

**PEMODELAN SEBARAN TUMPAHAN MINYAK DI PERAIRAN TELUK BALIKPAPAN,
KALIMANTAN TIMUR**

Yanthi Sepriana Siagian, Aziz Rifai, Aris Ismanto

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698
Email: yantisepri16@yahoo.co.id;paparif@yahoo.com;aris.ismanto@gmail.com

Abstrak

Perairan Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur merupakan salah satu perairan Indonesia yang memiliki pelabuhan laut yang berfungsi sebagai jalur pelayaran /lalu lintas berbagai kapal pengangkut komoditi perdagangan yang rentan mengalami kejadian tumpahan minyak. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pola sebaran tumpahan minyak mentah(*crude oil*) dengan pendekatan model *Hydrodynamic* dan model *Oil Spill Analysis* di PerairanTeluk Balikpapan. Data primer penelitian adalah data aruslaut, pasangsurut, dan suhu air laut, sedangkan data sekunder adalah data angin, batimetri, data volume fraksi minyak dan data *port information*. Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, sedangkan untuk penentuan lokasi pengukuran menggunakan metode *purposive sampling*. Hasil analisa data pasut diperoleh bilangan *Formzahl* sebesar 0,26 sehingga dapat diketahui tipe pasang surut Perairan Balikpapan adalah tipe campuran condong ke harian ganda. Simulasi model sebaran tumpahan minyak mentah memperlihatkan sebaran tumpahan minyak menuju ke arah barat laut saat pasang, dan sebaliknya menyebar ke arah tenggara saat surut. Penyebaran tumpahan minyak berbentuk lintasan solid saat kondisi perbani dan berbentuk acak saat kondisi purnama.

Kata kunci: Tumpahan Minyak, Pendekatan Model *Hydrodynamic*, Model *Oil Spill Analysis*, PerairanTeluk Balikpapan.

Abstrack

The waters of the Bay in Balikpapan, East Kalimantan is one of Indonesian waters seaport that serves as the shipping line of various trading commodities ships that is susceptible to an oil spill incident. The purpose of this study is to determine the distribution pattern of the crude oil spill with Hydrodynamic model approaches and models of Oil Spill in Bay waters Analysis Balikpapan. The primary data are current data, tidal data and sea temperature data, while the secondary data are wind data, batimetri, oil fraction volume, and port information data. This research method used a quantitative method. The stations of the measurement was using determined purposive sampling method. Based on the tidal data analysis obtained Formzahl numbers of 0,26 that can be known types of tidal waters Balikpapan is a mixed tide prevailing semi diurnal. Simulation models of the distribution of the crude oil showed that oil spreading toward the northwest at high tide, otherwise the oil spreading foward the southeast at the lowest tide. The spreading of the oil spill trajectory shaped a solid line when neap tide and oil spill trajectory shaped randomly when the spring tide.

Keywords : *Oil Spill, Hydrodynamics Model, Model Oil Spill Analysis, Water of the Bay in Balikpapan.*

1. Pendahuluan

Teluk Balikpapan merupakan salah satu daerah yang menyimpan potensi kekayaan alam paling banyak di Kalimantan terutama Kalimantan Timur (Bappeda Kota Balikpapan, 2007). Perairan Balikpapan juga merupakan daerah eksploitasi, daerah pengilangan minyak, dan alur pelayaran baik skala lokal, nasional, atau internasional. Pembangunan kilang minyak di daerah Balikpapan berpotensi memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat sekitar (Mukhtasor, 2007).

