

PEMODELAN TUMPPAHAN MINYAK DI PERAIRAN TELUK LAMPUNG

Nur Fitriana Haryanto^{*)}, Indra Budi Prasetyawan^{*)}, Jarot Marwoto^{*)}

^{*)} Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698
Email : nurfitriannaharyanto25@gmail.com; indrabudiprasetyawan2016@gmail.com;
jrt.marwoto@gmail.com

Abstrak

Perairan Teluk Lampung, Provinsi Lampung merupakan salah satu perairan yang rentan mengalami tumpahan minyak. Kegiatan distribusi minyak yang berada di Pelabuhan Panjang kawasan Teluk Lampung erat kaitannya dengan proses bongkar muat minyak oleh kapal tanker. Kegiatan bongkar muat minyak inilah yang rentan terjadi tumpahan. Tumpahan minyak yang masuk ke perairan akan menyebar di permukaan laut dan menyebabkan dampak yang negatif bagi lingkungan pesisir dan laut. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui sebaran tumpahan minyak jenis bensin dan diesel di Perairan Teluk Lampung. Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif. Tahapan penelitian ini yaitu pengukuran data lapangan, pemodelan hidrodinamika dan pemodelan tumpahan minyak. Penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive sampling*. Hasil simulasi model hidrodinamika pola kecepatan arus di perairan Teluk Lampung bergerak secara bolak-balik mengikuti periode pasang dan surut. Sebaran minyak jenis bensin dominan ke arah utara dan selatan, di utara teluk terjadi penumpukan minyak dengan ketebalan diatas 135 mm sedangkan ke arah selatan minyak menyebar sejauh ± 35 dengan waktu pemaparan 200 – 300 jam atau selama 8 – 13 hari. Sebaran jenis minyak diesel dominan ke arah utara dan selatan-barat daya, di utara teluk penumpukan minyak dengan ketebalan diatas 135 mm sedangkan ke arah selatan minyak menyebar sejauh ± 45 km dengan waktu paparan selama 300 – 400 jam atau selama 13 – 16 hari. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sebaran minyak jenis bensin dan diesel mengikuti pola arus. Sebaran tumpahan minyak jenis diesel lebih jauh penyebarannya serta waktu pemaparannya dibandingkan sebaran tumpahan minyak jenis bensin, hal ini dikarenakan minyak jenis bensin lebih cepat menguap dan terdegradasi dibandingkan minyak jenis diesel.

Kata Kunci: Tumpahan Minyak, Model Hidrodinamika, Model *Spill Analysis*, Perairan Teluk Lampung

Abstract

Lampung Bay, Lampung Province is one of the waters vulnerable to oil spills. Oil distribution activities located in Panjang Port Lampung Bay region are closely related to the process of loading and unloading of oil by tankers. Loading and unloading activities are vulnerable oil spill occurs. The oil spill that went into the water will spread in sea level and cause a material adverse effect on the coastal and marine environment. The purpose of the study was to determine the distribution of the oil spill of gasoline and diesel in the Lampung Bay. The research method that used was quantitative methods. Stages of this research were measurement of field data, hydrodynamic modeling and modeling of oil spills. To determine the location research used purposive sampling method. From the models simulation was concluded that the current in Lampung Bay was bidirectional that followed the tide pattern. Distribution dominant crude gasoline to the north and the south, in the north of the bay there was accumulation of oil with a thickness of over 135 mm, while to the south the oil spread as far as ± 35 with an exposure time of 200-300 hours or for 8-13 days. Distribution of the dominant type of diesel oil to the north and the south-southwest, in the northern bay oil buildup with a thickness of over

135 mm, while to the south the oil spread as far as ± 45 km with a time exposure for 300-400 hours or as long as 13-16 days. Based on the research might concluded that the distribution of types of gasoline and diesel oil was follow the sea current. Distribution of types of diesel oil spill further distribution and presentation time than the distribution of oil spills of gasoline, because the crude gasoline evaporate quickly and degrade than crude diesel.

Keywords: Oil Spills, Hydrodynamic Model, Spill Analysis Model, Lampung Bay

1. Pendahuluan

Pelabuhan Panjang yang berada di kawasan Teluk Lampung merupakan area dengan intensitas operasional kapal yang tinggi. Operasional kapal ini salah satunya terlihat di *jetty* I dan *jetty* II yang melakukan proses bongkar muat minyak jenis bensin dan diesel. Bongkar muat minyak jenis bensin dalam seminggu terjadi tiga kali suplai, sedangkan bongkar muat jenis diesel dalam seminggu terjadi sekali suplai. Muatan jenis bensin dan diesel ini berasal dari suplai Terminal BBM Tanjung Gerem, Kilang Plaju Palembang dan impor (Pertamina, 2016). Proses bongkar muat minyak akan selalu rentan terhadap tumpahan minyak. Tumpahan minyak yang masuk ke perairan laut dapat menyebar dengan cepat dikarenakan angin, gelombang, dan arus dalam kurun waktu beberapa jam di tempat terbuka (Fingas, 2001).

