



## Pemodelan Tumpahan Minyak di Teluk Lalong Kabupaten Banggai

### *Oil Spill Modeling at Lalong Bay Banggai Regency*

Sabhan<sup>1</sup>, Yutdam Mudin<sup>2</sup> Marianus Babangai<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Lab Fisika Bumi dan Kelautan Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

<sup>2</sup>Lab Eksperimen Fisika Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

<sup>3</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Tadulako

#### ABSTRACT

Oil distribution cause environmental problems that disrupt marine ecosystems and reduce the aesthetic value of coastal waters in Gulf Lalong Banggai. The aims of this study to build a 2D hydrodynamics model to see the patterns of water mass movement and models of oil spill distribution base on the hydrodynamic models in Gulf of Lalong Banggai Regency ( $0^{\circ}57'17,3$  "latitude and  $122^{\circ}47'52$  " E) with a potential spill, location, volume, and duration of discharge of oil spills. Based on the results of models oil spill distribution in Gulf Lalong Banggai such us waters prone to oil spills.

Keywords : 2D hydrodynamic models, oil spill Model , Teluk Lalong

#### ABSTRAK

Angkutan minyak di Teluk Lalong berpotensi menimbulkan masalah lingkungan yang mengganggu ekosistem laut dan mengurangi nilai estetika perairan pantai. Melihat kondisi ini maka dilakukan penelitian Model Sebaran Tumpahan Minyak di Teluk Lalong yang bertujuan untuk membangun model hidrodinamika 2D untuk melihat pola pergerakan massa air laut dan memprediksi model sebaran tumpahan minyak di Teluk Lalong Kabupaten Banggai ( $0^{\circ}57'17,3$ "LS dan  $122^{\circ}47'52$ " BT ) dengan Potensi tumpahan, lokasi, volume, debit dan lama tumpahan minyak yang di skenariokan,. Berdasarkan hasil pemodelan simulasi sebaran tumpahan minyak ini diketahui bahwa di Teluk Lalong berpotensi terjadi sebaran minyak jika terjadi tumpahan minyak di dalam teluk.

**Kata kunci:** Model hidrodinamika 2D, tumpahan minyak, Teluk Lalong

## I. Pendahuluan

Tumpahan minyak ke laut akan merusak lingkungan laut dan sumber daya hayati, secara langsung mengganggu kegiatan ekonomi masyarakat pesisir dengan menurunnya jumlah tangkapan ikan dan rusaknya budidaya ikan dan rumput laut. Sesuai dengan UU RI No. 32 Tahun 2009 dan UNCLOS 1982 Pemerintah Indonesia berhak untuk mengajukan tuntutan ganti rugi atas kerugian ekonomi dan kerugian atas rusaknya lingkungan akibat tumpahan minyak tersebut.

Kota Luwuk merupakan Ibu Kota Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah. Dimana daerah ini sangat strategis karena kondisi Administrasi, Transportasi Angkutan lautnya berada di dalam kota. disamping itu tempat ini merupakan persinggahan dan berlabuhnya kapal-kapal yang menghubungkan beberapa Kabupaten bahkan juga beberapa ibu kota Provinsi. Dengan melihat kondisi daerah perairan yang sangat memprihatinkan dengan luas teluk  $\pm 700-850$  meter ini sebagian besar mengalami potensi tumpahan minyak yang disebabkan oleh tumpahan-tumpahan minyak oleh kapal baik dalam skala besar maupun skala kecil yang berakibat kurang baik bagi kondisi perairan tersebut, bahkan merusak ekosistem laut.

Pencemaran yang diakibatkan oleh tumpahan minyak di laut, terutama dalam skala besar akan menimbulkan masalah lingkungan yang mengganggu ekosistem laut yang berdampak negatif pada produksi perikanan serta mengurangi nilai estetika

perairan pantai. Gerakan dan penyebaran minyak di laut sangat dipengaruhi oleh angin, pasut dan arus laut disamping sifat-sifat minyak itu sendiri.