Lalu lintas kapal di kawasan tersebut berpotensi terjadinya pencemaran tumpahnya minyak ke perairan laut. Tumpahan minyak dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti kecelakaan kapal tanker, kebocoran pipa, tumpahan minyak saat pengangkutan ke kapal dan kebakaran kapal (Mukhtasor, 2007). Tumpahan minyak tersebut menyebar dan memberikan dampak negative bagi lingkungan di sekitarnya. Oleh karena itu, tindakan antisipasi terjadinya peristiwa kasus pencemaran laut dan pesisir oleh tumpahan minyak perlu dilakukan.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan suatu tindakan untuk dapat mencegah terjadinya kasus yang serupa, diperlukan informasi pola arus dan angin untuk memprediksi arah penyebaran tumpahan minyak yang terjadi di Perairan Balikpapan. Prediksi arah penyebaran tumpahan minyak, dapat mengurangi meluasnya tumpahan minyak di Perairan Balikpapan. Prediksi pola sebarantumpahan minyak di Perairan Balikpapan dapat dilakukan dengan pendekatan model untuk membantu dalam penanggulangan bencana tumpahan minyak.

2. MateridanMetode

A. Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan untuk penelitian ini berupa data hasil pengukuran arus laut lapangan dengan menggunakan *Infinity AEM Current Meter*, data hasil pengamatan pasang surut selama 15 hari dan data hasil pengukuran suhu air laut. Data sekunder sebagai pelengkap data primer untuk mendukung penelitian ini meliputi peta bathimetri tahun 2013 dari Dinas Hidro-Oseanografi TNI AL, Volume fraksi *crude oil* dari PT.(Persero) PERTAMINA RU V Balikpapan tahun 2004 dan *Port Information* (Data jenis minyak yang diangkut dan diolah) dari PT.(Persero) PERTAMINA RU V Balikpapan tahun 2013.

B. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode kuantitatif yang memenuhi kaidah-kaidah ilmiah konkret/empiris, obyektif, terukur, rasional, dan sistematis. Metode kuantitatif menggunakan data penelitian berupa angka-angka dan di analisa secara statistik (Sugiyono, 2010).

Metode analisa data pasang surut menggunakan metode *admiralty* untuk mendapatkan nilai komponen- komponen pasang surut (Ongkosongo dan Sunaryo, 1989). Pengambilan data pasang surut dilakukan selama 15 hari dengan interval waktu perekaman data setiap 1 jam. Metode pengambilan data arus laut menggunakan metode Euler yang menghasilkan arah dan kecepatan arus, dan durasi waktu (Emery et al., 2007). Pengambilan data arus dilakukan dengan menggunakan *Infinity AEM Current Meter* selama 1 x 25 jam dengan interval waktu perekaman data setiap 1 jam. Selain itu, pengukuran suhu air laut menggunakan *Van Dorn/ Nansen Bottle Sampler* (Omori dan Ikeda, 1992). Pengambilan data suhu air laut dilakukan selama 1 x 25 jam dengan interval waktu pengukuran data setiap 1 jam.

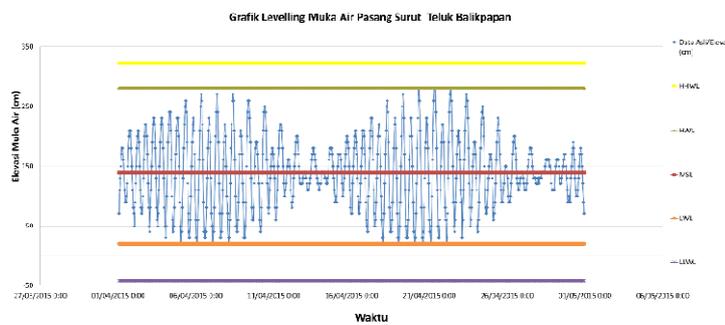
Metode Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif (Sugiyono, 2010), analisis dari hasil pemodelan hidrodinamika dan sebaran tumpahan minyak dalam penelitian ini dilakukan pada delapan kondisi pasang surut karena waktu tersebut dianggap mewakili seluruh kondisi perairan selama waktu pemodelan.