Sebaran tumpahan minyak berdampak buruk bagi ekosistem. Dampak jangka pendek dari pencemaran minyak antara lain yaitu molekul-molekul hidrokarbon minyak dapat merusak membransel biota laut yang mengakibatkan keluarnya cairan sel dan berpenetrasinya bahan tersebut ke dalam sel. Bahan tersebut akan masuk ke dalam sel biota seperti udang dan ikan yang menyebabkan biota tersebut beraroma dan berbau minyak serta menurunkan mutunya. Jangka panjang dari pencemaran minyak akan berdampak buruk karena masuk kedalam sistem rantai makanan (Sumadhiharta, 1995).

Menilik dari kerawanan dan dampak yang ditimbulkan tumpahan minyak di Perairan Teluk Lampung maka perlu adanya pencegahan dan penanggulangan. Metode penanggulangan salah satunya yaitu dengan menggunakan simulasi pemodelan. Simulasi dapat digunakan untuk mengetahui proses penyebaran minyak yang telah, sedang, dan mungkin terjadi dengan waktu dan biaya yang lebih efisien.

2. Materi dan Metode Penelitian

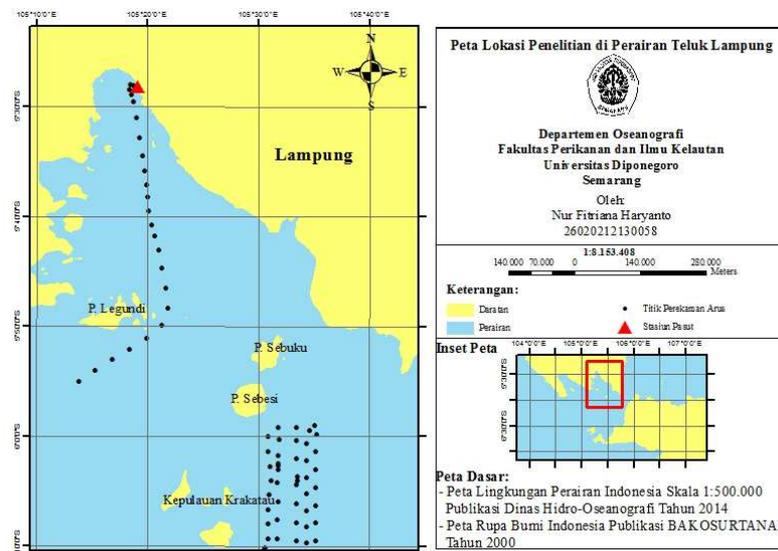
Materi penelitian terbagi menjadi dua yaitu materi utama dan materi penunjang. Materi utama berupa data arus, pasang surut, peta LPI 1 : 500.000 di wilayah Teluk Lampung, sedangkan materi penunjang berupa data salinitas, suhu permukaan laut, suhu udara, data minyak, dan data prediksi pasang surut.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dimana, menurut Sugiyono (2009), metode kuantitatif merupakan metode ilmiah karena memenuhi kaidah ilmiah dan data penelitian berupa angka angka dan analisisnya menggunakan analisa statistik atau model. Penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan lokasi yang didasarkan pada pertimbangan tertentu. Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari pengumpulan data dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan dan diolah berupa data arus, data pasang surut, data meteorologi, data peta batimetri, dan data minyak.

Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) dengan jenis *Teledyne Vessel Mounted ADCP* menggunakan frekuensi 150 Hz yang dipasang di bawah kapal. Data arus yang diambil adalah data arus tiap titik yang dilalui kapal (gambar 1). Data arus ini digunakan untuk memverifikasi hasil model.

Data pengukuran pasang surut lapangan diperoleh dari BIG pada koordinat $5^{\circ} 28' 11''$ S $105^{\circ} 19' 11''$ E Pelabuhan Panjang, Lampung. Data diambil selama 31 hari dengan interval 1 jam. Data ini digunakan menjadi data verifikasi hasil model. Data Peta LPI diambil dari Peta DISHIDROS TNI-AL wilayah Teluk Lampung tahun perbaharuan 2014. Peta Batimetri yang diperoleh dalam bentuk .tiff sehingga dapat diolah menjadi data spasial. Dataminyak digunakan untuk mengetahui lokasi *unloading* minyak jenis bensin dan diesel serta volume tiap kali suplai oleh PT. Pertamina TBBM Panjang, dimana data ini akan digunakan untuk skenario tumpahan minyak.

Data suhu permukaan laut dan suhu udara diukur menggunakan alat *Maritime Automatic Weather System Vaissal 430* yang diambil setiap menit dimana titik pengukuran diambil disetiap titik yang dilalui kapal. Data ini kemudian diekstraksi menggunakan *software* MDM 150. Data angin diambil dari data angin Ogimet data wilayah Selat Sunda selama 31 hari pada bulan Mei 2016 dengan nilai *uniform* di satu wilayah. Data tersebut digunakan untuk *inputan* model *oil spill*.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Model sebaran tumpahan minyak secara umum dilakukan dengan dua kali pemodelan. Pemodelan pertama yaitu pemodelan hidrodinamika yang menghasilkan pola kecepatan arus. Pemodelan kedua yaitu pemodelan *oil spill*. Data yang disiapkan merupakan data garis pantai dan batimetri berekstensi .xyz untuk membangun domain model dengan metode *finite difference* (metode beda hingga) dalam bentuk segiempat. Simulasi model hidrodinamika dilakukan selama 20 hari sedangkan simulasi model *oil spill* dilakukan selama 16 hari. Model hasil simulasi hidrodinamika berupa *water level* (h), *P flux* dan *Q flux* menjadi masukan dalam pemodelan *oil spill* sedangkan *u velocity*, *v velocity* dan *surface elevation* diverifikasi dengan data lapang arus dan pasang surut.

