

DETEKSI TUMPAHAN MINYAK DI TELUK BALIKPAPAN TAHUN 2018 MENGUNAKAN CITRA SENTINEL 1A

DETECTION OF OIL SPILL IN BALIKPAPAN BAY IN 2018 USING SENTINEL 1A IMAGERY

Moh. Tri Arwadi^{1*}, Iwan Suyatna², Widya Kusumaningrum²

¹Mahasiswa Progam Studi Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

²Staff Pengajar Progam Studi Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

Jl. Gunung Tabur Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur

*Email: triarwadi1810@Gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Received : 01 July 2022 Revised : 05 August 2022 Accepted : 10 August 2022 Available online : 15 October 2022</p> <hr/> <p>Keywords: <i>Remote Sensing, Oil Spills, Sentinel Imagery</i></p>	<p><i>Indonesia has strategic shipping lanes and abundant natural resources, one of them is petroleum. These conditions is an advantage for Indonesia, but also it give challenges for the around ecosystem. In March 2018 there was oil spill accident in Balikpapan Bay. This incident brought bad impact for ecosystem around and people too. Based on these the research set out to monitoring the direction of distribution oil spill, the method can use remote sensing technology to search it with Sentinel 1A imagery. The image analysis used thresholding digital number. The results obtained the direction oil spill is spread out to east direction in area about $\pm 82.579 \text{ km}^2$ (01 April 2018). While on 13 April 2018 the oil spill there was still covering area about $\pm 26,896 \text{ km}^2$.</i></p>
<p>Kata Kunci: Penginderaan jauh, tumpahan minyak, Citra Sentinel</p>	<p style="text-align: center;">ABSTRAK</p> <p>Indonesia memiliki jalur pelayaran yang strategis dan sumber daya alam yang melimpah, salah satunya minyak bumi. Kondisi tersebut merupakan keuntungan bagi Indonesia, namun juga memberikan tantangan bagi ekosistem sekitar. Pada bulan Maret 2018 terjadi kecelakaan tumpahan minyak di Teluk Balikpapan. Kejadian ini membawa dampak buruk bagi ekosistem sekitar dan juga manusia. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian untuk memantau arah sebaran tumpahan minyak, metode tersebut dapat menggunakan teknologi penginderaan jauh untuk mencarinya dengan citra Sentinel 1A. Analisis citra menggunakan bilangan digital <i>thresholding</i>. Hasil yang diperoleh adalah arah tumpahan minyak menyebar ke arah timur dengan luas $\pm 82.579 \text{ km}^2$ (01 April 2018). Sedangkan pada 13 April 2018 tumpahan minyak masih terjadi seluas $\pm 26.896 \text{ km}^2$.</p>
<i>xxxx Tropical Aquatic Sciences (TAS) with CC BY SA license.</i>	

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan wilayah lautan yang luas dengan posisi yang strategis dalam aktivitas pelayaran. Salah satu alur pelayaran berada di perairan selat Makassar yang diapit oleh pulau Kalimantan dan pulau Sulawesi. Selain memiliki alur pelayaran yang strategis Indonesia juga memiliki sumberdaya alam berupa minyak bumi, salah satunya terdapat di Balikpapan. Aktivitas pertambangan yang dilaksanakan dapat mencemari ekosistem disekitarnya. Menurut Mukhtasor (2007) kilang minyak yang berada di teluk Balikpapan, memiliki potensi mencemari lingkungan dan berdampak negative pada masyarakat sekitar. Selain itu, aktivitas lalu lintas kapal juga menambah potensi pencemaran perairan tumpahan minyak ke laut. Tumpahan minyak merupakan salah satu penyebab pencemaran air, dimana akibat tumpahan minyak dapat menurunkan kualitas perairan, ekosistem dan dapat mengancam kehidupan biota di dalamnya.

