

POLA SEBARAN MATERIAL PADATAN TERSUSPENSI AKIBAT PASANG SURUT DI PERAIRAN SEKITAR MUARA SUNGAI MLONGGO JEPARA
Pattern Material Distribution of Suspended Solids in Water Due to Tidal Estuary Neighborhood
Mlonggo Jepara

Medika Catur H J, Gentur Handoyo, Purwanto

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275
Email: genturhandoyo12@gmail.com

Abstrak

Perairan sekitar muara Sungai Mlonggo Jepara dimanfaatkan masyarakat sekitar untuk kegiatan ekonomi dan media transportasi. Aktifitas di muara Sungai Mlonggo yang cukup tinggi berdampak pada kandungan material padatan tersuspensi. Faktor hidro oseanografi seperti arus dan pasang surut merupakan faktor penting dalam persebaran material padatan tersuspensi. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh arus, pasang surut dan debit sungai sesaat terhadap sebaran material padatan tersuspensi di lokasi. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 19 - 20 November 2016 di perairan sekitar muara Sungai Mlonggo Jepara. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode penentuan lokasi menggunakan metode *purposive sampling*. Pengolahan data arus dilakukan secara hidrodinamika 2D menggunakan software MIKE 21. Pengolahan data pasang surut menggunakan metode Admiralty. Analisis material sedimen tersuspensi menggunakan metode Gravimetri. Hasil pengolahan data lapangan menunjukkan arus bergerak dari arah barat ke timur saat pasang dengan kecepatan tertinggi 0.0683m/dt dan dari arah timur ke barat saat surut dengan kecepatan tertinggi 0.1121m/dt. Arus saat pasang membawa sedimen tersuspensi dari laut kearah muara sungai dan saat arus surut sedimen tersuspensi yang berada di muara sungai terbawa arus menuju laut. Nilai sedimen tersuspensi berkisar antara 48mg/l – 294mg/l saat pasang sedangkan saat surut berkisar antara 29mg/l – 230mg/l. Kondisi pasang maupun surut konsentrasi sedimen tersuspensi tinggi berada di muara sungai, selain itu debit sungai sesaat di hilir sungai sebesar 0.064m³/dt – 0.249 m³/dt menyebabkan penumpukan sedimen tersuspensi di muara sungai. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa persebaran material padatan tersuspensi di lokasi dipengaruhi arus, pasang surut dan debit sungai sesaat.

Kata Kunci: *Material Padatan Tersuspensi, Arus, Pasang Surut, Debit Sungai Sesaat, Muara Sungai Mlonggo Jepara*

Abstract

The waters around the mouth of the River Mlonggo surrounding coastal communities Jepara utilized by people for economic activity and media transport. Activities at the mouth of the Mlonggo River are high enough to affect the content of suspended solids material. Hydro oceanographic factors such as currents and tides are important factors in the spreading of suspended solid material. The purpose of this study was to determine temporal effects of currents, tides and river against the spread of suspended solids material at the site. The study was conducted on 19 to 20 November 2016 at the waters around the mouth of the River Mlonggo Jepara. The method used is quantitative method and to determine the location using purposive sampling method. Data processing done by 2D hydrodynamic using software MIKE 21. The tide data processed with Admiralty method. Analysis of suspended sediment material using Gravimetry methods. The results of the data processing field shows the current is moving from west to east when the tide with a top speed of 0.0683m/s and from east to west at low tide with a top speed of 0.1121m/s. Currents when the tide brings suspended sediments from the sea towards the mouth of the river and the current ebb flow of suspended sediment that was in the river mouth drifted towards the sea. Values of suspended sediment ranged from 48mg/l - 294mg/l whereas at low tide ranges are between 29mg/l – 230mg/l. Conditions low tide and high suspended sediment concentration is in the mouth of the river, in addition to instantaneous streamflow downstream of 0.064 m³/s - 0249 m³/s cause a buildup of suspended sediment in estuaries. Based on the results of this study can be concluded that the spread of suspended solids material in locations influenced by currents, tides and river discharge moment.