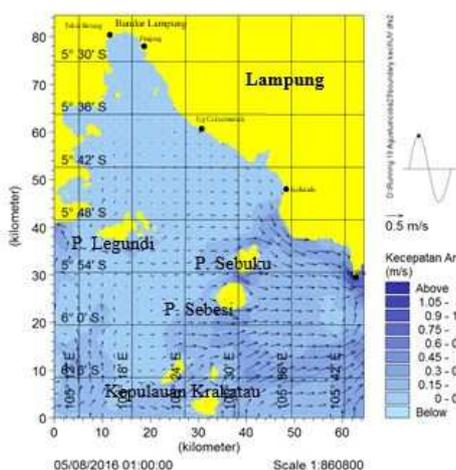
3. Hasil dan Pembahasan

Simulasi Model Hidrodinamika

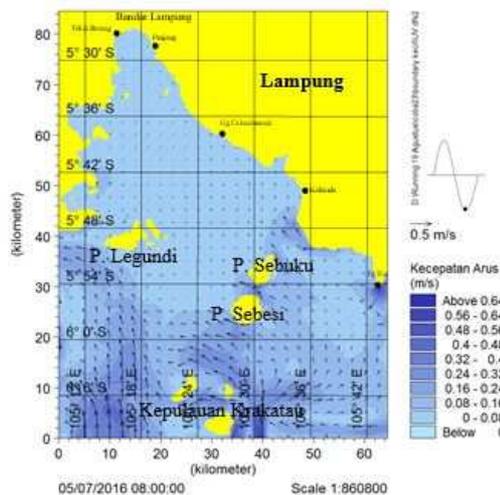
Hasil simulasi model hidrodinamika arus di perairan Teluk Lampung berbeda-beda sesuai dengan kondisi dan saat terjadi pasang surut. Kondisi perbani menunjukkan bahwa kecepatan arus rata-rata rendah dibandingkan dengan saat kondisi purnama. Kecepatan arus

rata-rata saat purnama sebesar 0,9575 m/s dan saat perbani sebesar 0,91, sedangkan kecepatan rata-rata arus saat pasang sebesar 1,2 m/s saat surut sebesar 0.695 m/s. Hal ini di karenakan saat purnama posisi bulan berada paling dekat dengan bumi hal ini berakibat pada elevasi muka air yang terbentuk saat purnama lebih tinggi dari pada saat perbani (gambar 2 dan gambar 3). Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Wibisono (2005) bahwa kondisi purnama memiliki selisih lebih besar antara pasang tertinggi dengan surut terendah dibandingkan dengan kondisi saat perbani.

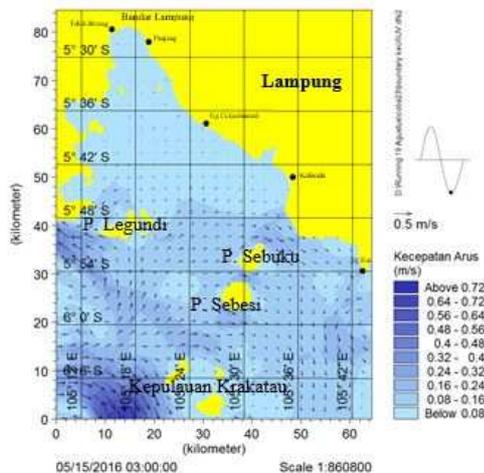
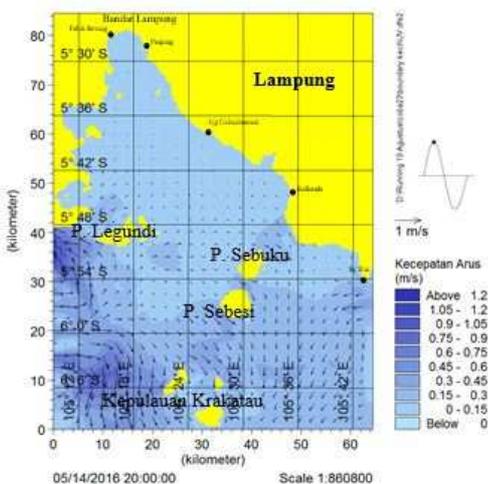
Nilai kecepatan arus di wilayah utara Teluk Lampung memiliki nilai yang rendah pada semua keadaan pasut dibandingkan dengan nilai kecepatan arus di wilayah luar teluk. Hal ini terjadi dikarenakan batimetri wilayah utara Teluk Lampung didominasi dangkal dan perlahan dalam ke arah luar teluk. Batimetri berpengaruh pada gesekan dasar, apabila semakin dangkal perairan maka gesekan dasar semakin besar hal ini menyebabkan kecepatan arus semakin berkurang. Hal ini terlihat pada hasil simulasi model hidrodinamika arus dimana wilayah Selat Sunda yang dalam ke arah Teluk Lampung yang dangkal kecepatan arus semakin berkurang. Hal ini seperti yang dinyatakan Hutabarat dan Evans (1985) bahwa batimetri berpengaruh pada pergerakan arus.