Ekosistem disekitar aktivitas tambang minyak rawan mengalami pencemaran tumpahan minyak. tumpahan minyak dapat terjadi karena kegiatan pertambangan itu sendiri, kecelakaan kapal, pembuangan dari kapal dan lainnya. Pertambangan minyak diteluk Balikpapan telah mengalami kecelakaan yang mengakibatkan pencemaran tumpahan minyak yang luas pada akhir bulan Maret tahun 2018. Tumpahan minyak dapat terjadi

karena adanya kecelakaan pipa penyalur minyak mentah patah. pipa yang patah tersebut menyalurkan minyak dari Terminal Lawe-lawe di Penajam Paser Utara ke kilang Balikpapan (Puspoayu et al, 2018). Pencemaran tersebut menyebar cukup luas diperairan sekitar Balikpapan dan mengganggu lingkungan serta mengganggu aktivitas nelayan. penyebaran tersebut perlu dilakukan pemantauan dimana salah satu metode pemantauannya yakni dengan teknik penginderaan jauh.

Penginderaan jauh merupakan seni atau ilmu untuk mendapatkan informasi dengan tanpa melakukan kontak dengan objek secara langsung. Menurut Lillesand et al. (2015) Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni yang bertujuan memperoleh informasi mengenai suatu objek, area, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh oleh perangkat yang tidak dalam kontak secara langsung dengan sesuatu yang diselidiki. Perangkat yang digunakan dalam penginderaan jauh salah satunya adalah satelit, dimana satelit ini jika dilihat dari sistem perekamannya terbagi menjadi dua yakni sistem aktif dan pasif. Menurut Rijal (2020) Satelit dengan sistem pasif hanya dapat merekam pada saat adanya sinar matahari, sedangkan satelit sistem aktif mampu melakukan perekaman kapan pun tanpa adanya penyinaran matahari. Satelit sistem aktif ini banyak digunakan dalam penelitian tumpahan minyak karena tidak terpengaruh oleh keberadaan awan dan penyinaran matahari.

Citra penginderaan jauh umumnya yang digunakan untuk pemantauan tumpahan minyak merupakan citra dengan sistem aktif, salah satunya yakni citra sentinel 1A. Citra ini digunakan untuk melihat sebaran tumpahan minyak dilakukan oleh banyak peneliti (Rahayuningtyas dan Jaelani, 2020); Abimanyu et al, 2021; Pierucci dan Klemes (2021). Pemilihan citra sentinel 1A digunakan karena citra ini merupakan penginderaan jauh sistem aktif dan tidak dipengaruhi oleh keadaan cuaca (Julianto dan Anggara, 2020).

Citra satelit sentinel 1A tidak dapat langsung digunakan untuk deteksi tumpahan minyak, terdapat beberapa tahapan yakni dari pemotongan citra, koreksi radiometrik, koreksi geometrik dan analisis citra tersebut. Menurut Suinada (2021) pengolahan citra sentinel 1A yakni dari pemotongan citra (subset) Pemotongan citra berfungsi untuk memotong pada area yang akan dianalisis, koreksi radiometrik digunakan untuk mendapatkan citra dengan nilai piksel yang secara langsung berhubungan atau berkaitan dengan nilai backscatter, koreksi geometrik bertujuan untuk menampilkan citra sesuai dengan koordinat bumi, deteksi tumpahan Minyak untuk mengidentifikasi tumpahan minyak yang terjadi pada perairan.

Deteksi tumpahan minyak menggunakan citra sentinel 1A memiliki beberapa metode dari manual hingga otomatis. tumpahan minyak pada citra sar dapat dilihat dengan analisis dark spot, dimana dark spot merupakan objek berwarna gelap dibandingkan daerah sekitarnya. Piksel dark spot tersebut dapat digunakan sebagai ambang batas untuk membedakan piksel lainnya. Threshold atau proses penentuan ambang/batas nilai pixel pada citra digital, merupakan salah satu teknik utama dalam clustering atau klasifikasi citra digital. Metode Thresholding bertujuan untuk membagi gambar input ke dalam dua kategori yakni: piksel yang memiliki nilai kurang dari threshold dan lebih dari threshold (Sasmito dan Suprayogi, 2019).