Proses-proses fisis dan dinamis sangat berperan dalam pergerakan dan penyebaran tumpahan minyak serta proses kimiawi dan biologis yang berperan dalam pengurangan konsentrasi tumpahan minyak dikaji dalam penelitian ini menggunakan model matematis dan simulasi komputer. Selanjutnya integrasi model tersebut dapat digunakan sebagai alat untuk peringatan dini jika terjadi tumpahan minyak di perairan Teluk Lalong yang berguna dalam usaha penganggulangan tumpahan minyak dan perlindungan lingkungan pantai.

Upaya pengelolaan penanggulangan resiko pencemaran tumpahan minyak di kawasan laut, menjadi sangat penting karena terkait dengan usaha perlindungan kawasan pesisir dan pantai yang mempunyai keanekaragaman hayati yang tinggi namun rentan terhadap pencemaran minyak.

## II. Metode

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah perairan Teluk lalong. Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah yang beribukota di Luwuk, secara geografis terletak antara  $122^{\circ}47'$  Bujur Timur dan  $0^{\circ}56' - 0^{\circ}57'$  Lintang Selatan.

Data yang digunakan dalam pemodelan tumpahan minyak terdiri atas :

- a. Data kedalaman perairan (batimetri) yang berfungsi sebagai domain model, pengambilan data ini dilakukan di perairan Teluk Lalong.
- b. Data Pasang-Surut (pasut) digunakan dari *Global Sea Level Prediction* ([www.dhigroup.com](http://www.dhigroup.com)). Parameter pasut digunakan sebagai kondisi batas yang bervariasi berdasarkan waktu dan tempat. Data pasang surut terdiri atas pasut bulan Februari 2013 sampai 1 maret 2013 dengan interval waktu setiap 30 menit.
- c. Data kondisi Perairan Teluk Lalong yang bersumber dari Dinas perhubungan dan Pelayaran Kabupaten Banggai. Untuk menentukan daerah rawan tumpahan dan angkutan yang melewati daerah Perairan Teluk Lalong tersebut (DISHUB dan Pelayaran Kab.Banggai, 2012).
- d. Data Komponen fraksi tiap jenis minyak digunakan untuk menentukan perilaku dan nasib minyak yang mengalami tumpahan berdasarkan jenisnya

### **Pengolahan Data**

Pengolahan data dilakukan dengan langkah-langkah yang akan digunakan dalam pemodelan tumpahan minyak terdiri atas:

1. Data kedalaman perairan (Batimetri) yang diperoleh digunakan sebagai domain model hidrodinamika untuk memprediksi variasi pola arus dan kecepatannya. Simulasi pemodelan dilakukan pada bulan Februari 2013–Maret 2013 yang meliputi

pengumpulan dan analisis data sekunder, penyusunan model numerik dan parameter pemodelan.

2. Data Pasang Surut (Pasut) digunakan sebagai masukan yang bervariasi terhadap waktu dan konstant sepanjang daerah di syarat batas terbuka.

Grafik data pasang surut yang digunakan sebagai masukan model disajikan pada Gambar 3.2.

### **Desain Hidrodinamika**

Desain hidrodinamika untuk membangun pola pergerakan arus sebagai media penggerak tumpahan minyak di Teluk Lalong Kabupaten Banggai.