Keywords : *Suspended Solids Materials, Current, Tidal, Debit Shortly River, Estuary Mlonggo Jepara*

1. Pendahuluan

Sungai di wilayah pesisir memiliki manfaat dan kerugian tersendiri di daerah itu. Manfaat yang didapat adalah pasokan air tawar sedangkan kerugiannya pasokan material padatan tersuspensi dari sungai ke laut. Material padatan tersuspensi merupakan material endapan yang melayang dalam air yang bergerak dalam jangka waktu tertentu tanpa menyentuh dasar perairan. Konsentrasi dan komposisi MPT bervariasi secara temporal dan spasial tergantung pada faktor-faktor fisik dan biologis yang mempengaruhinya (Chester, 1990).

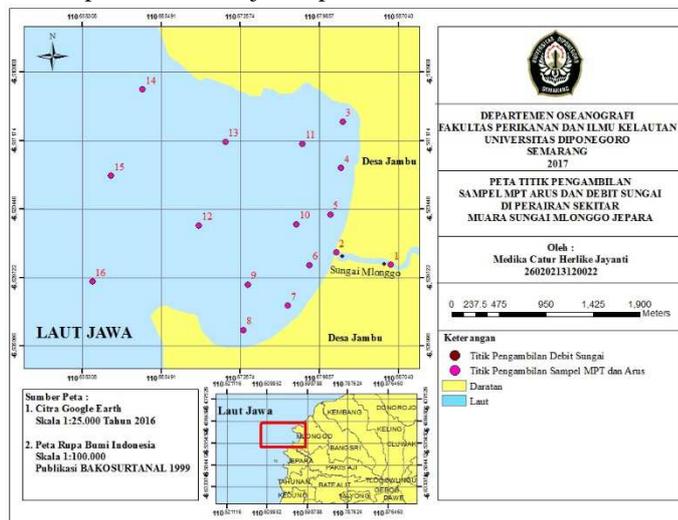
Faktor hidro oseanografi yang berpengaruh terhadap suplai material padatan tersuspensi di laut antara lain arus, gelombang dan pasang surut. Arus laut merupakan faktor yang berperan dalam perpindahan sedimen baik itu pengangkutan sedimen maupun pengendapan sedimen. Arus berfungsi sebagai media transport sedimen dan pengerosi yang bergantung pada gaya pembangkitnya. (Aziz, 2006).

Pasang surut memiliki pengaruh yang penting dalam pengangkutan sedimen di perairan karena pasang surut dapat membangkitkan arus yang menggerakkan massa air membawa material padatan tersuspensi. Debit sungai juga merupakan faktor yang penting terhadap persebaran material padatan tersuspensi di perairan karena merupakan sumber dari material padatan di laut.

Aktifitas di muara Sungai Mlonggo yang cukup tinggi berdampak pada pembuangan debit sungai terutama material padatan tersuspensi. Sedimen yang tersuspensi pada perairan memiliki pengaruh terhadap kualitas perairan tersebut. Jika nilai konsentrasi material padatan tersuspensi semakin tinggi, maka kekeruhan di perairan tersebut juga semakin tinggi.

Permasalahan yang sering dihadapi di perairan sekitar muara Sungai Mlonggo adalah adanya pendangkalan setiap tahun meskipun tidak tinggi dan air sungai yang keruh sehingga tidak dapat digunakan untuk pasokan air tawar warga sekitar. Berdasarkan hal tersebut perlu adanya penelitian tentang pengaruh faktor hidro oseanografi berupa arus dan pasang surut serta debit sungai terhadap sebaran material padatan tersuspensi agar masalah material padatan tersuspensi dapat diketahui dan dianalisa dengan cepat.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh arus terhadap sebaran material padatan tersuspensi dan mengetahui pola sebaran dan nilai konsentrasi material padatan tersuspensi sesaat pada kondisi pengukuran pasang dan surut serta debit sungai di perairan sekitar muara Sungai Mlonggo Jepara. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar.1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

2. Materi dan Metode

A. Materi Penelitian

Materi utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data material padatan tersuspensi, data arus dan data debit sungai sesaat. Materi penunjang yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa data angin bulan November 2016 dari website *Ogimet.com*, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang dipublikasi BAKOSURTANAL tahun 1999 dengan skala 1 : 100.000, peta Batimetri Jawa Tengah yang dipublikasi Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan skala 1 : 50.000 dan data pasang surut bulan November 2017 dipublikasi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Semarang.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yaitu suatu metode untuk menjelaskan fenomena yang terjadi dengan menampilkan jumlah dan muatan dengan adanya pengaruh terhadap objek. Metode ini digunakan dengan tujuan untuk menguji teori, membangun fakta, menunjukkan hubungan antar variabel, memberikan deskripsi statistik, menaksir dan meramalkan hasilnya (Sarwono, 2006).

