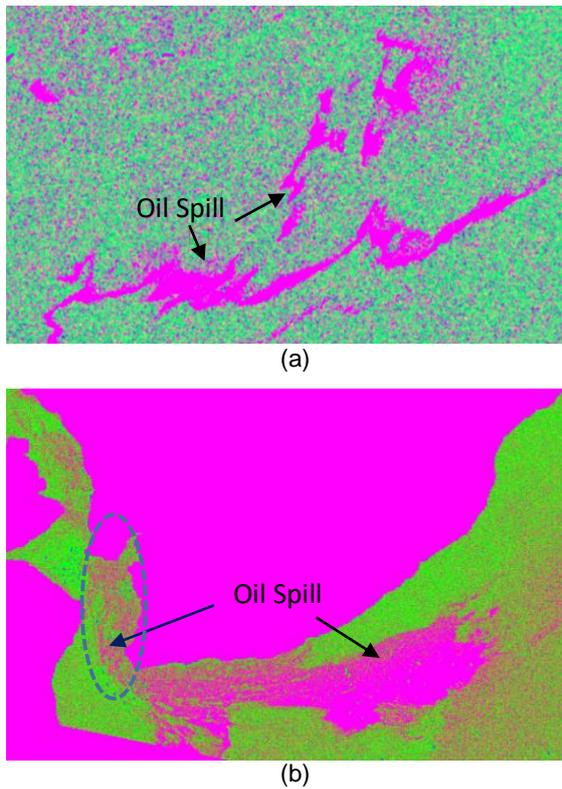
Metode analisis tekstur GLCM ini diujicobakan pula pada data kejadian tumpahan minyak di teluk Balikpapan. Pada **Gambar 3b**, **Gambar 3d** dan **Gambar 3e** dapat dilihat pada area tumpahan minyak di bagian selatan memiliki tekstur *homogeneity* dan *ASM* yang tinggi serta *entropy* yang rendah. Namun, pada objek minyak yang berada di sekitar teluk, *homogeneity* dan *ASM* tidak

terlalu tinggi dan *entropy* tidak terlalu rendah. Hal ini diduga kandungan minyak pada perairan teluk tidak terlalu tebal karena ada pengaruh pasang surut air sehingga terjadi proses pengadukan minyak dengan air, dan minyak sudah banyak yang terbawa ke luar teluk.

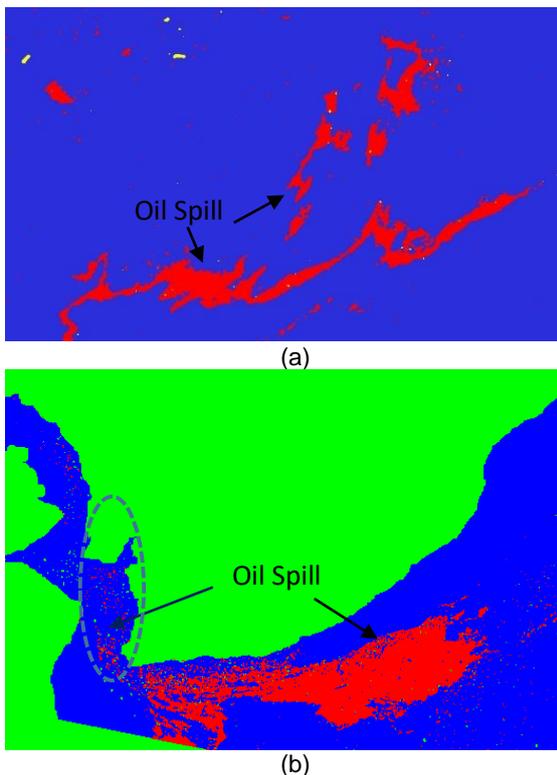


**Gambar 3.** Hasil analisis tekstur: (a) *homogeneity*, (b) hasil uji coba pada *homogeneity*, (c) *entropy*, (d) hasil uji coba pada *entropy*, (e) *angular second moment (ASM)*; (f) hasil uji coba pada *angular second moment (ASM)*.