3. Hasil dan Pembahasan

PasangSurut

Pengolahan data pasangsurutselama 15 hari di Perairan Teluk Balikpapan menggunakan metode *Admiralty* menghasilkan komponen harmonic pasang surut dan melalui perhitungan dengan menggunakan nilai – nilai komponen harmonic tersebut didapatkan nilai Tinggi Muka Air Rata – rata (*Mean Sea Level*) sebesar 139,74 cm, Air Terendah (*Low Water Level*) sebesar 20 cm, Air Tertinggi (*High Water Level*) sebesar 280 cm, Air Rendah Terendah (*Lowest Low Water Level*) sebesar -42,46 cm, Air Tinggi Tertinggi (*Highest High Water Level*) sebesar 321,94 cm.

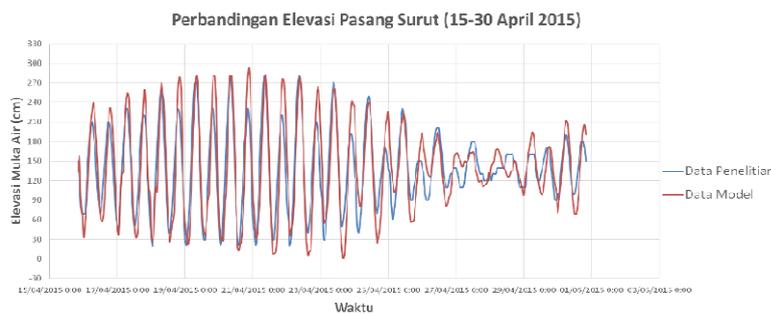
Bilangan *Formzahl* yang diperoleh dari hasil analisa komponen harmonic pasang surut sebesar 0,026 yang menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Perairan Teluk Balikpapan adalah bertipe campuran condong harian ganda. Tipe pasut dominan ganda ditandai dengan dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda (Ongkosongo dan Sunaryo, 1989). Hal tersebut terlihat jelas pada grafik pasang surut pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Levelling Muka Air Pasang Surut

Verifikasi Data Model dengan Data Lapangan

Berdasarkan hasil pengukuran elevasi muka air di lapangan dengan hasil model didapatkan nilai *Mean Relative Error* (MRE) sebesar 25.23 % yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan ElevasiMuka Air Laut Data Lapangan denganData Model (Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2015)

Validasi Hasil Arus Laut Pengukuran Lapangan dan Pemodelan

Hasil pengukuran arus lapangan dilakukan untuk memvalidasi data arus pemodelan. Validasi data arus lapangan dan pemodelan disajikan pada Tabel 1.

No	Paramete r	Standar Deviasi (σ_D)	Cost Function (CF)	Kategor i
----	---------------	--------------------------------	--------------------	--------------

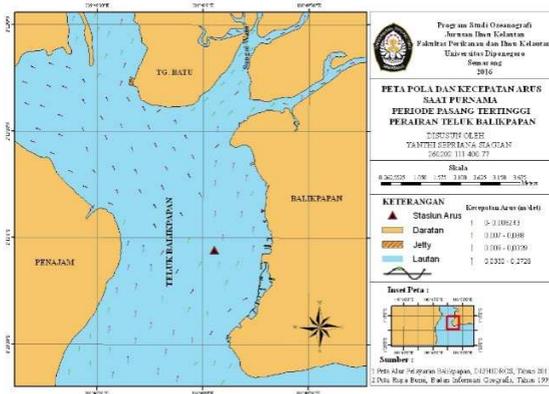
1.	Kecepatan Arus	$\sigma_D = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (D_n - \bar{D})^2}$ $\sigma_D = \sqrt{\frac{1}{151} \sum_{n=1}^{151} (0,213)}$ $= 0,0376$	$CF = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left[\frac{D_n - M_n}{\sigma_D} \right]$ $CF = \frac{1}{151} \sum_{n=1}^{151} 72,0887$ $= 0,4774$	Sangat Baik
----	----------------	--	--	-------------

(Sumber : Pengolahan Data Penelitian, 2015)