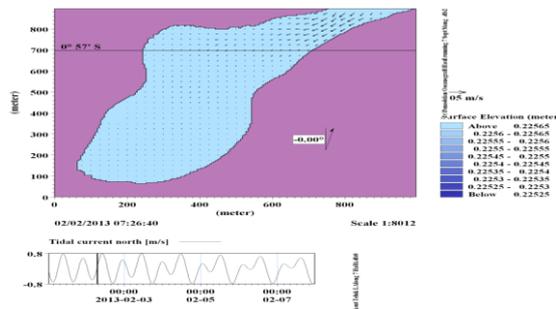
### **Desain Tumpahan**

Desain tumpahan dilakukan untuk membangun data input model tumpahan minyak yang terbagi dalam dua komponen yaitu parameter dasar yang terdiri atas: data hidrodinamika, sumber tumpahan yang memuat, persebaran, eddy dan profil kecepatan logaritmik.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### a. Hasil Model Hidrodinamik

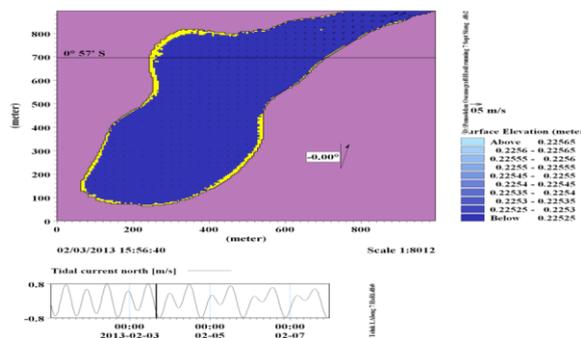
##### 1. Model Hidrodinamik pada saat menuju pasang



Gambar 3 Pola hidrodinamik pada saat surut menuju pasang

Pola arus permukaan dalam kondisi surut menuju pasang (gambar 3) memperlihatkan bahwa pola arus bergerak dominan oleh pengaruh perambatan pasang surut yang bergerak masuk kedalam teluk yang mengikuti perambatan pasang surut dengan kecepatan maksimum 0,5 m/s.

##### 2. Model Hidrodinamik pada saat menuju Surut

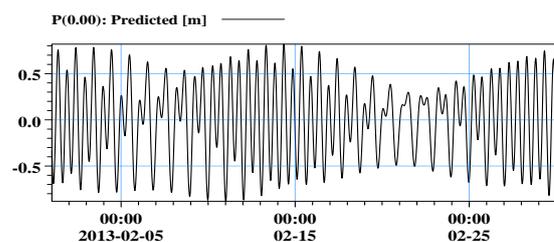


Gambar 4 Pola hidrodinamik pada saat Surut

Pola arus permukaan dalam kondisi surut (Gambar 4.2) memperlihatkan bahwa pola arus bergerak dominan oleh pengaruh perambatan pasang surut yang bergerak keluar teluk yang mengikuti perambatan pasang surut dengan kecepatan maksimum 0,5 m/s. indikasi bahawa air mulai mengalami surut juga terlihat pada aderah yang berwarna kuning di dekat pantai yang menandakan daerah intertidal mengalami kekeringan.

##### 3. Grafik Ramalan Pasang Surut

Berdasarkan pengukuran di Teluk Lalong Luwuk kabupaten Banggai pada koordinat 00°57"LS, 122°47'11,07"BT, kondisi pasang surut di Teluk Lalong dapat dikategorikan sebagai harian tunggal. Kedudukan air tertinggi dan terendah adalah 0.6 dan 0.5 m dibawah duduk tengah. (Ariadi 2004) .



Gambar 5. Grafik Pasang Surut selama 1 bulan

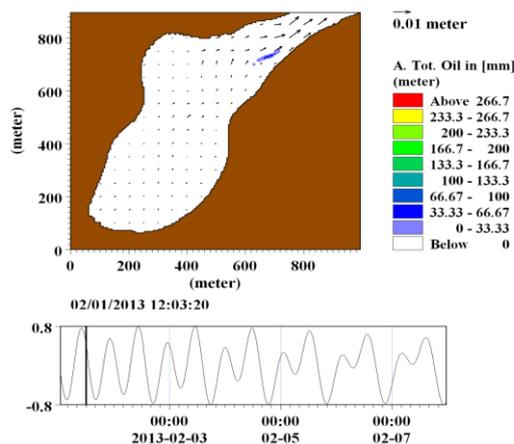
## PEMBAHASAN

### 1. Kondisi Awal Simulasi

Kondisi perairan pada saat kejadian awal tumpahan berada dalam kondisi surut dengan tinggi level muka air laut 0.1-0.5 m di bawah muka air laut rata-rata dan

kondisi arus permukaan di daerah garis pantai tersebar -0,01 m cukup tenang.