Metode penentuan titik sampling ini menggunakan metode *purposive sampling* dimana penentuan lokasi pengamatan berdasarkan kondisi yang dapat mewakili kondisi secara keseluruhan daerah dan kemudahan dalam pencapaian. Dalam penelitian ini menggambarkan sebaran material padatan tersuspensi dan pengaruh faktor hidro oseanografi seperti arus, pasang surut dan debit sungai sesaat didaerah yang diamati.

Pengambilan material padatan tersuspensi dilakukan di 16 titik lokasi dengan kedalaman 0.2D, 0.6D, dan 0.8D pada saat pasang dan surut dimulai dari sungai hingga ke laut. Pengukuran arus laut dilakukan di lapangan dengan menggunakan metode Lagrangian. Metode Lagrangian adalah metode pengukuran arus dengan melepas benda apung atau *drifter* ke laut dengan kedalaman 0.6D. Untuk selanjutnya drifter tersebut akan mengikuti gerakan arus dalam rentang waktu tertentu. Data yang diperoleh dari pendekatan metode ini adalah nilai kecepatan dan arah arus sebagai fungsi dari waktu. Pengukuran debit sungai sesaat dilakukan di 2 lokasi hilir dan hulu sungai.

Material Padatan Tersuspensi

Metode analisis material padatan tersuspensi menggunakan metode Gravimetri. Perhitungan nilai konsentrasi material padatan tersuspensi (MPT) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MPT = \frac{(x-y)}{z} \text{ gram/liter} \quad (1)$$

Keterangan :

x: berat kertas saring dan berat MPT yang berada di kertas saring (g)

y: berat kertas saring (g)

z: volume percontoh air (l)

Nilai konsentrasi material padatan tersuspensi tersebut kemudian diplotkan sesuai koordinat masing - masing yang kemudian ditampilkan dalam bentuk peta sebaran konsentrasi material padatan tersuspensi.

Arus

Pengolahan data arus dilakukan dengan menggunakan software MIKE 21 dan ArcGIS 10.2. Penggunaan software ini bertujuan untuk memodelkan pola pergerakan arus berupa kecepatan dan arah arus didaerah penelitian. Setelah dilakukan simulasi pemodelan dilakukan verifikasi data lapangan dengan data pemodelan yang didapat menggunakan rumus CF (*Cost Function*) sebagai berikut :

$$CF = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{|D_n - M_n|}{\sigma_D} \quad (2)$$

Dimana :

N : jumlah data pengamatan

n : nilai ke n, dengan n = 1,2,3,....

D : nilai pengamatan

M : nilai model

σ : standar deviasi

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (D_n - \bar{D})^2} \quad (3)$$

\bar{D} : rata - rata data pengamatan

(George *et al*, 2010).

Pasang Surut

Data pasang surut dianalisis dengan metode admiralty untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang surut. Konstanta yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut dengan menggunakan formula Formzahl. Formula penentuan tipe pasang surut sebagai berikut :

$$F = \frac{AK1 + AO1}{AM2 + AS2} \quad (4)$$

Klasifikasi tipe pasang surut berdasarkan konstanta pasut :

0 < F < 0,25: Tipe pasut harian Ganda Murni
 0,25 < F < 1,50 : Tipe pasut Campuran Condong Harian Ganda
 1,50 < F < 3,0 : Tipe pasut Campuran Condong Harian Tunggal
 F < 3,0 : Tipe pasut Harian Tunggal Murni

(Triatmodjo, 1999).

Debit Sungai Sesaat

Perhitungan untuk mendapatkan debit sungai sebagai berikut

$$F_d = 2 \times b \times \frac{c+2d+e}{4} \quad (5)$$

$$Q_d = F_d \times V \quad (6)$$

Keterangan :

- F_d : luas penampang melintang antara garis pengukuran dalamnya air c, e
- b : lebar sungai
- c,d,e : kedalaman air pada setiap pengukuran
- Q_d : debit aliran
- V : kecepatan aliran rata-rata pada garis pengaliran

(Sosrodarsono dan Takeda, 1987).