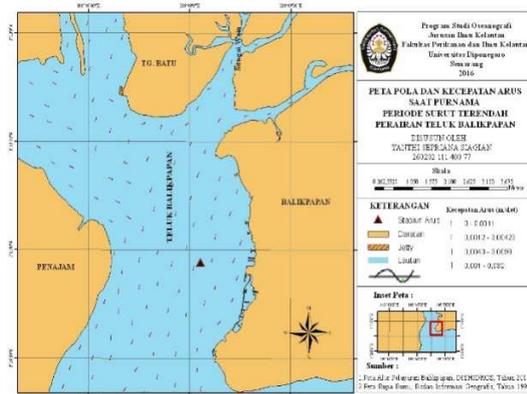
Hasil Simulasi Model Hidrodinamika

Hasil dari simulasi model hidrodinamika yang memperlihatkan pola atau arah arus bergerak dari selatan menuju utara kemudian berbelok ke arah barat laut teluk balikpapan saat pasang tertinggi dan arus bergerak dari arah utara menuju ke arah selatan kemudian berbelok ke arah tenggara mendekati Pantai Teluk Balikpapan saat surut terendah. Perbedaan pergerakan pola dan arah arus saat surut menuju pasang disebabkan karena perbedaan elevasi muka air laut di Perairan Teluk Balikpapan. Nontji (1987) dalam Dahuri et al. (2004) menjelaskan bahwa pergerakan arus laut di perairan-perairan pantai, utamanya di teluk ataupun selat sempit, gerakan naik turunnya muka air akan menimbulkan arus pasut dengan arah gerakan bolak-balik. Apabila muka air naik, arus akan mengalir masuk, sedangkan pada saat muka air turun, arus akan mengalir keluar.

Kecepatan rata-rata arus laut di Perairan Teluk Balikpapan saat kondisi perbani sebesar 0,029 m/s pada saat pasang tertinggi dan saat surut terendah sebesar 0,04 m/s, sedangkan kecepatan rata-rata arus laut saat kondisi purnama sebesar 0,125 m/s saat pasang tertinggi dan saat surut terendah sebesar 0,103 m/s. Kecepatan arus tertinggi terjadi pada saat kondisi purnama dikarenakan oleh interval elevasi muka air yang panjang dan juga kondisi kedudukan antara bulan dan matahari sejajar dengan bumi, sehingga gaya tarik bulan dan matahari mencapai titik maksimum. Pernyataan ini sesuai dengan Hadi dan Radjawane (2009) menyatakan bahwa pasang surut purnama (*spring tide*) terjadi arus yang kuat akibat posisi bulan paling dekat dengan bumi atau *moon's prige*, sementara pada saat kondisi perbani (*neap tide*) terjadi arus yang lemah akibat posisi bulan yang paling jauh dengan bumi atau *moon's prige* terjadi arus yang lemah.



Gambar 3. Pola Arus pada Kondisi Purnama saat Pasang Tertinggi (Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2015)



Gambar 4. Pola Arus pada Kondisi Purnama saat Surut Terendah (Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2015)

Simulasi Model Tumpahan Minyak pada Kondisi Pasut

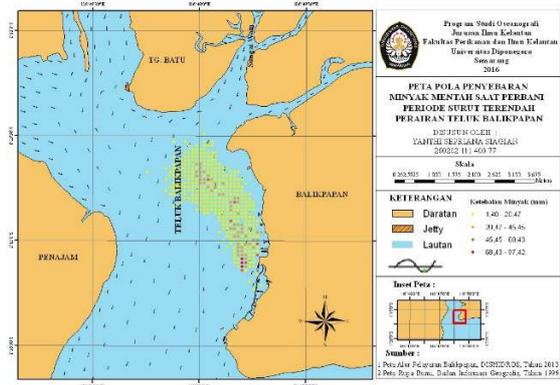
Hasil simulasi model sebaran tumpahan minyak jenis minyak mentah dapat dilihat bahwa pergerakan tumpahan minyak mengikuti arah pergerakan arus pasang surut yang dominan di Perairan Teluk Balikpapan. Saat pasang, tumpahan minyak bergerak menuju ke arah barat laut, sedangkan saat surut, tumpahan minyak berbalik bergerak menuju ke arah tenggara dan menjauhi sumber tumpahan. Arah pergerakan tumpahan ini sangat dipengaruhi oleh pergerakan arus permukaan yang dipengaruhi oleh angin dan pasang surut yang terjadi saat itu, karena arus laut merupakan faktor oseanografi yang menyebarkan minyak ketika tumpah di perairan setelah membentuk lapisan (*oil slick*) sehingga dengan segera akan bertambah luas permukaan minyak tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa angin dan arus pasang surut memindahkan unsur-unsur dari lapisan minyak secara relatif satu sama lain dan mempercepat proses penyebaran (DHI Water and Enviroment, 2007).