Arus bergerak menuju pasang pada jarak 0,01-0,02 m/s dari titik terjadinya tumpahan minyak dengan ketebalan lapisan minyak 0-33,33 mm. Sumber tumpahan minyak diskenariokan berasal dari kebocoran kapal pemuat bensin, Feri, dan PELNI di titik tumpahan bergerak ke barat daya dan ke arah timur mengikuti pola pergerakan arus permukaan. Konsisi hidrodinamika kejadian awal tumpahan minyak diskenariokan terjadi pada bulan Februari 2013 sebagaimana disajikan pada Gambar 4.3.

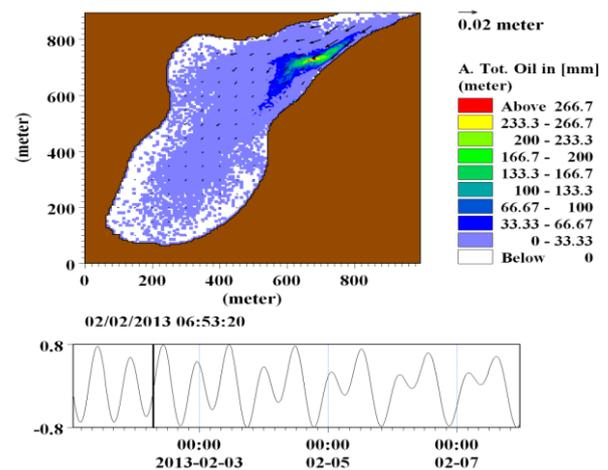


Gambar 6. Kondisi awal tumpahan minyak

### 3. Kondisi surut menuju pasang

Pola sebaran tumpahan minyak yang bersumber dari titik tumpahan bergerak ke arah selatan dan barat dengan jarak 200-800 meter dari sumber tumpahan mengikuti pola arus oleh perambatan pasang surut pada kondisi pasang. Kondisi ini masih cukup aman karena sebaran

tumpahan minyak masih berada di dalam teluk dan belum mencapai daerah pesisir. Skenario pola sebaran tumpahan minyak memperlihatkan bahwa lapisan tumpahan minyak bergerak menyebar ke arah barat dan mengikuti pola arus pasang surut, dalam hal ini lapisan minyak yang ada bergerak dari titik sumber dengan ketebalan 33,33 mm. Pada kondisi pasang lapisan minyak untuk bagian tengahnya mencapai 266,7-300 mm. Pola sebaran tumpahan minyak pada kondisi pasang disajikan pada Gambar 4.4

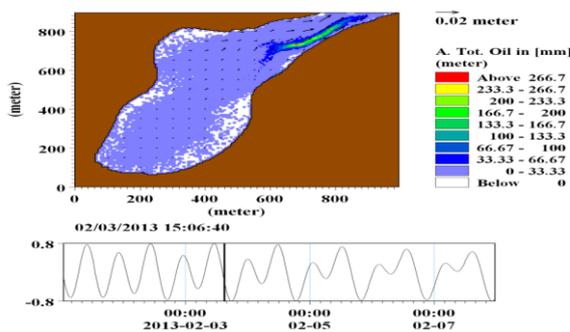


Gambar 7. Kondisi menuju pasang saat tumpahan minyak

### 4. Kondisi pasang menuju surut

Tumpahan minyak yang bersumber dari titik tumpahan bergerak ke arah selatan dan barat dengan jarak 200-800 meter dari sumber tumpahan mengikuti pola arus oleh perambatan pasang pada kondisi surut. Kondisi ini masih tidak aman karena sebaran tumpahan minyak menyebar di dalam teluk dan sudah