3. Hasil dan Pembahasan

Material Padatan Tersuspensi

Hasil analisis nilai konsentrasi material padatan tersuspensi di perairan sekitar muara Sungai Mlonggo Jepara disajikan pada Tabel 1 - 2 dan Gambar 2 - 7.

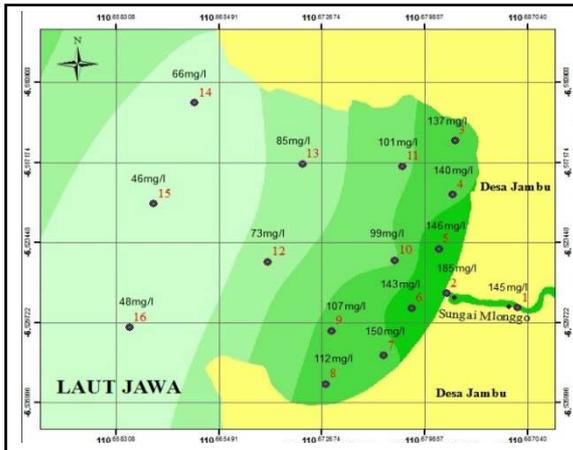
Tabel 1. Nilai Konsetrasi Material Padatan Tersuspensi Saat Pasang

No.	Stasiun	Kedalaman (m)	Konsentrasi MPT (mg/l)		
			0.2D	0.6D	0.8D
1	1	1.6	145	217	259
2	2	1.6	185	249	298
3	3	1.6	137	173	221
4	4	1.8	140	182	249
5	5	2.0	146	218	281
6	6	2.2	143	220	282
7	7	1.9	150	223	198
8	8	1.8	112	191	183
9	9	4.5	107	138	174
10	10	4.3	99	141	156
11	11	3.5	101	120	158
12	12	7.0	73	81	95
13	13	6.0	85	88	95
14	14	7.2	66	64	66
15	15	7	46	49	49
16	16	8	48	45	50

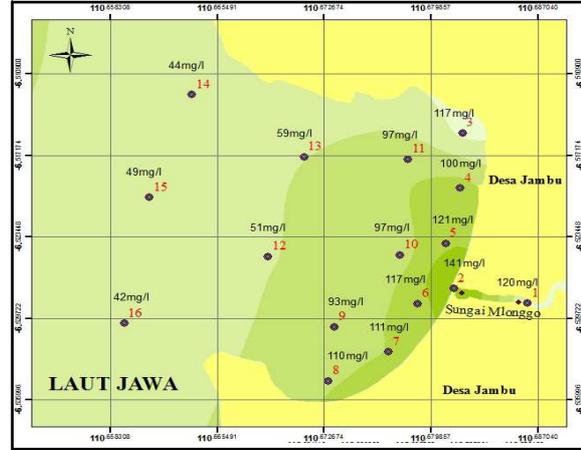
Tabel 2. Nilai Konsetrasi Material Padatan Tersuspensi Saat Surut

No.	Stasiun	Kedalaman (m)	Konsentrasi MPT (mg/l)		
			0.2D	0.6D	0.8D
1	1	0.9	120	-	-
2	2	1.3	141	204	230
3	3	0.6	117	-	-
4	4	1.2	100	123	139
5	5	1.5	121	158	164
6	6	2.0	117	131	148
7	7	1.5	111	118	123
8	8	1.5	110	108	128
9	9	3.8	93	93	98
10	10	4.0	97	96	100
11	11	3.2	97	94	106
12	12	6.5	51	56	62
13	13	5.5	59	61	64

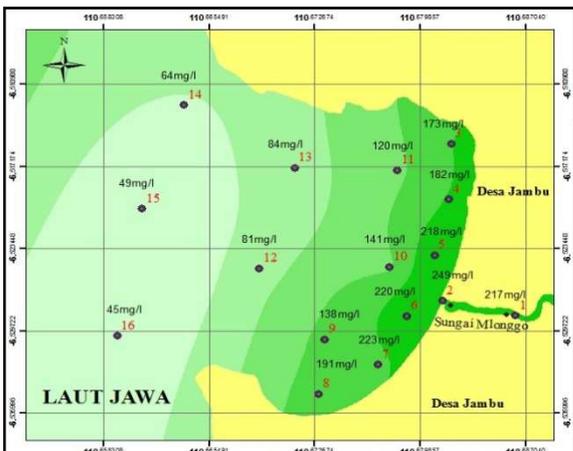
14	14	6.7	44	42	47
15	15	6.4	49	31	34
16	16	7	42	33	39