Pencemaran tumpahan minyak yang luas di area teluk Balikpapan yang memberikan dampak bagi lingkungan sekitar membuat penulis melakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui arah dan luas dari penyebaran tumpahan minyak yang terjadi di teluk Balikpapan di tahun 2018 menggunakan metode penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra satelit sentinel 1A. Metode deteksi tumpahan minyak yang digunakan yakni metode thresholding atau pemberian batasan piksel.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan pada bulan Oktober 2021. Pemilihan lokasi berdasarkan kasus tumpahan minyak pada bulan Maret 2018 di perairan teluk Balikpapan, Kalimantan Timur (Gambar 1).



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Adapun alat dan data yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

Alat	
Perangkat Keras (Hardware)	Perangkat Lunak (Software)
1. Laptop Ram 6Gb	1. Sistem Operasi Windows 10
	2. Software SNAP
	3. Software QGIS 3.20
	4. Microsoft Word dan Excel 2013
Bahan	
1. Data Citra Satelit Sentinel 1 A Tanggal 20 Maret, 01 April, 13 April Tahun 2018	
2. Plugin <i>QuickMapService</i> di QGIS 3.20	

Penelitian ini terdiri dari dari mengunduh data pada website yang tersedia, yakni citra sentinel 1A dengan mode Interferometric Wide Swath (IW), High resolution Ground Range Detected (GRDH) diunduh pada website Alaska (Search.asf.alaska.edu) pada tanggal 01 April 2018 dan 13 April 2018. Selain mendownload data juga menginstall software yang diperlukan yakni software QGIS versi 3.14 dan software SNAP versi 8.0. berikut prosedur deteksi tumpahan minyak dengan metode thresholding digital number:

- Subset*, merupakan proses pemotongan citra sentinel 1A
- Radiometric Calibration*, dengan memanfaatkan tools pada SNAP yakni *Speckle* filter. Proses ini bertujuan untuk mengurangi efek 'salt and pepper' yang umumnya terdapat pada data citra radar.
- Geometry Correction*, merupakan proses untuk memproyeksikan data kedalam sistem referensi koordinat bumi. Pada proses ini menggunakan *Terrain Correction*.
- Mendeteksi tumpahan minyak menggunakan metode *Thresholding*. Threshold atau proses penentuan ambang/batas nilai pixel pada citra digital, merupakan salah satu teknik utama dalam clustering atau klasifikasi citra digital. Metode *Thresholding* digunakan untuk membagi gambar input ke dalam dua kelas: piksel yang memiliki nilai kurang dari *threshold* dan lebih dari *threshold* (Sasmito dan Suprayogi, 2019). Nilai digital number digunakan sebagai ambang batas. Digital number ini didapatkan melalui pengambilan sampel nilai dengan Teknik *Simple Random Sampling*.
- Raster Kalkulator merupakan tools pada *software* QGIS yang berfungsi untuk melakukan perhitungan berdasarkan nilai piksel raster. Metode *Thresholding* memanfaatkan nilai piksel raster dengan rumus sebagai berikut :

$$TM = \text{Terrain Correction} \leq \text{Nilai Ambang Batas}$$

Maksud dari rumus ini yakni dimana nilai piksel raster yang di tampilkan adalah nilai piksel kurang dari nilai ambang batas dan nilai yang lebih dari ambang batas tidak akan ditampilkan. Luas dihitung dengan memanfaatkan *field Calculator* yang tersedia di *software* QGIS, dengan sebelumnya mengkonversi terlebih dahulu format TIFF ke format *Shapefile* (SHP). *Layouting* dilakukan setelah mendapatkan luasan dari tiap data yang di analisis.