Analisis tekstur ini dilakukan sebagai proses antara sebelum dilakukan proses klasifikasi. Untuk memperjelas hasil ketiga pengukuran tekstur maka dibuat citra RGB dengan komposit *homogeneity*, *entropy* dan *ASM* seperti yang terlihat pada **Gambar 4**, dimana daerah tumpahan minyak muncul dengan warna magenta yang merupakan komposit tekstur *homogeneity* (R) tinggi, *Entropy* (G) rendah dan *ASM* (B) tinggi. Selanjutnya dari citra tersebut dilakukan klasifikasi dengan metode *maximum likelihood* untuk memisahkan objek minyak dan non minyak, dengan melakukan training sampel terlebih dahulu pada area yang homogen. **Gambar 5a** menampilkan hasil klasifikasi untuk kasus tumpahan minyak di perairan utara Bintan dimana klasifikasi dari citra tekstur tersebut memperlihatkan bahwa objek minyak dan non minyak dapat dikelaskan dengan baik. Pada tumpahan minyak di Teluk Balikpapan (**Gambar 5b**), terlihat bahwa minyak yang dapat dikelaskan dengan baik hanya yang berada di luar teluk sedangkan di beberapa wilayah sekitar teluk (area yang dilingkari) objek minyak tidak dapat terkelaskan dengan baik.



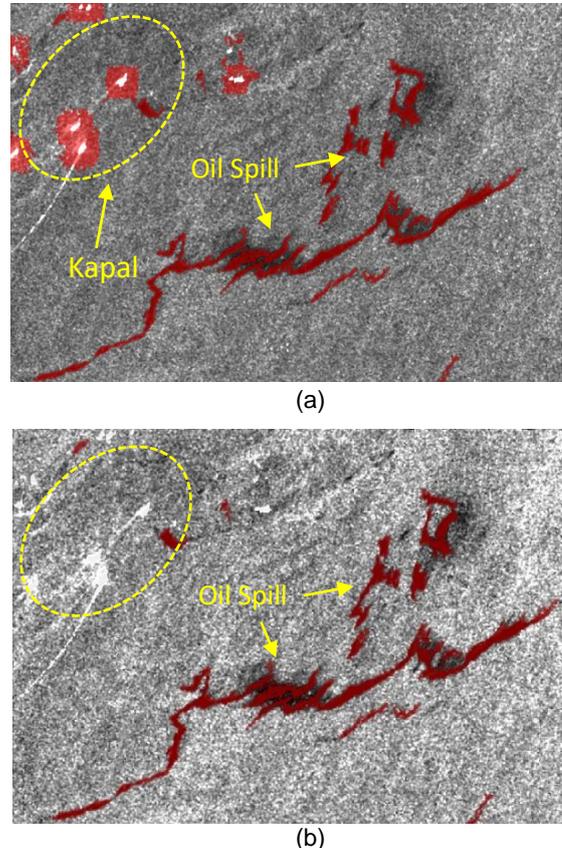
**Gambar 4.** Citra RGB Homogenity (R), Entropy (G), ASM (B), (a) perairan utara Pulau Bintang dan (b) Teluk Balikpapan.



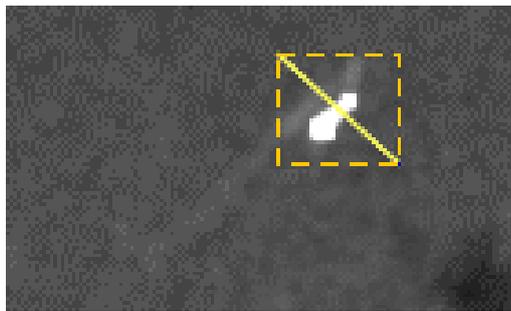
**Gambar 5.** Klasifikasi objek minyak dan non minyak dengan *maximum likelihood*: (a) perairan utara Pulau Bintang dan (b) Teluk Balikpapan.