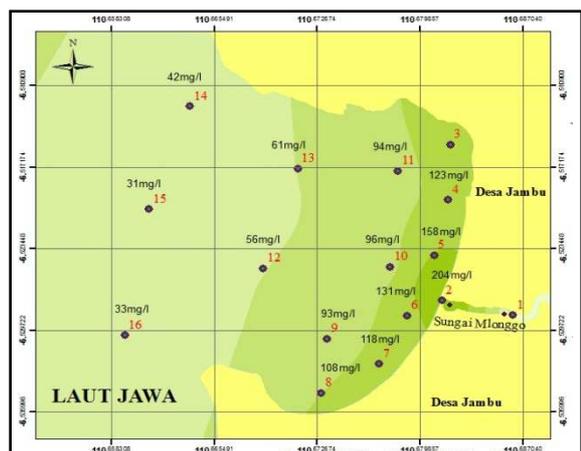
Gambar 2. Persebaran MPT Pada Kondisi Pasang di Kedalaman 0.2D



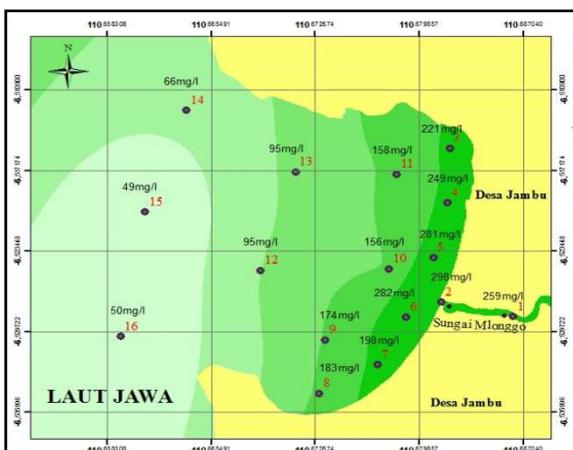
Gambar 3. Persebaran MPT Pada Kondisi Surut di Kedalaman 0.2D



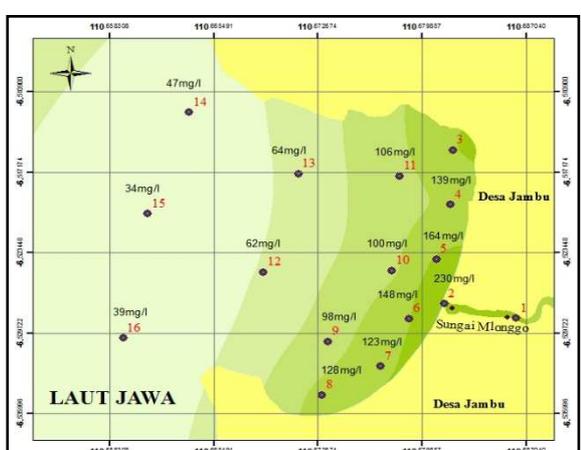
Gambar 4. Persebaran MPT Pada Kondisi Pasang di Kedalaman 0.6D



Gambar 5. Persebaran MPT Pada Kondisi Surut di Kedalaman 0.6D



Gambar 6. Persebaran MPT Pada Kondisi Pasang di Kedalaman 0.8D



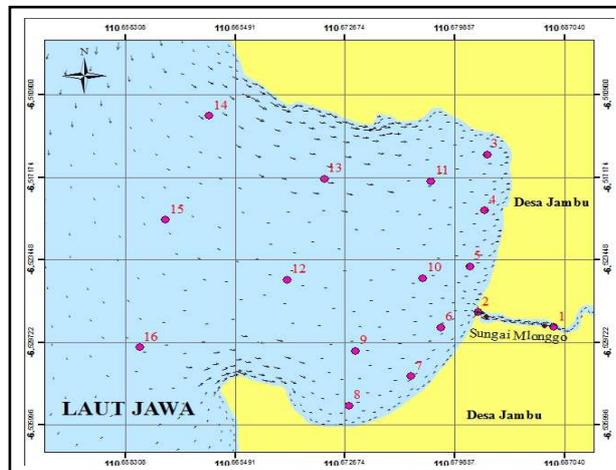
Gambar 7. Persebaran MPT Pada Kondisi Surut di Kedalaman 0.8D

Arus

Data kecepatan dan arah arus saat pasang dan surut disajikan pada Tabel 3 dan pola arus disajikan pada Gambar 8 - 9.