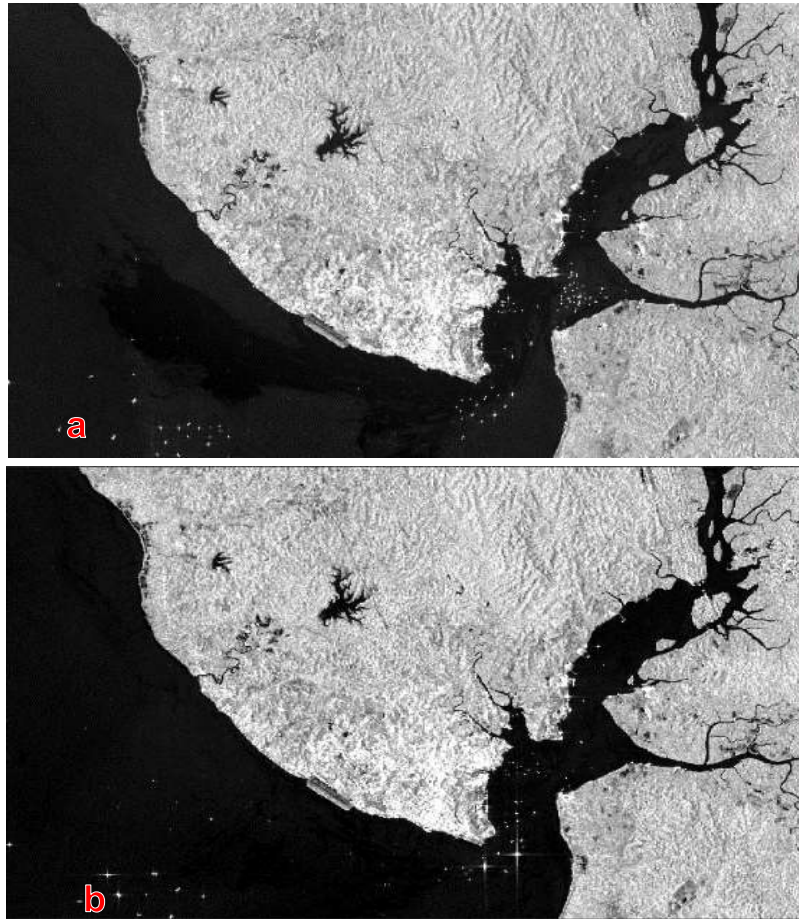
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deteksi tumpahan minyak menggunakan dua citra satelit sentinel 1A pada tanggal 01 April 2018 dan 13 April 2018. Citra satelit sentinel 1A telah banyak digunakan untuk deteksi tumpahan minyak karena satelit sentinel 1A tidak terpengaruh oleh keadaan cuaca. Menurut Julianto dan Anggara (2020) informasi spasial di bumi dan tidak dipengaruhi oleh keadaan cuaca karena syntetic aperture radar (SAR) merupakan penginderaan jauh sistem aktif yang menggunakan gelombang mikro. Deteksi tumpahan minyak dilakukan sesuai prosedur penelitian yang telah diuraikan.