Saat peristiwa terjadinya tumpahan minyak yang terjadi di Perairan Teluk Balikpapan pada kondisi perbani memperlihatkan pola sebaran minyak mentah menyebar dengan lapisan minyak tipis sebagian besar hanya berada pada perairan antara Kabupaten Penajam dengan TG. Batu. Pola sebaran tumpahan minyak pada kondisi ini memiliki bentuk seperti lintasan (*trajectory*) yang masih terhubung satu sama lain, sedangkan sebaran tumpahan minyak pada kondisi purnama memperlihatkan sebaran tumpahan minyak menyebar semakin meluas dan melewati batas domain model melalui batas sebelah barat, tapi mengalami pergerakan bolak-balik sehingga membentuk pola sebaran yang acak serta terputus antara tumpahan minyak yang menyebar menuju ke perairan antara Kabupaten Penajam dan TG. Batu hingga mencapai Sungai Wain dengan sebaran minyak yang menuju ke garis pantai Teluk Balikpapan. Sebaran lapisan minyak mentah (*crude oil*) yang menyebar di Perairan Teluk Balikpapan mengalami proses yang dipengaruhi oleh adanya proses pelapukan minyak seperti disolusi (kelarutan), emulsifikasi, evaporasi, dan dispersi vertikal.

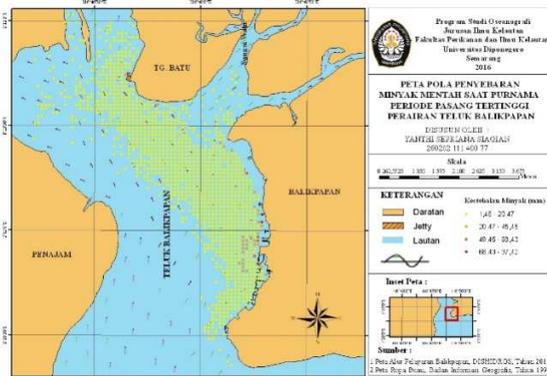
Waktu pemaparan minyak mentah (*crude oil*) memiliki nilai residu sebesar 69.02%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sabhan *et al.*, (2010) bahwa minyak memiliki tingkat pemaparan yang lebih lama karena memiliki fraksi residual yang lebih besar.



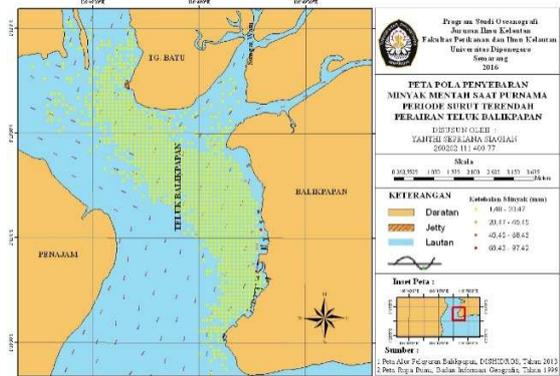
Gambar 5. Sebaran Tumpahan Minyak Jenis Minyak Mentah pada Kondisi Perbani saat Pasang Tertinggi (Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2015)