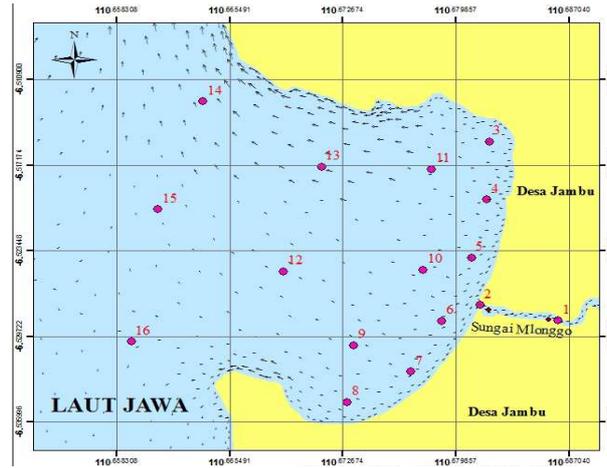
Tabel 3. Nilai Kecepatan dan Arah Arus Lapangan

No.	Stasiun	Pasang		Surut	
		Kecepatan Arus(m/dt)	Arah Arus(derajat)	Kecepatan Arus(m/dt)	Arah Arus(derajat)
1	1	0.0186	225	0.0177	191
2	2	0.0198	153	0.0199	191
3	3	0.0180	249	0.0162	231
4	4	0.0158	140	0.0195	199
5	5	0.0193	331	0.0179	58
6	6	0.0184	140	0.0200	228
7	7	0.0155	376	0.0195	244
8	8	0.0151	145	0.0196	240
9	9	0.0158	278	0.0187	209
10	10	0.0155	137	0.0172	59
11	11	0.0148	342	0.0183	142
12	12	0.0199	215	0.0192	236
13	13	0.0162	214	0.0173	84
14	14	0.0631	224	0.1126	269
15	15	0.0683	236	0.1029	137
16	16	0.0505	331	0.1029	342



Gambar 8. Pola Arus Pada Kondisi Pasang





Gambar 9. Pola Arus Pada Kondisi Surut

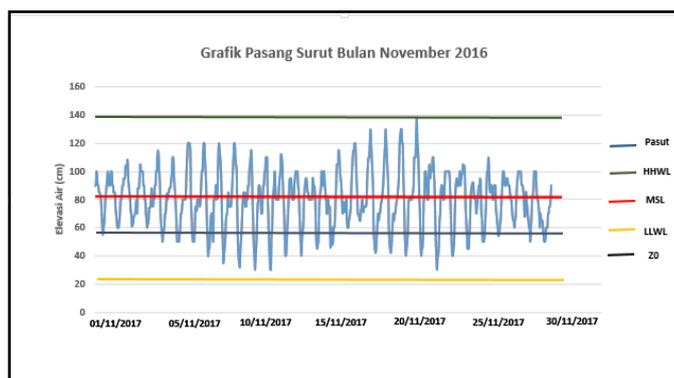
Verifikasi data model dan lapangan berada pada kisaran 0.6 – 1.1. Nilai tersebut berdasarkan klasifikasi menunjukkan kategori baik sehingga model arus dapat digunakan untuk mensimulasikan kondisi arus sebenarnya.

Pasang Surut dan Debit Sungai Sesaat

Dari komponen pasang surut tersebut diketahui perairan sekitar Sungai Mlonggo Jepara memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda dengan nilai Formzhal = 0.94 ; $Z_0 = 58$ cm; MSL = 81 cm; HHWL = 139 cm dan LLWL = 22 cm. Nilai komponen pasang surut disajikan pada Tabel 4 dan grafik pasang surut perairan sekitar Sungai Mlonggo Jepara dapat dilihat pada Gambar 10.