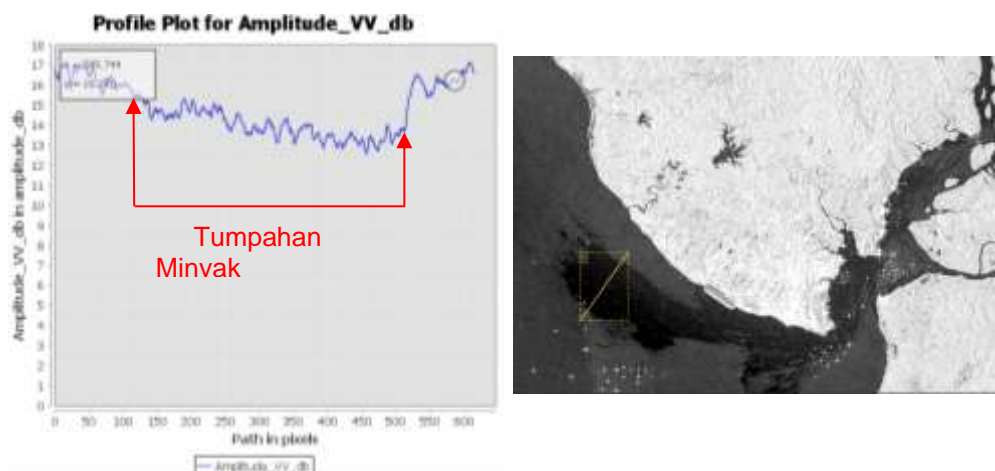
Pada analisis citra satelit sentinel 1A dengan menggunakan perangkat lunak SNAP, tumpahan minyak menunjukkan perbedaan warna antara daratan, perairan dan tumpahan minyak. Citra sentinel 1A akan menampilkan tumpahan minyak berwarna hitam karena ketika permukaan tumpahan minyak yang terkena gelombang radio dan pancaran balik yang akan diterima satelit sentinel 1A akan dianggap sama sehingga warna dari tumpahan minyak akan hitam (Gambar 2).

Gambar a dan b dapat dilihat secara visual bahwa adanya perbedaan warna antara daratan, perairan dan tumpahan. Tumpahan minyak akan berwarna hitam karena ketika permukaan tumpahan minyak yang terkena

gelombang radio dan pancaran balik yang akan diterima satelit sentinel 1A akan dianggap sama sehingga warna dari tumpahan minyak akan hitam. Menurut (Chaturvedi et al, 2020) Area tumpahan minyak akan berwarna lebih gelap karena mempunyai nilai reflectance pada area tumpahan minyak akan lebih rendah. Profil plot dilihat untuk memastikan perbedaan antara tumpahan minyak dengan perairan yang tidak terkontaminasi. Hasil profil plot dapat dilihat pada gambar 2. Pada profil plot tersebut dapat dilihat bahwa nilai dB antara tumpahan minyak dan air terlihat jelas. Pada wilayah tumpahan minyak nilai dB turun.



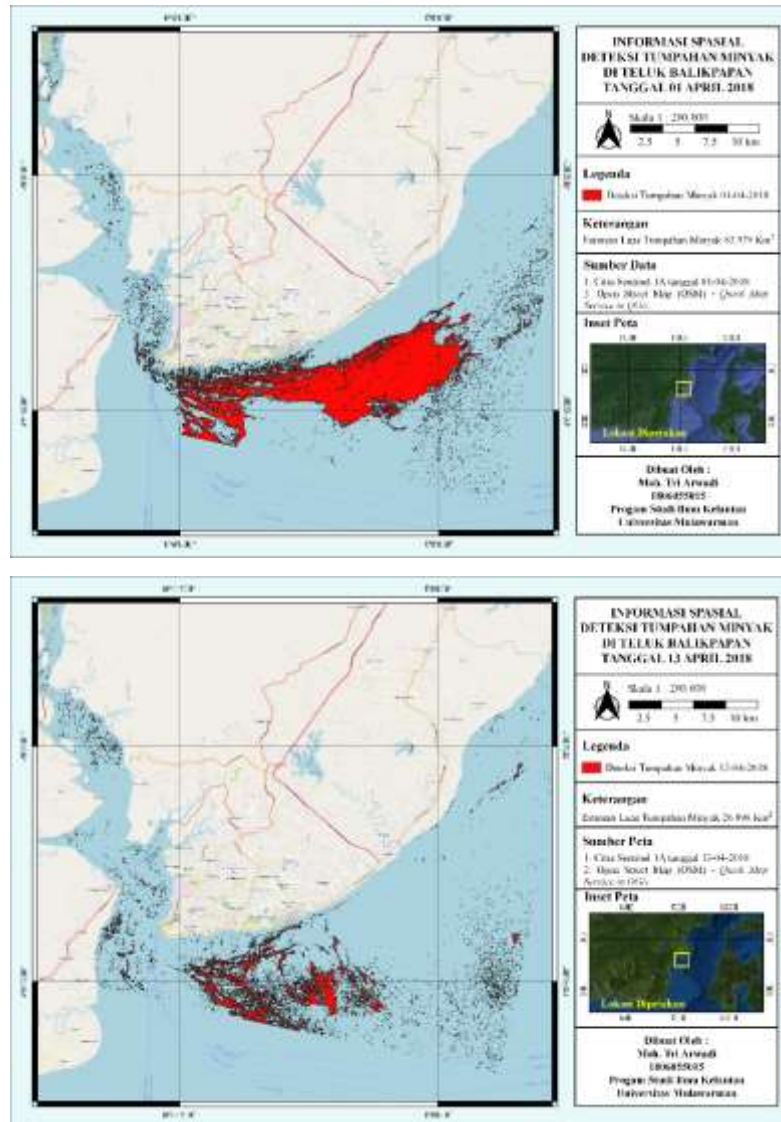
Gambar 2. Hasil Speckle Filter (Gambar a (01/04/2018), Gambar b (13/04/2018))