Gambar 2(a). Pola Kecepatan Arus Kondisi Purnama saat Pasang Tertinggi



Gambar 2(b). Pola Kecepatan Arus Kondisi Purnama saat Surut Terendah

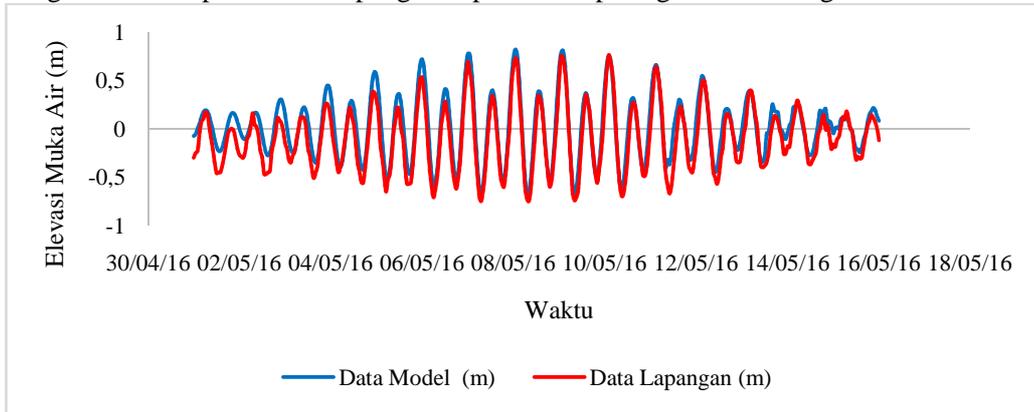


Gambar 3(a). Pola Kecepatan Arus Kondisi Perbani saat Pasang Tertinggi

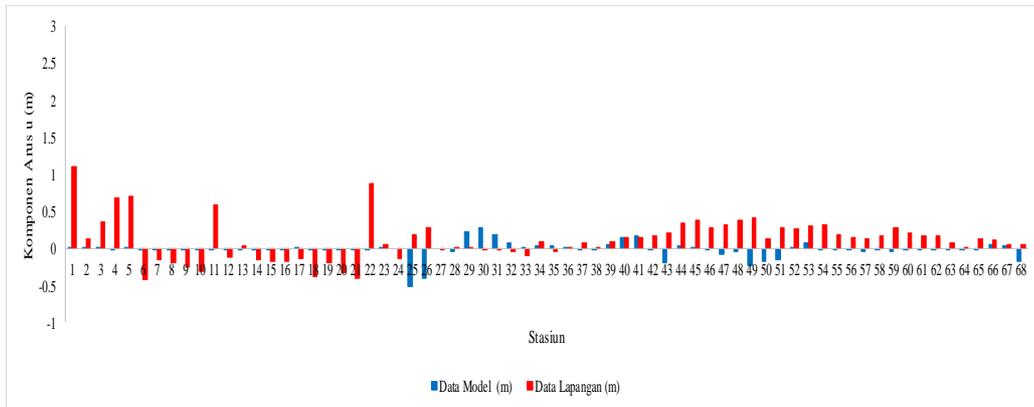
Gambar 3(b). Pola Kecepatan Arus Kondisi Perbani saat Surut Terendah

Validasi Model Hidrodinamika

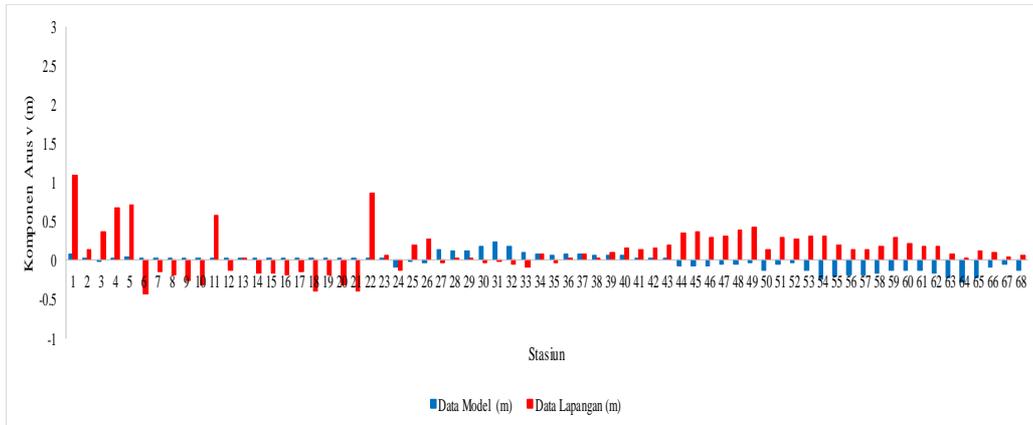
Validasi hasil model digunakan menggunakan analisis data statistik nilai CF. Nilai CF data model hidrodinamika yang dihasilkan dari perhitungan yaitu 0,354 untuk data model pasang surut dimana termasuk dalam kategori sangat baik, 1,074 untuk data komponen arus u termasuk kategori baik, dan 1,112 untuk data komponen arus v termasuk kategori baik(George *et, al.*, 2010). Grafik perbandingan data model pasang surut dengan data lapangan dapat dilihat pada gambar 4. Grafik perbandingan data komponen arus model dengan data komponen arus lapangan dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Data Pasang Surut Hasil Model dan Lapangan



Gambar 5. Grafik Perbandingan Komponen Arus u Hasil Model dan Komponen Arus u Lapangan



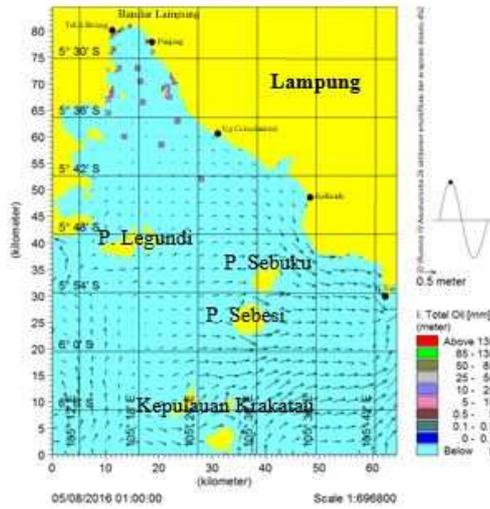
Gambar 6. Grafik Perbandingan Komponen Arus u Hasil Model dan Komponen Arus v Lapangan

Simulasi Model Oil Spill Berdasarkan Kondisi Pasang Surut

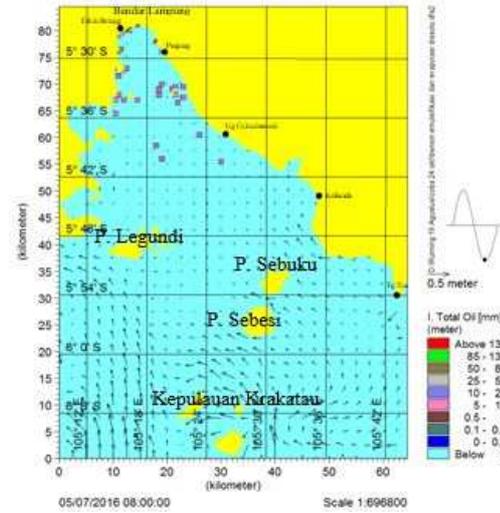
Hasil pemodelan tumpahan minyak jenis bensin dan diesel di perairan Teluk Lampung pada kondisi pasang surut terlihat adanya penyebaran di perairan. Hal ini sesuai yang di ungkapkan oleh DHI Environment (2007) bahwa minyak yang masuk ke perairan akan langsung menyebar di permukaan. Hal ini diakibatkan oleh sifat minyak dalam hal ini densitas minyak dan air laut membentuk tegangan permukaan dan penyebaran yang di sebabkan oleh arus dan angin. Hasil simulasi model sebaran tumpahan minyak jenis minyak bensin dan diesel dapat dilihat bahwa pergerakan minyak mengikuti pergerakan arus di perairan Teluk Lampung. Arah tumpahan minyak saat surut menjauhi teluk sedangkan saat pasang berkumpul ke arah teluk.

Sifat jenis minyak bensin memiliki densitas sebesar 0,72 g/ml sedangkan minyak jenis diesel 0,84 g/ml sedangkan densitas air laut sebesar 1,025 g/ml, hal inilah yang menyebabkan minyak dapat mengapung diatas permukaan air laut. Minyak mentah yang tersebar memiliki ketebalan yang berbeda-beda tergantung dari proses pelapukan seperti perlapisan dan penguapan (Fingas,2001).

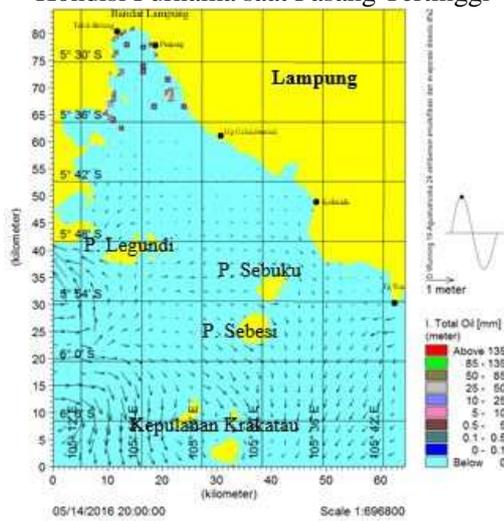
Sebaran minyak jenis bensin dan diesel cenderung sama karena memiliki viskositas yang berdekatan yaitu jenis bensin sebesar 0,5 mPa/s dan jenis diesel sebesar 2 mPa/s (Fingas,2001). Sebaran kedua jenis minyak walaupun bisa di ketahui sebarannya namun sebaran tumpahan kedua jenis minyak cenderung acak. Ketebalan minyak jenis bensin menunjukkan lebih tipis yaitu 0,5 – 5 mm dibandingkan jenis diesel 0,5 – 10 mm hal ini dikarenakan viskositas dan densitas diesel lebih besar sehingga proses evaporasi bensin lebih cepat menguap dibandingkan dengan minyak jenis diesel. Perbedaan ketebalan minyak lebih spesifik dapat dilihat pada lampiran.



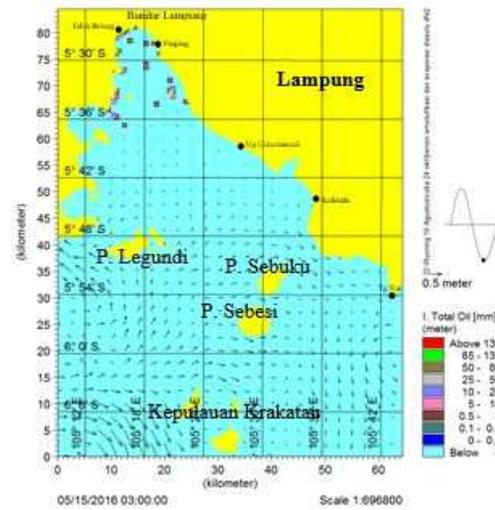
Gambar 7(a). Sebaran Minyak Bensin Kondisi Purnama saat Pasang Tertinggi



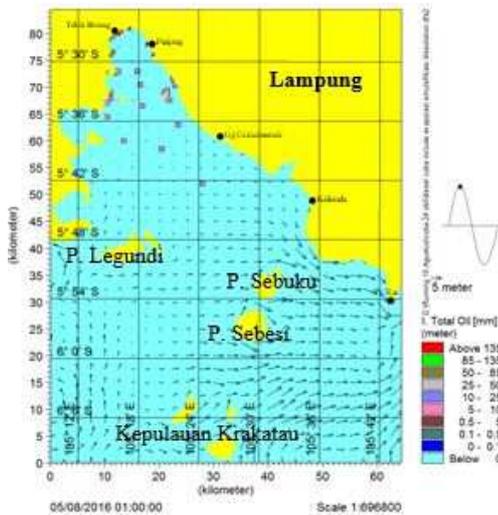
Gambar 7(c). Sebaran Minyak Bensin Kondisi Purnama saat Surut Terendah



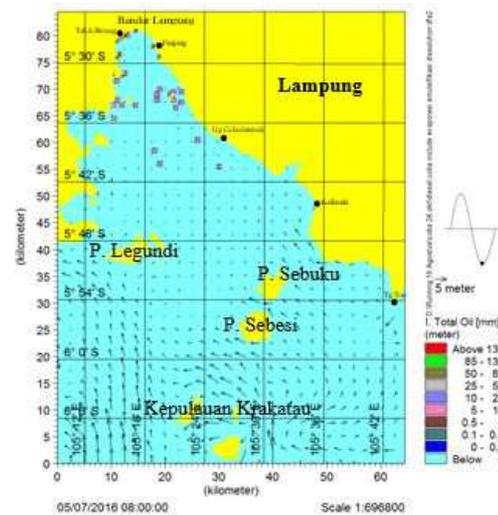
Gambar 8(a). Sebaran Minyak Bensin Kondisi Perbani saat Pasang Tertinggi



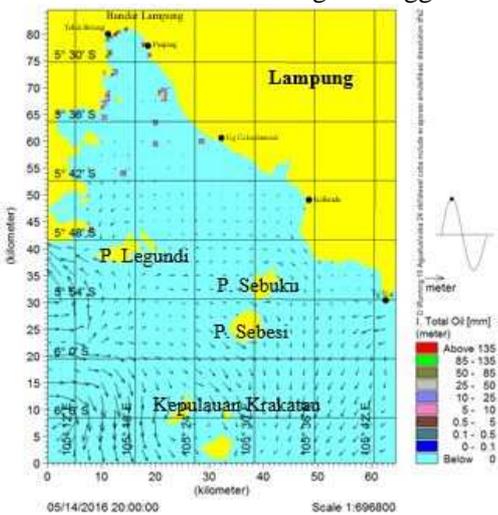
Gambar 8(c). Sebaran Minyak Bensin Kondisi Perbani saat Surut Terendah



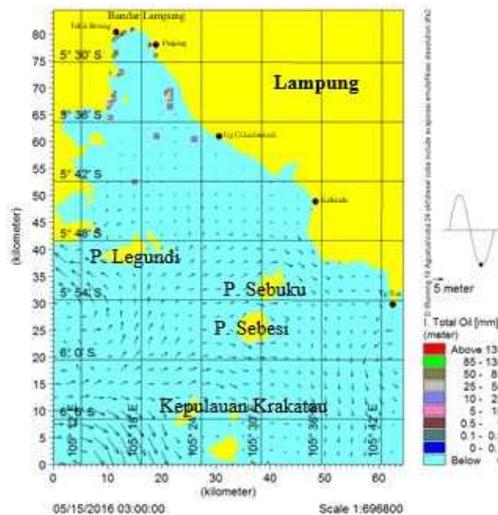
Gambar 9(a). Sebaran Minyak Diesel Kondisi Purnama saat Pasang Tertinggi



Gambar 9(c). Sebaran Minyak Diesel Kondisi Purnama saat Surut Terendah



Gambar 10(a). Sebaran Minyak Diesel Kondisi Perbani saat Pasang Tertinggi



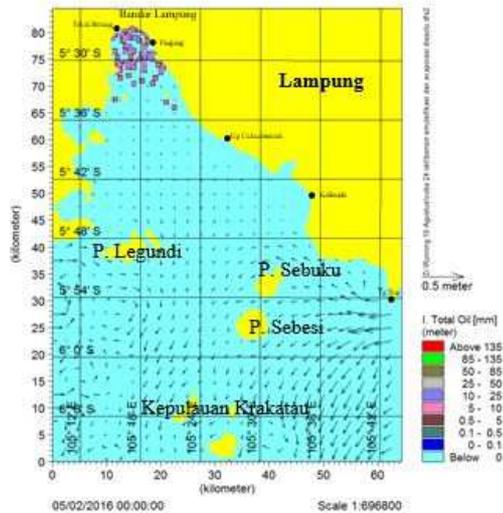
Gambar 10(c). Sebaran Minyak Diesel Kondisi Perbani saat Surut Terendah

Simulasi Model Oil Spill Berdasarkan Waktu

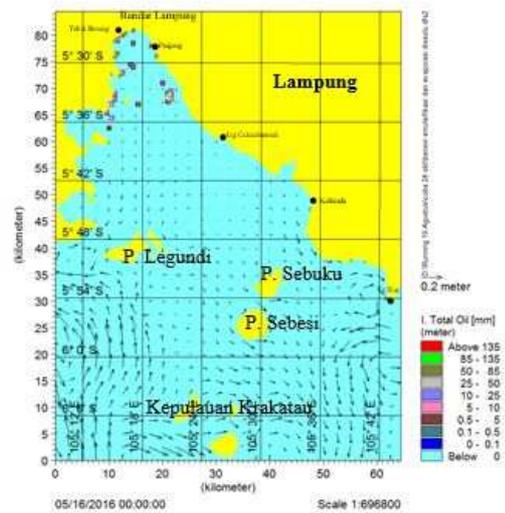
Sebaran minyak berdasarkan waktu menunjukkan bahwa jenis minyak bensin dan diesel saat 24 jam setelah tumpah langsung menyebar hal ini dikarenakan oleh pergerakan arus dan angin selain itu juga dikarenakan adanya gaya gravitasi. Gaya gravitasi yang mengarah ke bawah cenderung membuat lapisan minyak tersebut melebar secara lateral sampai viskositas minyak mengimbangi gaya sebaran. Hasil ketebalan minyak ini juga terlihat hingga akhir simulasi. Minyak jenis bensin lebih tipis dibandingkan minyak jenis diesel. Hasil dari proses evaporasi ini seperti diungkapkan Mackay (1980) dalam DHI Water Environment (2007) bahwa semakin kecil densitas minyak maka akan mempercepat proses penguapan.

Waktu paparan minyak jenis bensin 200 – 300 jam atau selama 8 – 13 hari, sedangkan minyak jenis diesel sebesar 300 – 400 jam atau selama 13 – 16 hari hal ini dikarenakan

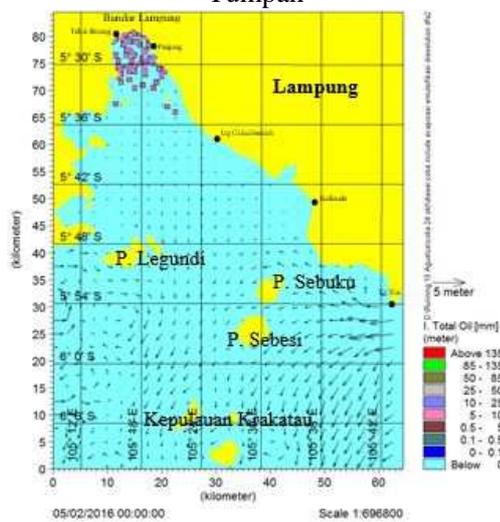
viskositas bensin yang lebih kecil sehingga penyebaran minyak jenis bensin lebih cepat menyebar dibandingkan minyak jenis diesel. Jarak tempuh sebaran minyak jenis diesel lebih jauh dibandingkan jenis bensin hal ini dikarenakan minyak jenis diesel viskositasnya lebih tinggi dibandingkan minyak jenis bensin yaitu jenis bensin sebesar 0,5 mPa/s dan jenis diesel sebesar 2 mPa/s (Fingas,2001) sehingga lebih sulit menguap sehingga ketahanan di permukaan air laut lebih lama yang menyebabkan pergerakan sebaran lebih jauh dibandingkan minyak jenis bensin.



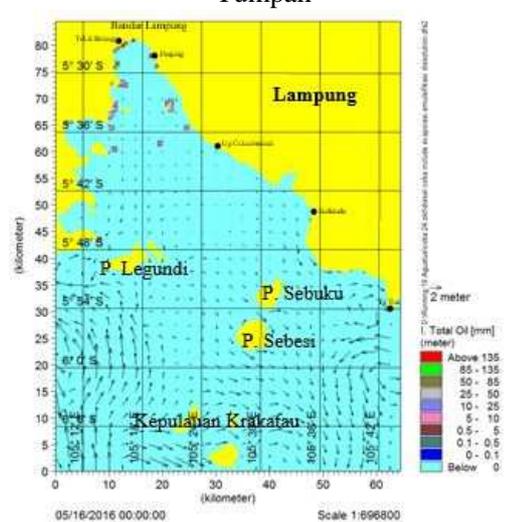
Gambar 11(a). Sebaran Minyak Bensin Berdasarkan Waktu saat Setelah 24 Jam Tumpah



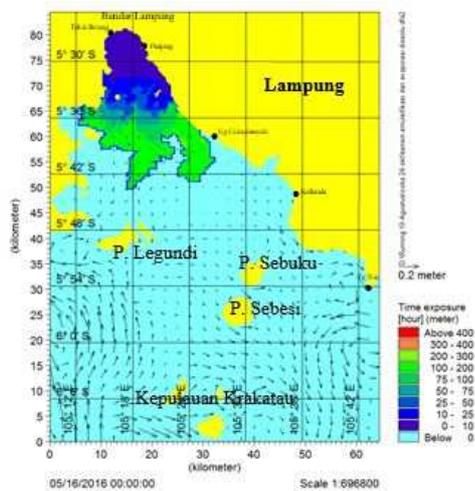
Gambar 11(b). Sebaran Minyak Bensin Berdasarkan Waktu saat Setelah 16 Hari Tumpah



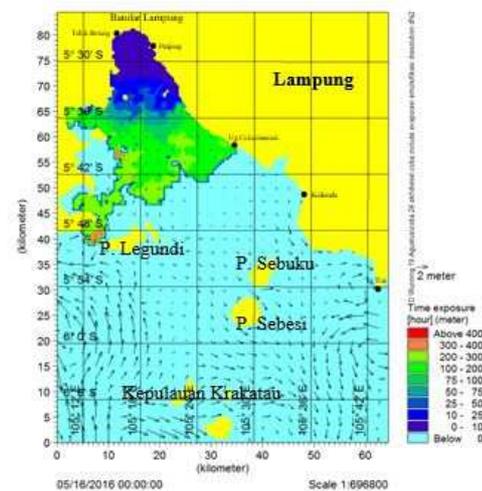
Gambar 12(a). Sebaran Minyak Diesel Berdasarkan Waktu saat Setelah 24 Jam Tumpah



Gambar 12(d). Sebaran Minyak Diesel Berdasarkan Waktu saat Setelah 16 Hari Tumpah



Gambar 13(a). Time Exposure Minyak Jenis Bensin



Gambar 13(b). Time Exposure Jenis Minyak Diesel

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi pemodelan tumpahan minyak di Perairan Teluk Lampung diperoleh kesimpulan bahwa sebaran tumpahan minyak jenis bensin menyebar sejauh ± 35 km ke arah selatan dengan waktu tempuh 200 – 300 jam atau selama 8 – 13 hari sedangkan sebaran tumpahan minyak jenis diesel menyebar sejauh ± 45 km ke arah selatan-barat daya dengan waktu tempuh 300 – 400 jam atau selama 13 – 16 hari, hal ini dikarenakan sifat jenis minyak bensin memiliki densitas lebih kecil sebesar 0,72 g/ml sedangkan minyak jenis diesel 0,84 g/ml. Sebaran tumpahan minyak jenis diesel lebih jauh penyebarannya serta waktu pemaparannya dibandingkan sebaran tumpahan minyak jenis bensin, hal ini dikarenakan minyak jenis bensin lebih cepat menguap dan terdegradasi dibandingkan minyak jenis diesel.

Daftar Pustaka

- [DHI] Danish Hydraulic Institute Water and Environment. 2007. Manual Mike 21 Flow Model Hydrodynamic Module, Scientific Background. DHI Waters & Environment, Horsholm, Denmark.
- Fingas, M. 2001. The Basic of Oil Spill Cleanup. 2nd ed., CRC Press LLC, Florida.
- George, M.S., O.M Johannessen dan A. Samuelsen. 2010. Validation of a hybrid coordinate ocean model for the Indian Ocean. Journal of Operational Oceanography., 3(2): 25-38.
- Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 1985. Pengantar Oseanografi. UI Press., Jakarta. 159 hlm.
- Pertamina. 2016. Panjang Menjadi Terminal BBM End to End Pertama di Indonesia. <http://www.pertamina.com>. (1 Oktober 2016).
- Sumadhiharga, K. 1995. Zat-Zat yang Menyebabkan Pencemaran di Laut, dalam Jurnal Pusat Studi Lingkungan Perguruan Tinggi Seluruh Indonesia: Lingkungan dan Pembangunan., 15 (4): 376-387.
- Wibisono, M.S. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. PT Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.