Tabel 4. Komponen Pasang Surut

No.	Komponen	Amplitudo(cm)	Beda Fase(g^0)
1	S0	81	-
2	M2	12	104
3	S2	11	151
4	N2	5	327
5	K1	16	15
6	O1	5	22
7	M4	0	202
8	MS4	1	305
9	K2	3	151
10	P1	5	15



Gambar 10. Grafik Pasang Surut Bulan November 2016

Data debit sungai sesaat diperoleh dari hasil perhitungan luas penampang dan kecepatan arus yang diperoleh dari data profil sungai. Nilai debit sungai di stasiun 1 dan 2 disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Debit Sungai Sesaat

No.	Lokasi	Pasang(m^3/dt)	Surut(m^3/dt)
1	Hulu Sungai	0.130	0.111
2	Hilir Sungai	0.170	0.117

Pembahasan

Pada saat kondisi pasang (Gambar 8) arah arus dominan dari barat ke timur dimana arus menuju ke daratan sedangkan saat kondisi surut (Gambar 9) arah arus dominan dari timur ke barat dimana arus menuju ke laut. Kecepatan arus saat kondisi surut lebih tinggi dibandingkan saat kondisi pasang yaitu berkisar 0.0148 m/dt sampai 0.0683 m/dt sedangkan saat kondisi pasang berkisar antara 0.0162 m/dt sampai 0.1126 m/dt. Kejadian ini dikarenakan perpindahan massa air saat kondisi surut menimbulkan gesekan dasar yang lebih tinggi dibandingkan dengan saat kondisi pasang, hal ini juga didukung pernyataan Poerbandono dan Djunasjah (2005), bahwa kecepatan arus minimum terjadi pada saat air tinggi dan kecepatan arus maksimum terjadi pada saat air rendah akibat perpindahan massa air yang mempengaruhi gaya gesek perairan dasar.

Arus berperan dalam pengadukan sedimen yang ada di dasar perairan kemudian massa air dan materialnya dibawa menuju laut ataupun mendekati daratan. Menurut Poerbandono dan Djunasjah (2005), sedimen yang berukuran kecil cenderung terangkut sebagai suspensi dimana kecepatan dan arahnya mengikuti kecepatan dan arah dari arus perairan tersebut. Sehingga dapat dilihat jika saat pasang arus menuju ke daratan dan nilai konsentrasi material padatan tersuspensi tinggi di sekitar muara karena adanya pertemuan arus laut dan debit sungai yang ada. Hal ini didukung dengan pernyataan Triatmodjo (1999), dasar laut terdiri dari material yang mudah bergerak maka arus dan gelombang akan mengerosi sedimen dan membawa searah dengan arus. Arus mengakibatkan terjadinya resuspensi sedimen sehingga nilai konsentrasi material padatan tersuspensi didekat daratan cenderung tinggi.

Dari hasil analisa laboratorium dan pengolahan data didapatkan nilai konsentrasi material padatan tersuspensi yang beragam di setiap stasiun pengamatan. Nilai konsentrasi material padatan tersuspensi berkisar antara 31 mg/l – 298 mg/l. Nilai konsentrasi material padatan tersuspensi semakin meningkat dengan dalamnya suatu perairan. Nilai konsentrasi material padatan tersuspensi yang lebih besar di daerah sekitar muara sungai dan daratan dikarenakan material padatan tersuspensi yang masuk di muara sungai berasal dari masukan sedimen yang ada di darat maupun sekitar sungai yang terangkut aliran sungai, aktivitas nelayan dan faktor hidro oseanografi yaitu arus dan pasang surut. Inilah yang menyebabkan penumpukan sedimen di mulut sungai dan terjadi proses pendangkalan, pernyataan ini didukung Sarjono (2009) dalam Simbolon (2015), lokasi muara sungai yang dipengaruhi oleh arus dan pasang surut yang tinggi menyebabkan terjadinya proses pengadukan sedimen dasar perairan sehingga nilai konsentrasi di muara sungai tinggi. Sebaran material padatan tersuspensi dilokasi terakumulasi dengan sewajarnya dimana memang material padatan tersuspensi tertinggi selalu di sekitar muara sungai dan daratan sedangkan di laut bebas konsentrasi material padatan tersuspensi menurun.