### Adaptive Threshold

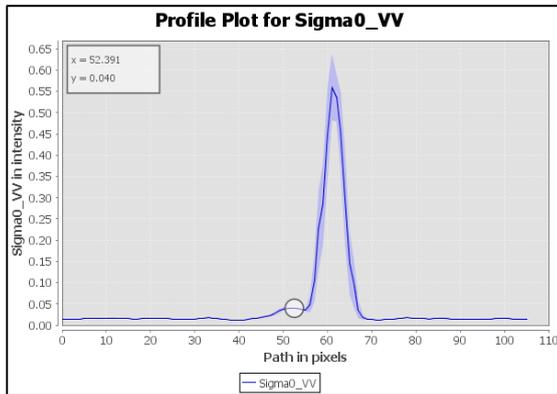
Pendekatan kedua yang digunakan untuk deteksi *oil spill* adalah menggunakan algoritma *adaptive threshold* yang tersedia pada *tool oil spill detection* di perangkat lunak SNAP. Dalam penerapan *adaptive threshold* terlebih dahulu harus ditentukan ukuran *background window* untuk menghitung tingkat *backscatter* rata-rata lokal dan *threshold shift* yang ditetapkan sebesar  $k$  desibel di bawah perkiraan tingkat *backscatter* rata-rata lokal. Pada kasus tumpahan minyak di perairan Bintang dengan area yang tidak terlalu luas maka ukuran *background window* diatur sesuai *default* pada *tool oil spill detection* yaitu berukuran 61. *Threshold shift* yang digunakan mengacu pada hasil penelitian Solberg et al (2007) dengan kisaran *threshold shift* 1 hingga 4 dB. Pada penelitian ini digunakan *threshold shift* sebesar 1 dB. Hasil deteksi *oil spill* dengan *adaptive threshold* tersebut dapat dilihat pada **Gambar 6a**, dimana hasil deteksi *oil spill* sudah cukup baik namun terdapat beberapa kesalahan deteksi yaitu munculnya objek *oil spill* di sekitar objek kapal (area yang dilingkari). Hal ini diduga terjadi karena pada metode ini deteksi objek tumpahan minyak dilakukan berdasarkan *threshold* perbedaan nilai *backscatter*, sehingga objek kapal dengan lingkungan sekitarnya yang memiliki perbedaan nilai *backscatter* sama dengan perbedaan *backscatter* antara minyak dengan lingkungan sekitarnya akan ikut terdeteksi.



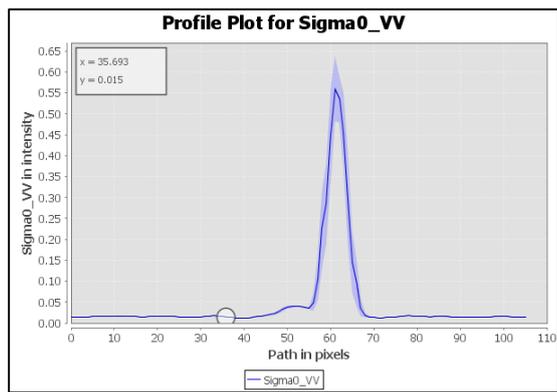
**Gambar 6.** (a) Hasil deteksi *oil spill* (warna merah) dengan *adaptive threshold* di Perairan Bintang (b) hasil modifikasi.



(a)



(b)



(c)

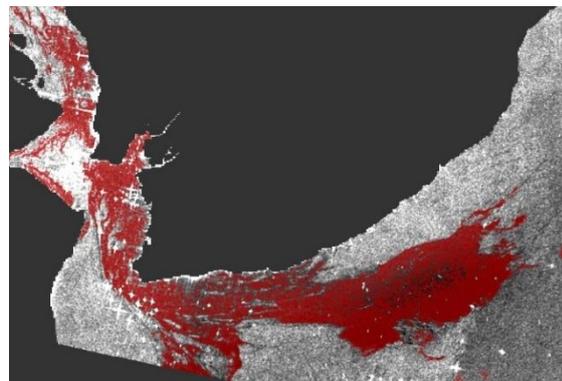
**Gambar 7.** Contoh penentuan nilai backscatter untuk masking kapal dalam proses modifikasi *adaptive threshold* (a) transek garis sekitar kapal, (b) nilai *backscatter* mencapai 0.04, (c) nilai *backscatter* perairan mencapai 0.015.

Kesalahan ini juga ditemukan pada penelitian sebelumnya yaitu Misra & Balaji (2017), namun pada penelitian tersebut belum dilakukan koreksi. Maka pada penelitian kali ini dilakukan koreksi dengan modifikasi sebelum penerapan metode *adaptive threshold*, yaitu dengan melakukan *masking* pada objek kapal yang ada di sekitar perairan tumpahan minyak terlebih dahulu. *Masking* dilakukan dengan mengganti nilai *backscatter* kapal dengan nilai perairan sekitarnya. Cara ini diawali dengan membuat transek garis sekitar kapal untuk mengetahui nilai *backscatter* kapal (**Gambar 7a**). Nilai saat terjadi kenaikan *backscatter* dijadikan acuan untuk menggantikan nilai yang lebih besar dari *backscatter* tersebut dengan nilai *backscatter* di perairan sekitarnya. Sebagai contoh penentuan nilai *backscatter*

tersebut dapat dilihat pada **Gambar 7**, dimana nilai *backscatter* kapal yang digunakan yaitu saat awal terjadi peningkatan nilai *backscatter* adalah sebesar 0.04 (**Gambar 7b**), kemudian nilai dengan batasan 0.04 ke atas digantikan dengan nilai *backscatter* perairan sekitarnya yaitu sebesar 0.015 (**Gambar 7c**).

Ketika melakukan modifikasi terlebih dahulu dengan mengganti nilai *backscatter* kapal dengan nilai *backscatter* perairan sekitarnya, maka selanjutnya penerapan *adaptive threshold* dengan *tool* otomatis *oil spill detection* dapat diperoleh hasil deteksi *oil spill* yang lebih baik seperti yang ditampilkan pada **Gambar 6b**. Pada **Gambar 6b** dapat dilihat objek yang sebelumnya terdeteksi sebagai *oil spill* di sekitar objek kapal tidak muncul kembali dengan menerapkan *masking* kapal terlebih dahulu sebelum menerapkan *adaptive threshold*.

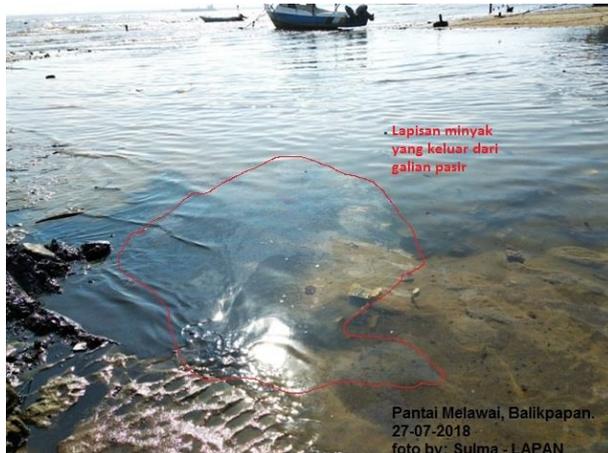
Metode ini kemudian diujicobakan pula untuk kasus tumpahan minyak di Teluk Balikpapan. Dengan area tumpahan minyak yang lebih luas maka ukuran *background window* yang digunakan juga harus lebih luas. Pada kasus ini ukuran *background window* yang digunakan adalah 500 dan besar *threshold shift* yang digunakan sama dengan kasus di perairan Bintan yaitu 1 dB. Dengan menerapkan *masking* kapal terlebih dahulu maka hasil yang diperoleh menjadi lebih baik dan lebih sesuai dengan sebaran tumpahan minyak yang dapat dilihat secara visual **Gambar 8** memperlihatkan hasil deteksi tumpahan minyak di perairan Teluk Balikpapan pada tanggal 2 April 2018 dengan metode *adaptive threshold*, pada gambar tersebut dapat dilihat selain tumpahan minyak ke arah laut lepas, tumpahan minyak pada area teluk dapat terdeteksi dengan baik. Hal ini menjadi kelebihan dibandingkan dengan metode analisis tekstur yang digunakan sebelumnya, dimana tumpahan minyak yang cenderung lebih tipis di wilayah teluk tidak dapat terdeteksi dengan baik.



**Gambar 8.** Hasil modifikasi deteksi *oil spill* (warna merah) dengan *adaptive threshold* di Perairan Teluk Balikpapan hasil modifikasi.

Hasil penelitian ini dengan menggunakan metode *adaptive threshold* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode analisis tekstur, karena dapat mendeteksi lapisan minyak yang lebih tipis terutama di daerah percampuran di teluk

(karena pasang surut), sedangkan pada penelitian Akkartal & Sunar (2008) kedua metode memberi hasil yang sama. Selain itu jika dibandingkan dengan hasil penelitian Misra & Balaji (2017) yang menggunakan *adaptive threshold*, pada penelitian tersebut belum diperoleh hasil yang cukup baik. Namun pada penelitian kali ini dapat diperoleh hasil yang lebih baik karena telah dilakukan modifikasi pada tahapan analisisnya, sehingga kesalahan objek minyak di sekitar kapal atau objek dengan *backscatter* tinggi tidak muncul lagi.



(a)



(b)



(c)

Sumber: dokumentasi survei lapangan Juli 2018

**Gambar 9.** (a) Lapisan minyak yang keluar dari galian pasir Pantai Melawai, (b) bekas kerusakan akibat tumpahan minyak pada wilayah mangrove Margasari, (c) Kariangau.

Berdasarkan laporan KLHK (2018) pada kejadian tumpahan minyak di Teluk Balikpapan, diketahui bahwa pada tanggal 3 April 2018 masih ditemukan lapisan minyak di perairan pesisir Kelurahan Margasari, Kelurahan Kampung Baru Hulu, Kelurahan Kampung Baru Hilir dan Kelurahan Kariangau RT 01 dan RT 02 Kecamatan Balikpapan Barat. Disamping itu ditemukan pula ekosistem terdampak berupa tanaman mangrove di Kelurahan Kariangau dan Kelurahan Margasari serta ditemukannya biota laut jenis kepiting yang mati di Pantai Banua Patra. Saat survei lapangan yang dilakukan pada bulan Juli 2018 (**Gambar 9**) masih terlihat jejak tumpahan minyak (lingkaran merah) di pantai dan bekas kerusakan akibat tumpahan minyak pada wilayah mangrove di sekitar pesisir Kelurahan Margasari dan Kelurahan Kariangau. Jejak tumpahan minyak terlihat pada pohon mangrove berupa tanda kehitaman di batang pohon mangrove. Hal ini menunjukkan bahwa tumpahan minyak memang sampai ke wilayah tersebut dan menunjukkan bahwa hasil deteksi menggunakan metode *adaptive threshold* adalah sesuai dengan kondisi di lapangan.

## KESIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa metode tekstur analisis GLCM dan *adaptive threshold* pada citra SAR Sentinel 1 memberikan hasil yang cukup baik untuk area tumpahan minyak yang cukup tebal. Namun untuk area tumpahan minyak yang tipis atau pada wilayah pencampuran air, maka metode *adaptive threshold* memberikan hasil yang lebih baik. Modifikasi berupa *masking* kapal (atau objek dengan *backscatter* tinggi) sebelum diterapkan metode *adaptive threshold* dapat mengurangi kesalahan seperti terdeteksinya objek minyak di sekitar kapal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Dr. Indah Prasasti selaku Kepala Kelompok Penelitian LMB dan Dr. M. Rokhis Komaruddin selaku Kepala Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini, serta Teguh Prayogo, ST., M.Si. yang telah memberi masukan pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akkartal, A., & Sunar, F. (2008). The Usage of Radar Images in Oil Spill Detection. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Volume. XXXVII. Part B8. Beijing 2008*.
- Albregtsen, F. (2008). Statistical Texture Measures Computed from Gray Level Cooccurrence Matrices. *Image Processing Laboratory*.
- Assilzadeh, H., & Mansor, S. B. (2001). Early Warning System for Oil Spill Using Sar Images. *Response*, 5–9.
- Brekke, C. (2007). Automatic Screening of Synthetic Aperture Radar Imagery for Detection of Oil

- Pollution in The Marine Environment.
- Brekke, C., & Solberg, A. H. S. (2005). Oil spill detection by satellite remote sensing. *Remote Sensing of Environment*.  
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.11.015>
- ESA. (2012). *SENTINEL-1 ESA's Radar Observatory Mission for GMES Operational Services. ESA Special Publication*.  
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026>
- Fingas. (2012). Oil Spill Remote Sensing: Chapter 3. *Mar. Pollut. Bull. Oil Spill Remote Sensing: A Review*, 347(111). Retrieved from [http://spillcontrol.org/technical\\_articles/Oil\\_Spill\\_Remote\\_Sensing.pdf](http://spillcontrol.org/technical_articles/Oil_Spill_Remote_Sensing.pdf)
- Hartuti, M., Arief, M., Prayogo, T., Marpaung, S., Emiyati, Anggraini, N., ... Godoras, T. (2015). Litbang Pemanfaatan Data Radar Untuk Pesisir Dan Laut.
- Ivanov, A., He, M., & Fang, M. (2002). Oil spill detection with the RADARSAT SAR in the waters of the Yellow and East China Sea: A case study. *23rd Asian Conference on Remote Sensing*, (February 2014), 25–29.
- Joseph, M., Jayasri, P. V., Dutta, S., Kumari, E. V. S. S., & Prasad, A. V. V. (2017). Oil Spill Detection from RISAT-1 Imagery Using Texture Analysis. *Asia-Pacific Microwave Conference Proceedings, APMC*, 7931359.  
<https://doi.org/10.1109/APMC.2016.7931359>
- KLHK. (2018). Laporan Tim Penanganan Kejadian Tumpahan Minyak ( Oil Spill ) Di Perairan Teluk Balikpapan Kota Balikpapan Dan Kabupaten Penajam Pasir Utara , Provinsi, (April), 1–13.
- Marghany, M. (2001). RADARSAT Automatic Algorithms for Detecting Coastal Oil Spill Pollution. *ITC Journal*. [https://doi.org/10.1016/S0303-2434\(01\)85011-X](https://doi.org/10.1016/S0303-2434(01)85011-X)
- Marghany, M. (2004). RADARSAT for Oil Spill Trajectory Model. *Environmental Modelling and Software*.  
[https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(03\)00162-2](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(03)00162-2)
- Marghany, M., & Van Genderen, J. (2014). Entropy Algorithm for Automatic Detection of Oil Spill from Radarsat-2 SAR Data. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/18/1/012051>
- Misra, A., & Balaji, R. (2017). Simple Approaches to Oil Spill Detection using Sentinel Application Platform (SNAP)-Ocean Application Tools and Texture Analysis: A Comparative Study. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*.  
<https://doi.org/10.1007/s12524-016-0658-2>
- Prayogo, T., Hidayat, Arifin, S., Carolita, I., Winarso, & Hawariyah, S. (2010). *Deteksi dan Analisis Sebaran Tumpahan Minyak di Laut Timor menggunakan Data Satelit Penginderaan Jauh. LAPAN*.
- Putranto, H. E., Hartuti, M., Putri, R. A. E., & Putri, S. G. K. R. (2016). Pemanfaatan Data Sentinel-1 untuk Analisis Tumpahan Minyak secara Multi-Temporal di Perairan Utara Jawa Timur Sentinel-1. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 354–361.
- Silva, A., Branco, W., Silva, D., Habl, L., Sarmiento, T., & Pascual, M. (2017). Semi-automatic Oil Spill Detection in Sentinel-1 SAR Images at Brazil's Coast. *The Ninth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services*, 1–5.
- Solberg, A. H. S., Brekke, C., & Husøy, P. O. (2007). Oil Spill Detection in Radarsat and Envisat SAR Images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*.  
<https://doi.org/10.1109/TGRS.2006.887019>
- Topouzelis, K. N. (2008). Oil spill detection by SAR images: Dark formation detection, feature extraction and classification algorithms. *Sensors*.  
<https://doi.org/10.3390/s8106642>