Gambar 3. Profile Plot antara tumpahan minyak dan air tanggal 01/04/2018

Perbedaan warna antara perairan dan tumpahan minyak tersebut terlihat sangat jelas karena dilakukan proses koreksi radiometrik. Koreksi ini perlu dilakukan karena untuk mengurangi gangguan yang diterima saat

perekaman berlangsung. Koreksi radiometrik hanya memperbaiki kondisi citra sehingga tidak dapat melihat arah sebenarnya dari penyebaran tumpahan minyak, dengan demikian harus dilakukan koreksi geometrik untuk memproyeksikan citra sesuai keadaan bumi. Menurut Suniada (2021) koreksi geometrik digunakan untuk memproyeksikan data tumpahan minyak kedalam koordinat bumi. Berikut hasil deteksi tumpahan minyak (Gambar 3).



Gambar 4. Peta informasi sebaran tumpahan minyak di Teluk Balikpapan berdasarkan citra sentinel 1a: a (01/04/2018), b (13/04/2018)

Hasil koreksi radiometrik dan geometrik menunjukkan tumpahan minyak pada kedua tanggal tumpahan minyak mengarah keluar dari teluk Balikpapan dan menuju ke timur (Gambar 8). Penyebaran tersebut diduga akibat pengaruh angin dan pengaruh pasang surut. Hasil penelitian dari Millah et al. (2019) simulasi penyebaran tumpahan minyak, hembusan angin mempengaruhi arah arus air laut yang berakibat pada pergerakan tumpahan minyak. Arah sebaran tersebut juga diperkuat oleh penelitian Nur et al. (2018) pada tanggal 31 Maret – 01 April 2018 di teluk Balikpapan, telah diperoleh hasil dari pemodelan arus permukaan yakni pada saat surut sebagian besar mengalir dari arah timur laut, sedangkan saat kondisi pasang tinggi berubah arah dari barat daya ke timur laut.

Pada tanggal 01 April menunjukkan penyebaran tumpahan minyak terluas dibandingkan kedua tanggal lainnya, yakni sebesar 82,579 km². Tumpahan minyak pada tanggal 01 April 2018 terdeteksi sangat luas karena pada tanggal tersebut merupakan satu hari setelah kejadian tumpahan minyak. Sementara tanggal 13 April 2018 masih terlihat adanya tumpahan minyak seluas 26,896 km². Sisa tumpahan minyak tersebut

dimungkinkan sisa – sisa tumpahan minyak pada tanggal 01 April 2018. Menurut Bosnia (2018) dalam artikelnya mengatakan pihak pemerintah membentuk tim untuk menangani dampak lingkungan dari tumpahan.

4. KESIMPULAN

1. Luas sebaran tumpahan minyak berdasarkan analisis citra satelit sentinel 1A yakni tanggal 01 April 2018 sebesar 82,579 km², 13 April 2018 sebesar 26,896 km²
2. Tumpahan minyak pada tanggal 31 Maret 2018 di Teluk Balikpapan terekam oleh citra satelit sentinel 1A pada tanggal 01 April 2018.
3. Metode *Threshold Digital Number* mampu untuk mendeteksi tumpahan minyak di Teluk Balikpapan

REFERENSI

- Abimanyu, A. Pranowo, Widodo, S., Afandi, Ibnu, N.K.A., Purba, N.P. 2021. Reconstruction of oil spill trajectory in The Java Sea, Indonesia using SAR Imagery. *Jurnal Geography, Environment, Sustainability*;14(1): 177-184.
- Bosnia, T. 2018. Ini Langkah Pemerintah Tangani Tumpahan Minyak Balikpapan [Halaman Web]. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20180403201243-4-9577/ini-langkah-pemerintah-tangani-tumpahan-minyak-balikpapan> [Diakses pada 17 Maret 2021].
- Chaturvedi, S.K., Banerjee, S. & Lele, S. 2020. An assessment of oil spill detection using Sentinel 1 SAR-C Images. *Journal of Ocean Engineering and Sciences*; 5(2): 116-135.
- Julianto, R., & Anggara, O. 2020. Deteksi perubahan garis pantai menggunakan citra satelit Sentinel-1 studi kasus: Pesisir Kabupaten Lampung Selatan. Seminar Nasional Geomatika 2020: Informasi Geospasial untuk Inovasi Percepatan Pembangunan Berkelanjutan. Hlm. 623-632.
- Lillesand, T., Kiefer, R.W., & Chipman, J. 2015. Remote Sensing And Image Interpretation. United States of America. Wiley.
- Millah, N., Anggriyani, I., & Nugraheni, K. 2019. Simulasi pergerakan tumpahan minyak di laut dengan pengaruh angin. *SPECTA Journal of Technology*; 3(3): 11-19.
- Mukhtasor. 2007. Pencemaran Pesisir dan Laut. PT PradnyaParamita, Jakarta.
- Nur, A.A., Mandang, I., Mubarrok, S., & Riza, M. 2018. The changes of water mass characteristics using 3-dimensional regional ocean modeling system (ROMS) in Balikpapan Bay, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*; 162 (1).
- Puspoyu, E.S., Hakim, A.R., & Bella, H.S. Tinjauan yuridis pertanggungjawaban pencemaran minyak di wilayah Teluk Balikpapan. *Jurnal Hukum Ius Quia Iustum*; 25(3): 560-580
- Pierucci, S., & Klemes, J.J. 2021. Oil spill identification and monitoring from Sentinel-1 SAR satellite earth observations: a machine learning approach. *Chemical Engineering Transactions*; 86: 379-384.
- Rahayuningtyas, N., & Jaelani, L.M. 2020. Analisis deteksi tumpahan minyak di Perairan Pantura Jawa menggunakan satelit Sentinel-1A metode adaptive threshold. *Jurnal Teknik Its*; 9(2): G55-G60.
- Rijal, S.S. 2020. Mengolah Citra Penginderaan Jauh Dengan Google Earth Engin. Yogyakarta : Deepublish.
- Sasmito, B., & Suprayogi, A. 2019 Kajian deteksi dan penentuan garis pantai dengan metode terestris dan pengindraan jauh. *Jurnal Elipsoida*; 2(2): 1-6.
- Suniada, K.I. 2021. Pemanfaatan data citra satelit Sentinel-1 untuk pemantauan sebaran tumpahan minyak di WPP 713. *Jurnal Kelautan Nasional*; 16(1): 15-24.