Hasil analisis pasang surut diperoleh bahwa tipe pasang surut di perairan sekitar muara Sungai Mlonggo Jepara adalah tipe pasang surut campuran condong harian ganda dengan nilai Formzahl 0.94 (Gambar 10). Saat kondisi pasang konsentrasi material padatan tersuspensi lebih tinggi dikarenakan saat pasang terjadi pertemuan debit sungai dan arus laut di muara sungai sehingga proses pengadukan relatif tinggi, hal ini didukung pernyataan menurut Triatmodjo (1999), energi transport saat pasang lebih besar dibandingkan saat surut dan menurut Mulyanto (2007) dalam Permana (2015), air pasang akan membawa sedimen dari laut ke dalam muara sungai untuk diendapkan di dalam muara dan menambah endapan yang sudah ada. Sedangkan saat kondisi surut konsentrasi material padatan tersuspensi lebih rendah dikarenakan muka air laut yang lebih rendah dan tenang dibandingkan saat kondisi pasang.

Debit sungai sesaat di hilir sungai lebih besar daripada di hulu sungai pada kondisi pasang maupun kondisi surut (Tabel 5) ini dikarenakan luas penampang di hilir sungai lebih kecil dibandingkan dengan hulu sungai. Dengan luas penampang kecil dan alur yang panjang menyebabkan kecepatan arus yang bisa menggerus sedimen membawanya ke laut sehingga pasokan sedimen menuju laut tinggi dimana pasokan material padatan tersuspensi di daerah hulu sungai konsentrasinya tinggi. Muara Sungai Mlonggo merupakan tipe muara yang didominasi oleh pasang surut karena tinggi pasang surut yang cukup besar sehingga saat pasang terjadi akumulasi air dari hulu sungai dan laut di muara.

4. Kesimpulan

Arus bergerak dari arah barat ke timur saat pasang dengan kecepatan tertingginya 0.0683 m/dt dan dari arah timur ke barat saat surut dengan kecepatan tertingginya 0.1126 m/dt. Arus mengakibatkan terjadinya resuspensi sedimen sehingga nilai konsentrasi material padatan tersuspensi didekat daratan cenderung tinggi. Arus saat pasang membawa sedimen tersuspensi dari laut ke arah muara sungai dan saat arus surut sedimen tersuspensi yang berada di muara sungai terbawa arus menuju laut.

Pola sebaran sedimen tersuspensi tinggi di badan sungai hingga muara sungai namun makin berkurang ke arah laut lepas. Nilai sedimen tersuspensi berkisar antara 45 mg/l – 298 mg/l saat pasang sedangkan saat surut berkisar antara 31 mg/l – 230 mg/l. Saat kondisi pasang terjadi penambahan volume air menyebabkan konsentrasi sedimen tersuspensi lebih tinggi dibandingkan saat surut dimana muka air lebih rendah dan tenang. Debit sungai sesaat di hilir sungai sebesar 0.117 m³/dt – 0.170 m³/dt menyebabkan penumpukan sedimen tersuspensi di muara sungai.

Daftar Pustaka

- Azis, M. Furqon. 2006. Gerak Air di Laut. Oseana, Volume XXXI, Nomor 4,;: 9 – 21. LIPI.
- Chester, R dan Enemy. 1990. Marine Geochemistry. Unwin Hyman Ltd, London.
- George, M. S., Dr L Bertino., Prof OM Johannessen., dan Dr A Samuelsen. 2010. Validation of a hybrid coordinate ocean model for the Indian Ocean. Journal of Operational Oceanography. Mohn-Sverdrup Center for Global Ocean Studies and Operational Oceanography/Nansen Environmental and Remote Sensing Center, Bergen, Norway. 3(2).
- Permana, A. E, Hariadi dan Siddhi S. 2015. Pengaruh Arus Pasang Surut dan Debit Sungai Terhadap Distribusi Sedimen Tersuspensi Di Perairan Muara Sungai Cirebes, Cirebon. Jurnal Oseanografi. Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Diponegoro. 4(1):74-78.
- Sarwono, Jonathan. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Simbolon, M. Y, Siddhi S dan Hariyadi. 2015. Distribusi Sedimen Tersuspensi Berdasarkan Arus Pasang Surut Di Muara Sungai Kuto, Kabupaten Kendal. Jurnal Oseanografi. Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Diponegoro. 4(2): 731-740.
- Sosrodarsono S. dan K. Takeda. 1987. Hidrologi Untuk Pengairan. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.