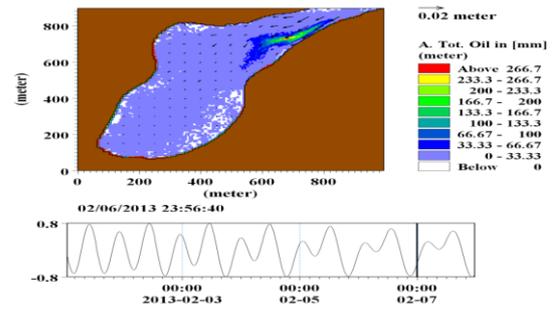
mencapai daerah pesisir. Pola sebaran tumpahan minyak memperlihatkan bahwa lapisan tumpahan minyak bergerak menyebar ke arah barat teluk tersebut, dan terlihat bahwa lapisan minyak ada yang bergerak menyebar di Teluk Lalong (dari domain model) dengan ketebalan 33,33 mm. Pada kondisi surut ini lapisan minyak pada bagian tengahnya mencapai ketebalan 266,7-300 mm.



Gambar 8. Kondisi menuju surut saat tumpahan minyak

### 5. Kondisi Akhir Tumpahan

Pola sebaran tumpahan minyak dalam kondisi akhir tumpahan disajikan pada Gambar 4.6. Pola sebaran tumpahan minyak mentah bergerak ke sebelah timur dari titik tumpahan. Sebaran tumpahan minyak pada kondisi ini sebagian telah keluar dari domain model sehingga nasib dari tumpahan minyak sudah tidak teridentifikasi oleh model.



Gambar 9. Kondisi Akhir Penyebaran Tumpahan Minyak

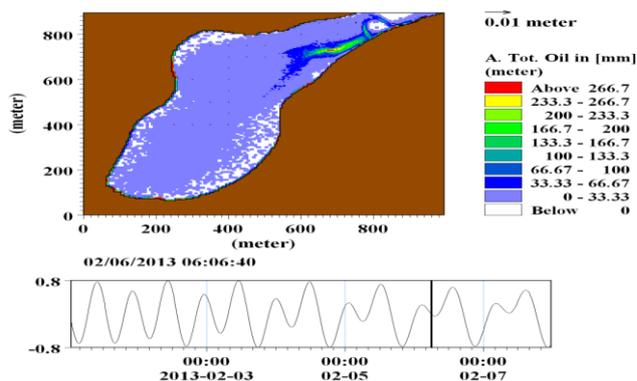
Pada kondisi sebaran lapisan pada titik tumpahan bergerak ke arah timur laut dari titik sumber tumpahan minyak dan menyebar sampai batas utara dari domain model. Sehingga model sebaran tumpahan minyak telah menyebar sangat mengganggu daerah teluk yang kemungkinan besar berdampak kurang baik untuk kondisi air laut, tumbuhan laut dan ikan serta masyarakat di sekitar Teluk Lalong.

### 6. Hasil Pemodelan Tumpahan

Pola sebaran tumpahan minyak yang disajikan dalam bagian ini yaitu disimulasikan selama 7 hari setelah terjadinya tumpahan minyak. Tumpahan minyak yang disajikan adalah tumpahan minyak total, sedangkan proses-proses yang terjadi pada minyak disajikan dalam bagian khususnya yang terintegrasi dalam

tulisan ini. Tumpahan keseluruhan dari proses awal terjadinya tumpahan hingga hasil terakhir pemodelan analisis tumpahan minyak dari perairan domain model disajikan dalam bentuk video output.

Skenario tumpahan minyak disimulasikan pada bulan Februari 2013 dengan lama simulasi 7 hari (Gambar 4.7) titik tumpahan minyak menyebar pada lokasi domain model di semua daerah pantai teluk Lalong. Pola sirkulasi arus perairan teluk Lalong menentukan pola pergerakan tumpahan minyak mentah yang terjadi di perairan Teluk Lalong. Hasil model pada grid 800 meter memperlihatkan bahwa jenis minyak mentah 90 % dari ketebalan total mengalami emulsifikasi pada saat jam 04.33 Wita.



Gambar 10 Hasil Pemodelan Tumpahan

Waktu pemaparan menunjukkan lamanya suatu daerah terpapar tumpahan minyak yang sangat dipengaruhi oleh faktor disperse dan kedalaman perairan. Lamanya waktu pemaparan akan memberi konsekuensi pada ekosistem yang terpapar. Semakin lama waktu pemaparan akan menimbulkan toksitasi dari jenis minyak tersebut.

Hasil prediksi model sebaran tumpahan minyak di Teluk Lalong yang di skenarioikan selama 7 hari pada daerah penelitian diperoleh bahwa terjadi tumpahan minyak yang bergerak menyebar ke dalam Teluk mengikuti pola pergerakan arus pasang surut dengan ketebalan lapisan minyak ini rata-rata adalah 33,33 mm dengan lama pemaparan antara 168 jam. Jadi dari hasil model simulasi ini maka daerah Teluk Lalong sepertinya sudah mengalami tumpahan minyak yang berakibat buruk terhadap ekosistem laut dan juga masyarakat setempat.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil model sebaran tumpahan minyak di Teluk Lalong Kabupaten Banggai, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pola pergerakan massa air laut di Teluk Lalong Kabupaten Banggai memperlihatkan bahwa massa air bergerak ke arah barat dengan tinggi permukaan laut yang homogen dan

bergerak mengikuti pola perambatan pasang surut. Saat dalam kondisi surut menuju pasang, secara umum pola arus pada daerah yang dekat dengan garis pantai memiliki kecepatan arus cenderung melemah.

2. Hasil prediksi model sebaran tumpahan minyak di Teluk Lalong yang di skenarioikan selama 7 hari pada daerah penelitian diperoleh bahwaterjadi tumpahan minyak yang bergerak menyebar ke dalamTeluk mengikuti pola pergerakan arus pasang surut denganketebalan lapisan minyak ini rata-rata adalah 33,33 mm dengan lama pemaparan antara 168 jam. Jadi dari hasil model simulasi ini maka daerah Teluk Lalong sepertinya sudah mengalami tumpahan minyak yang berakibat buruk terhadap ekosistem laut dan juga masyarakat setempat.

DHI,2007. Mike 21:& MIKE 3 PA/SA: *Particle Analysis and Oil Spill Analysis Module*. DHI Water dan Environment. Denmark.

DHI,2007. Mike 21PA/SA: *HD Scientific Documentation*. DHI Water dan Environment. Denmark.

DISHUB dan Pelayaran Kab.Banggai, 2012. Data kondisi Arus pelayaran Teluk Lalong. LUWUK-BANGGAI.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.

Egberongbe F., P.C. Nwilo and O.T. Badejo. 2006. *Oil spill Disaster Monitoring Along Nigerian Coastline. Promoting Land Administration and Good Governmance 5th FIG Regional Conference*. Accra, Ghana.

Fay, J.A. 1969. *The Spread of Oil Slick on a Calm Sea*. In *Oil on the Sea*.

Fingas, M. 2000. *The Basics of Oil Spill Cleanup 2<sup>nd</sup> ed*. Lewis publishers Boca: Canada.

## V. DAFTAR PUSTAKA

Ariadi, N. 2004. *An alternative Solution for Sustainable Development in Kepulauan Seribu, DKI Province , Jakarta*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor: Bogor

CMFMWOS, 1985. *Computer Model Forecasting Movements and Weathering of Oil Spills*. Final Report for the European EconomicCommunity, WQI and DHI, October 1985.