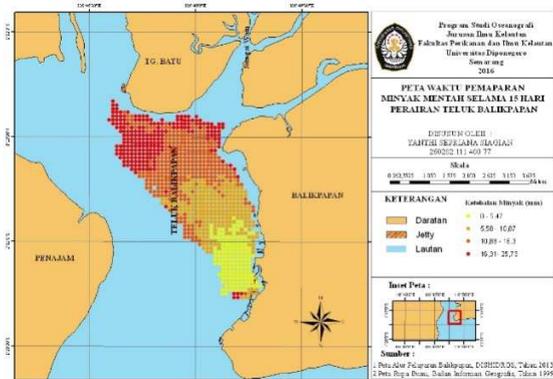
Gambar 6. Sebaran Tumpahan Minyak Jenis Minyak Mentah pada Kondisi Perbani saat Surut Terendah (Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2015)



Gambar 7. Sebaran Tumpahan Minyak Jenis Minyak Mentah pada Kondisi Purnama saat Pasang Tertinggi (Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2015)



Gambar 8. Sebaran Tumpahan Minyak Jenis Minyak Mentah pada Kondisi Purnama saat Surut Terendah (Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2015)



Gambar 9. Waktu Pemaparan Minyak Mentah (Crude Oil) Selama 15 Hari (Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2015)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi sebaran tumpahan minyak mentah dengan pendekatan model hidrodinamika dan spill analysis di Perairan Teluk Balikpapan dapat disimpulkan bahwa pola sebaran tumpahan minyak mentah (crude oil) memiliki pola penyebaran yang berbentuk lintasan (trajectory) pada kondisi perbanidan pola penyebaran yang secara acak serta terputus pada kondisi purnama dengan lebar penyebaran yang lebih besar karena karakteristik minyak dan penyebaran yang lebih luas karena pengaruh angin dan arus pasang surut di Perairan Balikpapan.

Saat kondisi pasang, tumpahan minyak menyebar menuju kearah barat laut. Sedangkan saat surut tumpahan minyak bergerak menuju kearah tenggara dan bergerak secara bolak-balik dengan ketebalan lapisan yang semakin tipis menjauhi sumber tumpahan. Hasil simulasi waktu pemaparan selama 15 hari untuk jenis tumpahan minyak mentah (crude oil) dengan periode tumpahan minyak 3 jam memiliki nilai residu sebesar 69,02%.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Pusat Pengembangan Ekoregion Balikpapan, Kalimantan Timur, PT.(Persero) PERTAMINA RU V Balikpapan, Dinas Hidro- Oseanografi dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika(BMKG) Balikpapan atas sarana dan fasilitas yang diberikan selama penelitian ini berlangsung, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

DaftarPustaka

- Bappeda Kota Balikpapan. 2007. Penyusunan Rencana Detail/Teknis Tata Ruang Kawasan Industri Kariangau (Final Report), Balikpapan.
- Dahuri R., J. Rais, S.P. Gintingdan M.J. Sitepu. 2001. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [DHI] Danish Hydraulic Institute Water and Enviroment. 2007. Manual Mike 21 Flow Model Hydrodynamic Module, Scientific Background. DHI Waters & Enviroment, Horsholm, Denmark.
- Emery, William J., Lynne D.Talleydan George L. Pickard. 2007. Descriptive Physical Oceanography. Elsevier
- Hadi, S. D. K., danRadjawane, I. M. 2009. ArusLaut. InstitutTeknologi Bandung, Bandung.
- Mukhtasor. 2007. Pencemaran pesisir dan laut. PT PradnyaParamita, Jakarta.
- Ongkosono,O.S.R. dan Suyarso. 1989. PasangSurut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI, Jakarta.
- Omori, M., Ikeda, T. 1992. Methods In Marine Zooplankton Ecology. Krieger Publishing Company: Malabar, USA.
- Sabhan, E., M.Tri H., Andri P. 2010. Pemodelan Pola Sebaran Tumpahan Minyak yang berbeda di Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta. Jurnal Ilmu Kelautan. Vol.1 (4)
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung.