

## **SEBARAN KONSENTRASI SEDIMEN TERSUSPENSI DI PERAIRAN LARANGAN, KABUPATEN TEGAL MENGUNAKAN MODEL MATEMATIK 2 DIMENSI SED2D**

**Raisha Media Umami, Hariyadi, Baskoro Rochaddi\*)**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698  
Email: raishamediau@gmail.com; rochaddi@ymail.com

### **Abstrak**

Sungai Bongkok memiliki peran penting sebagai penyalur material tersuspensi dari daerah hulu menuju laut. Proses sebaran sedimen di perairan laut dipengaruhi oleh faktor fisika oseanografi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi yang dipengaruhi oleh arus pasang surut dengan membuat simulasi model sebaran sedimen tersuspensi pada Peralihan I di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal. Materi dalam penelitian meliputi data primer berupa konsentrasi sedimen tersuspensi, dan debit sungai sedangkan data sekunder berupa peta batimetri, RBI, citra satelit wilayah perairan Tegal, data pasut, arus, dan angin. Penelitian menggunakan metode kuantitatif, penentuan titik sampling dengan *sampling purposive*, analisis sampel sedimen tersuspensi menggunakan metode Gravimetri di laboratorium, dan pembuatan model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi menggunakan pendekatan matematik SED2D dalam *software Surface Water Modelling System* (SMS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi sedimen tersuspensi di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal berkisar antara 0,1-0,4 gr/l pada Peralihan I. Nilai debit Sungai Bongkok pada saat pengukuran sebesar 1,31 m<sup>3</sup>/det. Arus dominan di Perairan Larangan adalah arus pasut, dan kecepatan arus rata-rata 0,47 m/detik. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa nilai konsentrasi sedimen tersuspensi terbesar berada di muara dan mengecil ketika menuju laut. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sebaran sedimen tersuspensi di wilayah yang dikaji sangat dipengaruhi oleh arus pasang surut, dan pada Peralihan I arah sebaran sedimen tersuspensi dominan ke Timur.

**Kata kunci :** *Sedimen Tersuspensi, Debit Sungai, SED2D, Perairan Larangan*

### **Abstract**

River has an important role as supplier suspended material from the uplands to the sea, flowrate brings a number of sedimentary material. Sediment transport processes into the sea affected by physical oceanographic factors. The aim of the research is to know the relationship of suspended sediment concentration distribution by tidal current with make the model simulated of distribution suspended sediment of the first transition at Larangan Seawaters, Tegal Regency. This research using primary data such as suspended sediment concentration, and flowrate, whereas secondary data such as Bathimetry map, RBI, Tegal satellite imagery, tidal data, current, and wind. The research using kuantitative method, the determination of sampling point using sampling purposive, and sediment concentration sample analysis using Gravimetric method in laboratory and to make distribution of suspended sediment mathematical models using SED2D in *software Surface Water Modelling System* (SMS). The result showed that the concentration of suspended sediment at Larangan waters, Tegal Regency has 0,4 gr/l of the first transition. Flowrate at the time of measurement is 1,31 m<sup>3</sup>/s. The dominant current at Larangan Seawaters is tidal currents and the average currents speed is 0,47 m/sec. Based on the results obtained it can be

concluded that the distribution of suspended sediment in the study area was strongly influenced by tidal currents, and on the first transition dominant distribution of suspended sediment toward to the East.

**Keywords:** *Sediment Suspension, Flowrate, SED2D, Larangan Seawater.*

## 1. Pendahuluan

Muara sungai merupakan bagian hilir sungai yang berhubungan langsung dengan laut. Salah satu fungsi dari muara sungai yaitu sebagai penyalur debit sungai dari darat ke laut terutama pada waktu banjir (Triatmodjo, 1999). Debit sungai membawa material sedimen yang berasal dari daerah hulu. Faktor fisika oseanografi berpengaruh selama proses transport sedimen ke perairan laut.

Perairan Larangan terletak di utara Pulau Jawa, tepatnya di Kecamatan Kramat, Kabupaten Tegal. Sungai Bongkok merupakan sungai yang bermuara di Perairan Larangan. Permasalahan yang terjadi di muara Sungai Bongkok yaitu banyaknya endapan sedimen di sekitar muara, dan juga terdapat bagian dari muara yang telah mengalami pendangkalan, sehingga dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut. Bangunan berupa *jetty* yang terdapat di mulut muara Sungai Bongkok kurang memberi pengaruh untuk mengatasi permasalahan tersebut. Triatmodjo (1999) menyatakan bahwa *jetty* di muara sungai bertujuan untuk mengatasi terjadinya pendangkalan di muara.

Faktor utama terjadinya pendangkalan di muara sungai yaitu adanya pengendapan sedimen dari sungai. Sedimen tersuspensi diangkut oleh aliran sungai menuju ke laut. Ketika sedimen tersuspensi sampai di laut, maka akan diangkut oleh arus laut.

Potensi terjadinya sedimentasi dapat diketahui dengan menentukan besar konsentrasi sedimen tersuspensi di wilayah tersebut. Aliran Sungai Bongkok merupakan media pemasok sedimen menuju perairan Larangan. Debit sungai mengangkut sedimen tersuspensi di sungai dan ketika menuju laut dipengaruhi oleh arus. Poerbandono dan Djunarsjah (2005) menyatakan bahwa sedimen yang berukuran lebih kecil cenderung terangkut sebagai suspensi yang mengikuti kecepatan dan arah arus. Sehingga perlu dikaji konsentrasi dan sebaran sedimen tersuspensi di Perairan Larangan.

Permasalahan yang terjadi di muara Sungai Bongkok menjadi perhatian dan perlu untuk dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini hanya dibatasi pada konsentrasi sedimen yang dipengaruhi oleh debit sungai dan arus pasut di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi yang dipengaruhi oleh arus pasang surut di Perairan Larangan dengan membuat simulasi arus pasut dan sebaran konsentrasi sedimen pada Peralihan I menggunakan model matematik 2 dimensi SED2D.

## 2. Materi dan Metode

### A. Materi

Materi penelitian berupa data primer dan data sekunder. Adapun data primer dalam penelitian ini adalah: konsentrasi sedimen tersuspensi dan debit Sungai Bongkok yang diperoleh di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal. Data sekunder yang digunakan meliputi:

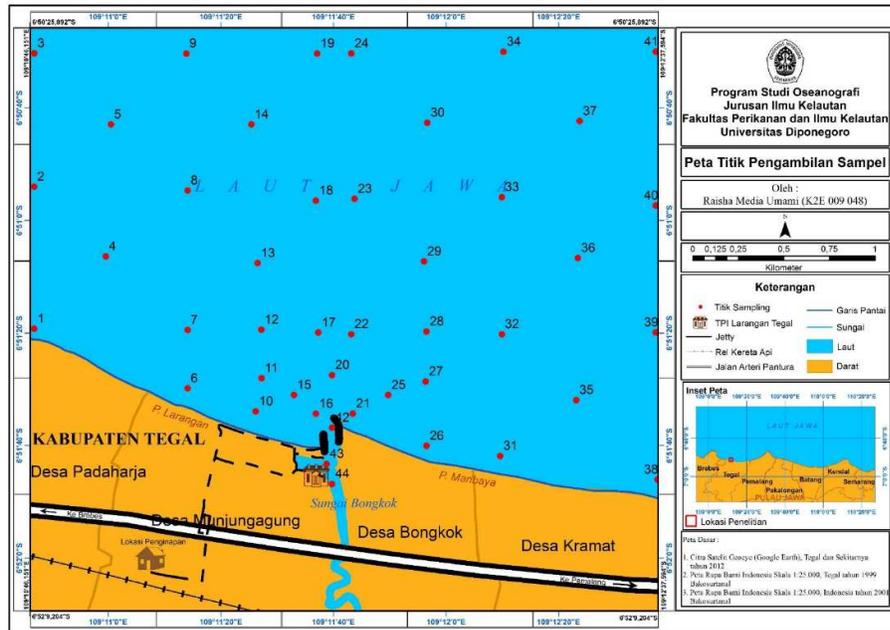
1. Data pasang surut air laut ramalan 15 hari (16-30 Mei 2013) menggunakan *software* NaoTide.
2. Data arus laut Tim Tegal, pengamatan 3 hari (20 Mei-22 Juni 2013).
3. Data angin (Maret-Mei 2013) dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Tegal.
4. Peta Rupa Bumi Indonesia, Tegal, skala 1:25.000 tahun 1999, publikasi Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL)
5. Peta Rupa Bumi Indonesia, Indonesia, skala 1:25.000 tahun 2001, publikasi Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL)
6. Peta Batimetri Tim Tegal, skala 1:34.000 bulan Mei 2013
7. Citra Satelit GeoEye (Google Earth), wilayah Tegal tahun 2012.

### B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Penentuan titik sampling menggunakan metode *sampling purposive*. Pengambilan sampel sedimen tersuspensi dilakukan dengan *sampling method*, pengambilan debit sungai menggunakan metode mekanik. Analisis konsentrasi sedimen tersuspensi dilakukan dengan metode analisis Gravimetri di laboratorium. Pengolahan model menggunakan model matematik 2 dimensi.

### Pengambilan Sampel Sedimen Tersuspensi

Pengambilan sampel sedimen tersuspensi menggunakan *water sampler*. Poerbandono dan Djunarsjah (2005) menjelaskan bahwa pengambilan contoh air dari suatu kolom perairan dapat dilakukan menggunakan *trap* atau *water sampler*. Sampel diambil menggunakan *water sampler* yang dimasukkan ke kolom perairan yang telah ditentukan. Kemudian sampel kolom perairan tersebut diambil untuk selanjutnya dilakukan analisis di laboratorium. Titik pengambilan sampel sedimen tersuspensi sebanyak 44 stasiun pada suatu kolom perairan yang menyebar di muara sungai, mulut muara sungai, sekitar mulut muara sungai di lokasi penelitian. Titik pengambilan sampel sedimen tersuspensi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Titik pengambilan sampel sedimen tersuspensi

### Pengukuran Debit Sungai

Asdak (2002) menjelaskan bahwa untuk pengukuran debit sungai didapat dengan menghitung kecepatan aliran dan luas penampang sungai. Besar debit sungai dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = A \times v \tag{1}$$

Keterangan:

- Q : debit sungai (m<sup>3</sup>/det)
- A : luas penampang sungai (m<sup>2</sup>)
- v : kecepatan aliran (m/det)

Asdak (2002) menjelaskan bahwa metode apung (*floating method*) merupakan cara yang sederhana untuk pengukuran kecepatan aliran (v). Caranya dengan menempatkan benda yang tidak tenggelam pada permukaan aliran sungai untuk jarak tertentu dan mencatat waktu yang dibutuhkan oleh benda apung untuk berpindah dari satu titik pengamatan ke titik pengamatan lain yang ditentukan. Waktu perjalanan benda apung pengamatan selama 60 detik. Besar kecepatan aliran rata-rata adalah:

$$v=L/t \tag{2}$$

Keterangan:

- v : kecepatan aliran (m/det)
- L : jarak antara dua titik pengamatan (m)
- t : waktu perjalanan benda apung (det)

Luas penampang sungai (A) didapat dengan menggunakan metode mekanik. Poerbandono dan Djunarsjah (2005) menjelaskan bahwa metode mekanik adalah metode pertama yang

digunakan oleh manusia untuk melakukan pengukuran, dengan cara sederhana yaitu pengukuran dengan menggunakan instrument tongkat ukur/rantai ukur.

Luas penampang sungai didapat dengan persamaan:

$$A = p \times l \quad (3)$$

Keterangan:

A : luas penampang sungai (m<sup>2</sup>)

p : lebar sungai (m)

l : kedalaman sungai (m)

Lebar sungai didapat dengan mengukur lebar sungai/ jarak antara dua sisi sungai yang pada lokasi yang diteliti. Kedalaman diukur dengan menggunakan instrumen rantai ukur. Ujung rantai ukur digantungkan pemberat untuk menjaga rantai selalu tegak, pengukuran kedalaman dilakukan dengan menenggelamkan alat hingga dasar perairan.

### Model Matematik 2 Dimensi

Modul RMA2 merupakan model yang digunakan untuk mensimulasikan kondisi suatu perairan. Model hidrodinamik 2-dimensi atau model 2 dimensi bidang horizontal ini dijalankan dengan berdasarkan asumsi-asumsi hidrostatis. RMA2 menganalisa pola arus dan kecepatannya secara dua dimensi, persamaan yang digunakan yaitu persamaan kontinuitas dan persamaan momentum (Donnell *et.al.*, 2006).

Persamaan kontinuitas untuk aliran dua dimensi yaitu:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(HU) + \frac{\partial}{\partial y}(HV) = 0 \quad (4)$$

Persamaan momentum untuk rata-rata kedalaman secara berurutan arah (x,y) yaitu:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(HU) + \frac{\partial}{\partial x}(\beta_{xx}HUU) + \frac{\partial}{\partial y}(\beta_{xy}HUV) + gH \frac{\partial z_b}{\partial x} + \frac{1}{2}g \frac{\partial H^2}{\partial x} \\ + \frac{1}{\rho} \left( \tau_{bx} - \tau_{sx} - \frac{\partial}{\partial x}(H\tau_{xx}) - \frac{\partial}{\partial y}(H\tau_{xy}) \right) = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(HV) + \frac{\partial}{\partial x}(\beta_{xy}HUV) + \frac{\partial}{\partial y}(\beta_{yy}HVV) + gH \frac{\partial z_b}{\partial y} + \frac{1}{2}g \frac{\partial H^2}{\partial y} \\ + \frac{1}{\rho} \left( \tau_{by} - \tau_{sy} - \frac{\partial}{\partial x}(H\tau_{yx}) - \frac{\partial}{\partial y}(H\tau_{yy}) \right) = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Keterangan:

$\beta_{xx}, \beta_{xy}, \beta_{yx}, \beta_{yy}$  = koefisien momentum

g = percepatan gravitasi

$\rho$  = densitas air

$\tau_{bx}, \tau_{by}$  = tegangan geser untuk dasar

$\tau_{sx}, \tau_{sy}$  = tegangan geser untuk permukaan

$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yx}, \tau_{yy}$  = tegangan geser akibat turbulensi

Keluaran dari RMA2 digunakan dalam inputan SED2D untuk memodelkan sebaran sedimen dengan nilai *mesh* yang berlaku. SED2D merupakan model dua dimensi horizontal untuk mensimulasikan transpor sedimen pada saluran terbuka (Donnell *et. al.*, 2006).

Letter *et.al.*, (2003) menyatakan bahwa persamaan transportasi sedimen menggunakan persamaan konveksi-difusi sebagai berikut:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \alpha_1 C + \alpha_2 \quad (7)$$

Keterangan:

$C$  = konsentrasi sedimen suspensi

$t$  = waktu

$u, v$  = kecepatan aliran arah x dan y

$D_x$  = koefisien dispersi arah x

$D_y$  = koefisien dispersi arah y

$\alpha_1$  = koefisien suku sumber

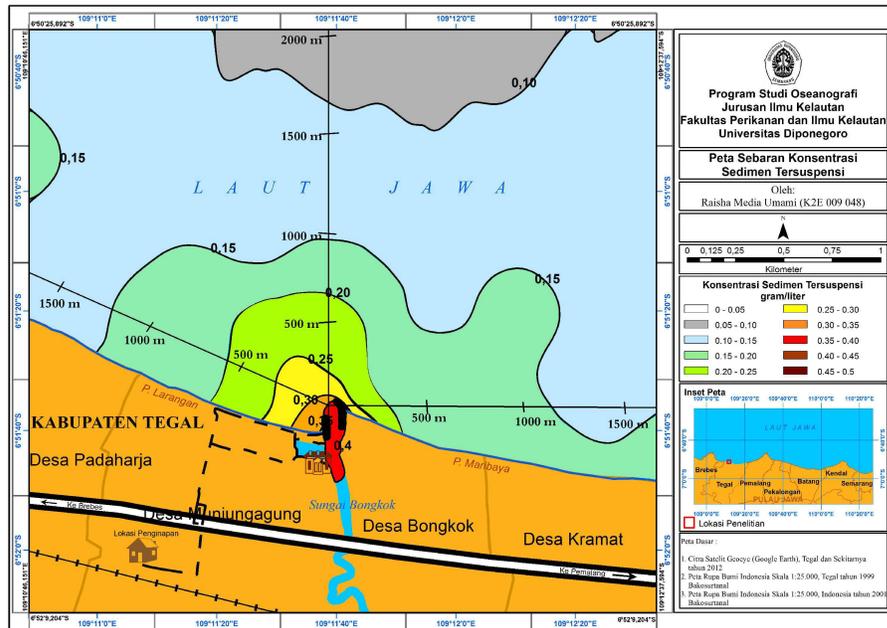
$\alpha_2$  = konsentrasi seimbang dari suku sumber

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. Hasil

##### Sebaran Konsentrasi Sedimen Tersuspensi Hasil Pengolahan Data Lapangan

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap contoh/sampel sedimen tersuspensi yang diperoleh di lapangan, diketahui konsentrasi sedimen tersuspensi di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal berkisar antara 0,1-0,4 gr/l. Stasiun 42, 43, dan 44 yang terletak di muara sungai mempunyai nilai konsentrasi yang paling tinggi yaitu 0,4 gr/l. Gambar hasil interpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) dengan bantuan *software ArcGis 10.1* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi sedimen tersuspensi pada saat pengambilan data (22 Mei 2013)

#### Pasang Surut Air Laut

Pasang surut air laut di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal dianalisis menggunakan metode Admiralty. Pengolahan data pasang surut menggunakan metode Admiralty menghasilkan komponen harmonik pasang surut yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konstanta harmonik hasil pengolahan data pasang surut pengukuran di lapangan (21 Mei-4 Juni 2013) dengan metode Admiralty

Konstanta Harmonik	Amplitudo (cm)
$S_0$	71
$M_2$	2
$S_2$	34
$N_2$	19
$K_2$	9
$K_1$	16

$O_1$	3
$P_1$	5
$M_4$	0,7
$MS_4$	0,4

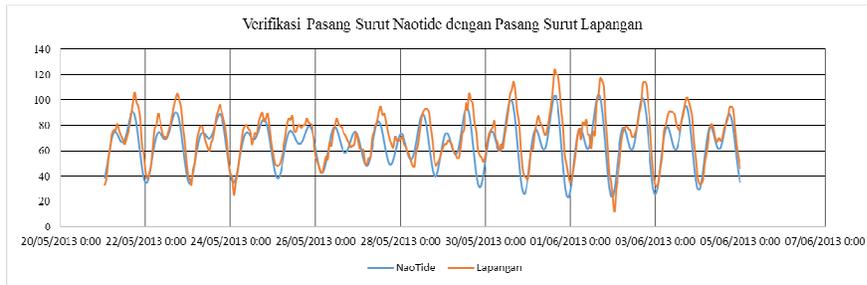
Penggunaan data pasut salah satunya untuk memperoleh nilai Formzahl. Nilai Formzahl dapat menunjukkan tipe pasut air laut di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal. Nilai Formzahl (F) di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal adalah:

$$\begin{aligned}
 F &= (K_1 + O_1) / (M_2 + S_2) \\
 &= (16 + 3) / (2 + 34) \\
 &= 0,52
 \end{aligned}$$

Hasil nilai Formzahl di atas menunjukkan bahwa pada Perairan Larangan, Kabupaten Tegal memiliki tipe pasut campuran condong harian ganda.

**Verifikasi Pasang Surut Nao Tide dengan Pasang Surut Lapangan**

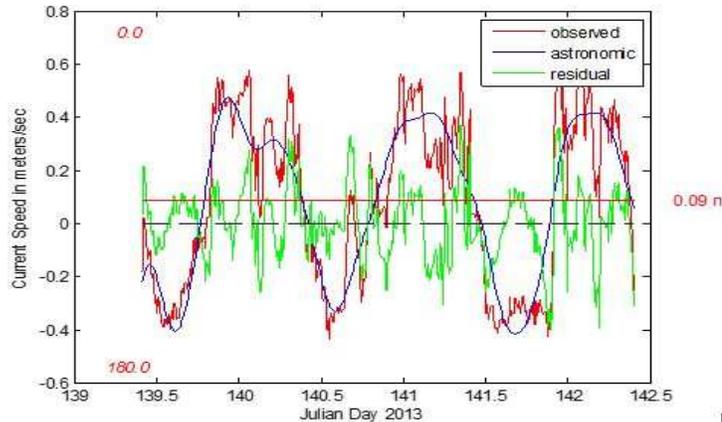
Salah satu inputan model di RMA2 adalah data pasang surut, data pasut yang dipakai adalah data peramalan pasut menggunakan *software* Nao Tide. Verifikasi pasang surut dilakukan secara kualitatif ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik verifikasi data pasang surut Nao Tide dengan data pasang surut hasil pengukuran di lapangan selama 15 hari (21 Mei-4 Juni 2013)

**Arus Laut**

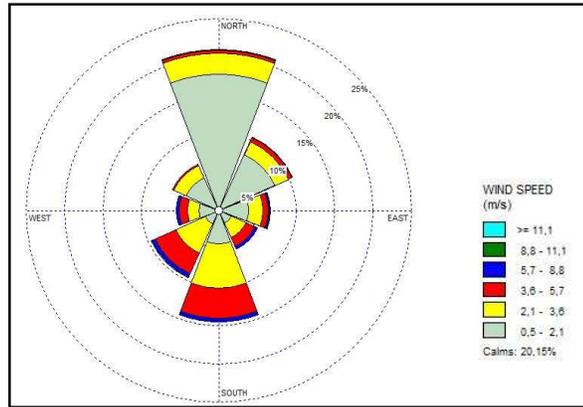
Sedimen tersuspensi ketika menuju perairan akan diangkut oleh arus laut (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Pengukuran arus laut dilaksanakan pada 19-22 Mei 2013 (4 hari) menggunakan *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP). Gambar 4 adalah grafik hasil analisis arus lapangan menggunakan *software* World Current 1.03. Gambar 4 menunjukkan bahwa kecepatan arus pasut lebih besar dibanding arus residu, dengan demikian arus laut paling dominan mempengaruhi angkutan sedimen tersuspensi di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal yaitu arus pasang surut. Kecepatan arus permukaan rata-rata pada hasil pengukuran di lapangan yaitu 0,477 m/detik.



Gambar 4. Grafik data arus lapangan menggunakan *software World Currents 1.03*  
(Sumber: hasil pengolahan data Tim Tegal 2013)

### Angin

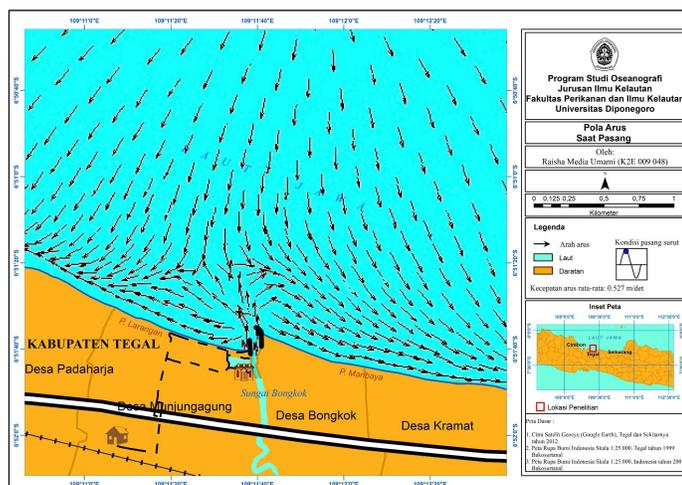
Arah angin dominan bergerak ke Utara dan kecepatan angin dominan sebesar 2,1-5,7 m/detik. Windrose berfungsi sebagai analisis arah angin yang ditampilkan pada diagram. Windrose disajikan pada Gambar 5. Angin merupakan salah satu inputan pembuatan model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi, data angin yang digunakan adalah data angin pada Peralihan I (Maret-Mei 2013) dari BMKG Tegal.



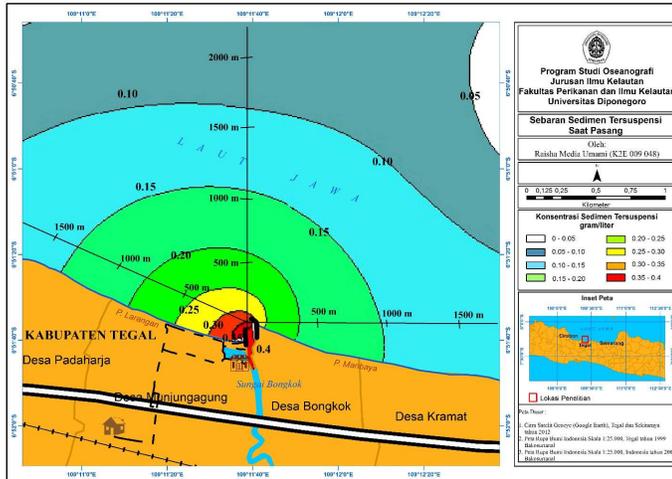
Gambar 5. Windrose Peralihan I (bulan Maret-Mei 2013)

### Simulasi Pola Arus Pasut dan Sebaran Konsentrasi Sedimen Tersuspensi

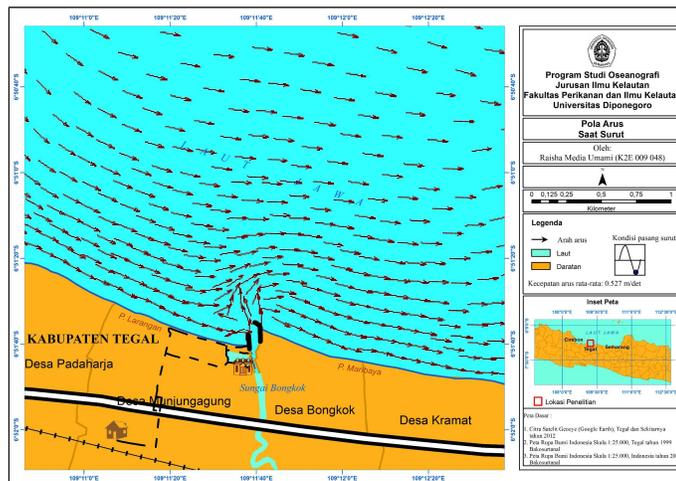
Pola arus diperoleh melalui pendekatan model matematik modul RMA2 pada *software* SMS 8.1 untuk mengetahui kecepatan dan arah dari pergerakan massa air yang mempengaruhi sebaran sedimen tersuspensi. Data debit sungai, pasut hasil ramalan *Nao Tide* dimasukkan sebagai inputan RMA2, kemudian menghasilkan vektor dan arah arus. Hasil model menunjukkan bahwa kecepatan arus rata-rata sebesar 0,527 m/det. Debit Sungai Bongkok diukur pada bulan Mei. Bulan Mei merupakan Peralihan I. Hasil pengukuran debit Sungai Bongkok sebesar 1,31 m<sup>3</sup>/det dan konsentrasi sedimen tersuspensi tertinggi berada di muara sungai sebesar 0,4 gr/l. Nilai tersebut digunakan untuk acuan membuat simulasi sebaran konsentrasi pada Peralihan I, jadi muara sungai diasumsikan sumber/pemasok konsentrasi sedimen tersuspensi ke Perairan Larangan. Setelah pola arus didapat, lanjutan dari RMA2 yaitu SED2D untuk memodelkan sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi. Pola arus pasut dan sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi untuk Peralihan I dimodelkan saat *spring tide* yaitu spring pada saat pasang, dan spring saat surut.



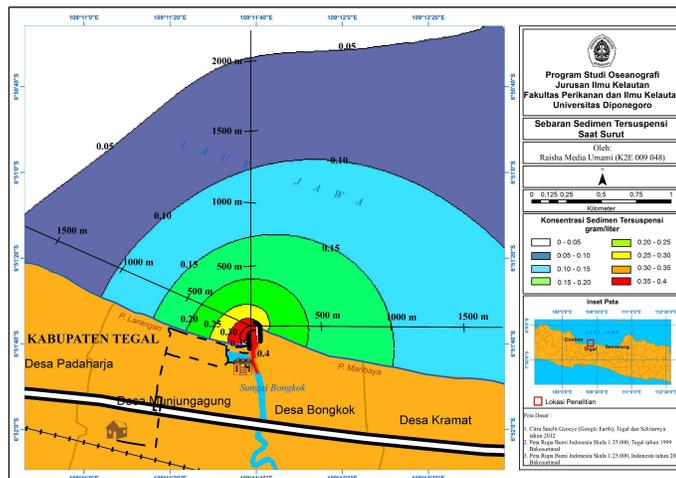
Gambar 6. Simulasi pola arus saat pasang (*Spring Tide*)



Gambar 7. Sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi, kondisi arus saat pasang (*Spring Tide*)



Gambar 8. Simulasi pola arus saat surut (*Spring Tide*)



Gambar 9. Sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi, kondisi arus saat surut (*Spring Tide*)

### Verifikasi Pola Arus Model dengan Pola Arus Lapangan

Keluaran dari RMA2 berupa pola arus pasang surut. Sebelum lanjut ke proses selanjutnya (SED2D), kecepatan arus hasil model harus diverifikasi terlebih dahulu dengan kecepatan arus lapangan untuk mengetahui nilai relatif error rata-rata (MRE). Hasil verifikasi data arus laut model dengan lapangan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Mean relative error* kecepatan arus rata-rata

ADCP	RMA2 (m/s)	MRE(%)
0,477	0,527	14,773

## B. Pembahasan

### Sebaran Konsentrasi Sedimen Tersuspensi Saat Pengambilan Data

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, konsentrasi sedimen tersuspensi di Perairan Larangan, Kabupaten Tegal berkisar antara 0,1-0,4 gr/l pada kondisi surut air laut. Sungai Bongkok merupakan sumber pasokan sedimen di Perairan Larangan. Angkutan sedimen tersuspensi di sungai berhubungan erat dengan erosi permukaan tanah oleh hujan, *run-off*, dan aktivitas manusia di daerah hulu. Air hujan dapat mengikis tanah mengakibatkan longsor tanah yang kemudian diangkut menuju sungai. Proses tersebut berpengaruh terhadap jumlah angkutan sedimen di sungai. Muara sungai adalah bagian dari sungai yang berhubungan langsung dengan laut. Sedimen tersuspensi dari Sungai Bongkok akan terangkut menuju laut (Perairan Larangan) dan menyebar. Konsentrasi dan jarak jangkauan sebaran sedimen tersuspensi di laut dipengaruhi oleh besar suatu debit sungai, konsentrasi sedimen tersuspensi dari sungai, koefisien difusi, dan arus laut akan menggerakkan massa air beserta sedimen tersuspensi ketika angkutan sedimen tersuspensi sampai di laut. Konsentrasi sedimen tersuspensi di muara sungai tinggi dan konsentrasinya semakin kecil dengan nilai terendah ke arah laut (Gambar 2).

Bagian hulu sungai Bongkok terdapat *jetty*, posisi *jetty* melengkung ke arah Barat, sehingga angkutan sedimen tersuspensi dari sungai juga bergerak relatif ke arah Barat. Triatmodjo (1999) menyatakan bahwa *Jetty* berperan penting dalam mencegah pendangkalan di mulut muara sungai, tetapi fungsi *jetty* di muara ini kurang memberi pengaruh dalam mencegah terjadinya sedimentasi dan pendangkalan di muara, disebabkan pasokan sedimen berasal dari sungai itu sendiri, sehingga memungkinkan terjadinya pendangkalan di sekitar muara.

### Simulasi Pola Arus

Pendekatan model matematik dapat memberikan gambaran mengenai pola pergerakan dinamika massa air (Donnel *et.al.*, 2006). Pembuatan model simulasi arus menggunakan modul RMA2 pada *software* SMS 8.1. Hasil pola arus di Perairan Larangan mengikuti gerakan pasang dan surut air laut. Hasil model tersebut diperkuat oleh grafik data arus hasil pengukuran di lapangan selama 3 hari yang di olah menggunakan *software* *World Currents* dan hasilnya menunjukkan bahwa arus yang paling dominan adalah arus pasang. Perairan Larangan mempunyai pola pasang campuran harian ganda. Angin dominan bergerak ke arah Utara (Gambar 5), kecepatan angin dominan sebesar 2,1-5,7 m/detik. Kecepatan arus hasil pengukuran di lapangan rata-rata sebesar 0,477 m/det sedangkan untuk kecepatan arus hasil model rata-rata sebesar 0,527 m/det. Verifikasi pola arus laut dilakukan dengan menghitung besar kesalahan relatif rata-rata/*Mean Relative Error*. Hasil verifikasi data hasil model dengan data saat pengukuran adalah 14,77%. Kristanti (2008) dalam Atmodjo (2011) menyatakan bahwa verifikasi model dengan nilai MRE masih dapat diterima apabila nilai MRE berada dalam batas 40%.

Hasil model arus menunjukkan bahwa pada *Spring Tide* yang terjadi pada akhir bulan Mei, arus cenderung bergerak ke arah Utara dan Timur, hal ini disebabkan karena awal Juni musim sudah berganti ke musim monsun Timur, disini arah angin cenderung bergerak ke arah Timur.

### Simulasi Sebaran Konsentrasi Sedimen Tersuspensi Pada Peralihan I

Model simulasi konsentrasi sedimen tersuspensi dibuat menggunakan modul matematik 2 dimensi SED2D pada *software* SMS 8.1. Inputan model sebaran sedimen konsentrasi sedimen tersuspensi pada Peralihan I yaitu debit sungai sebesar 1,31 m<sup>3</sup>/detik, dan nilai konsentrasi sedimen di muara sungai yaitu 0,4 gr/l yang dijadikan nilai acuan untuk penyebaran sedimen tersuspensi ketika menuju perairan. Hal ini dikarenakan muara sungai dianggap sebagai media pemasok sedimen tersuspensi di Perairan Larangan. Proses simulasi model memperhatikan arah

angin pada Peralihan I, angin cenderung bergerak ke arah Utara. Kecepatan dan arah angin pada Peralihan I (Maret-Mei 2013) juga dijadikan sebagai inputan pembuatan model.

Hasil model menunjukkan bahwa konsentrasi sedimen tersuspensi di Perairan Larangan yang berasal dari Sungai Bongkok cukup besar, sehingga debit sungai lebih dominan dari arus pasut di Perairan ini. Arah konsentrasi dipengaruhi dan mengikuti arah angin dan arah arus yang ada. Debit sungai mempengaruhi pasokan sedimen tersuspensi dari darat dan dipengaruhi oleh musim, curah hujan menentukan besar suatu debit. Jumlah curah hujan kecil menyebabkan debit aliran kecil, sehingga material sedimen tersuspensi yang diangkut sedikit, sedangkan jika curah hujan besar, nilai debit aliran besar sehingga jumlah material sedimen tersuspensi yang diangkut pun banyak. Musim berpengaruh terhadap jumlah curah hujan yang mengalir ke sungai dan mempengaruhi debit aliran. Mulyanto (2007) menjelaskan bahwa curah hujan dan debit sungai mempunyai hubungan, semakin tinggi suatu curah hujan maka *run-off* dan debit sungai juga semakin besar. Hujan jangka pendek juga akan menghasilkan *run-off* dan akan berpengaruh juga dengan debit sungai.

Studi mengenai sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi sangat penting untuk mengetahui potensi terjadinya sedimentasi di suatu wilayah perairan. Faktor oseanografi juga berpengaruh secara langsung terhadap proses sebaran sedimen tersuspensi yang terjadi di laut. Sifat-sifat sedimen juga sangat penting di dalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, diketahui nilai konsentrasi sedimen tertinggi yaitu pada muara sungai dan konsentrasi semakin rendah ketika menuju ke laut. Simulasi model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi pada Peralihan I untuk kondisi *Spring Tide*, arah penyebarannya mengikuti arah angin dan pergerakan arus pasut. Arah penyebarannya dominan ke Timur. Debit sungai lebih dominan di Perairan Larangan karena nilai debit sungai lebih besar dari pada arus pasut, ketika terjadi pasang pada kondisi *Spring Tide*, pergerakan arus tidak bisa mencapai mulut sungai karena terhalang oleh debit sungai. Debit sungai membawa partikel sedimen tersuspensi dari muara dan ketika menuju laut, partikel sedimen tersuspensi akan ditranspor oleh arus pasang surut.

#### Daftar Pustaka

- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Atmodjo, W. 2011. Studi Penyebaran Sedimen Tersuspensi di Muara Sungai Porong Kabupaten Pasuruan. Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Donnell, B.P., Letter, J.V., McAnally W.H. 2006. *User's Guide for RMA2 Version 4.5*. WexTech System Inc., New York.
- Letter J., A.M. Teeter, B.P. Donnel. 2003. Users Guide to SED2D Version 4.5. US Army Engineer Research and Development Center. Waterways Experiment Station. Coastal and Hydraulics Laboratory. New York.
- Mulyanto, H.R. 2007. *Sungai Fungsi dan Sifat-Sifatnya*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Poerbandono dan E. Djunarsjah. 2005. *Survey Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta

