

PENGARUH ARUS LAUT DAN PASANG SURUT TERHADAP DISTRIBUSI SEDIMEN TERSUSPENSI DI PERAIRAN MUARA SUNGAI SEMBILANGAN KALIPRAU PEMALANG

Yeremia Septian Agung Wibowo¹⁾, Hariadi^{2*)} dan Jarot Marwoto^{3*)}

^{1*)}Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Email: ²⁾hariadimpi@yahoo.com; ³⁾jrt.marwoto@gmail.com;

Abstrak

Sungai Sembilangan merupakan sungai yang berpotensi mengalami pendangkalan bagian muara akibat adanya pengendapan sedimen tersuspensi. Tingginya angka laju sedimentasi dapat menyebabkan lumpuhnya perekonomian masyarakat yang mengandalkan muara sungai. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh arus pasang surut terhadap pola persebaran sedimen tersuspensi di perairan sekitar Muara Sungai Sembilangan. Lokasi sampling merupakan daerah muara dan sekitar sungai Sembilangan Kaliprau, Pemalang dengan posisi 6°49'0" LS hingga 6°50'22,8" LS dan 109°34'16,6" BT hingga 109°35'30" BT. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer merupakan sampel material padatan tersuspensi diambil sejumlah 18 titik pengamatan dan data arus laut. Data sekunder antara lain data pasang surut BIG dan Bathimetri DISHIDROS. Analisis sedimen tersuspensi dilakukan dengan pembuatan peta sebaran sedimen menggunakan ArcGIS 10.0 dan pemodelan arus laut menggunakan MIKE 21. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi sedimen tersuspensi pada saat pasang berkisar antara 32,1 – 104,5 mg/l sementara pada saat surut berkisar antara 35,2 – 120,3 mg/l. Arah arus dominan ke arah barat pada saat pasang dan timur pada saat surut. Berdasarkan hasil penelitian, arus pasang surut mempengaruhi pembentukan pola persebaran MPT dengan konsentrasi terbesar berada pada daerah muara dan yang berdekatan dengan daratan. Konsentrasi sedimen tersuspensi menurun menuju laut serta keragaman nilai konsentrasi sedimen tersuspensi di Perairan Muara Sungai Sembilangan dipengaruhi oleh pasang surut.

Kata Kunci: Sedimen Tersuspensi, Pasang Surut, Arus Laut, Sungai Sembilangan

Abstract

Sembilangan estuary has the potential to silting of the estuary part due to the deposition of suspended sediment. The high rate of sedimentation rate will be paralyzed the economy of the community who rely on the river estuary as a place of activity and work. The purpose of this study was to determine the distribution pattern of suspended sediments that are affected by tidal currents in Sembilangan's Estuary. Sample location was the area around the Sembilangan river estuary at Kaliprau village, Pemalang with position 6°49'0" until 6°50'22,8" South and 109°34'16,6" until 109°35'30" East. The data used in this study were primary and secondary data. Primary data is suspended sediments samples was taken some 18 points of observation and data of ocean currents. Secondary data include tide data from BIG and bathymetry data from DISHIDROS. Analysis done by making the suspended sediment distribution maps using ArcGIS 10.0 and modeling of ocean currents using MIKE 21. The results showed that the concentration of suspended sediment at high tide ranged from 32,1 – 104,5 mg/l while at low tide ranged from 35,2 – 120,3 mg/l. The dominant current direction toward the west at high tide and east at low tide. Based on the results of the study, the tidal currents was affected the distributin of suspended sediment that show the highest concentration of suspended sediment is in the region's estuary and adjacent to the mainland. Concentration of suspended sediment make a pattern showed that highest concentration of suspended sediment were belongs to mainland region and decrease into the sea.

Keywords: *Suspended Sediment, Tides, Sea Current, Sembilangan Estuary*

1. Pendahuluan

Keberadaan sungai pada wilayah pesisir merupakan keuntungan yang dimiliki oleh masyarakat pesisir. Keberadaan sungai di daerah pesisir dapat menjamin ketersediaan air tawar bagi masyarakat yang tinggal di daerah pesisir serta sebagai sarana untuk menjaga jumlah air yang tersimpan di darat untuk menanggulangi banjir. Sungai yang lebar dapat dimanfaatkan sebagai tempat tambat kapal agar terlindung dari kondisi laut yang ekstrem atau sebagai potensi wisata alam. Keberadaan sungai di lingkungan pesisir juga dapat menyebabkan kerugian, karena sungai yang mengalir menuju laut membawa material sedimen yang berasal dari darat dan akan terendapkan di lingkungan laut akibat adanya faktor oseanografi fisika laut.

Laju sedimentasi sering menjadi permasalahan pada suatu daerah yang akhirnya menyebabkan suatu daerah menjadi terisolasi atau kehilangan fungsi utamanya. Tingginya angka sedimentasi pada muara sungai menyebabkan muara sungai menjadi sempit dan dangkal sehingga terjadi pembendungan air di daratan yang dapat mengakibatkan banjir pada wilayah daratan yang rendah di sekitar daerah aliran sungai. Pembendungan tersebut dapat menyebabkan menurunnya angka perekonomian masyarakat dan menurunnya angka pendapatan masyarakat (Triatmodjo, 2000).

Muara Sungai Sembilangan merupakan pintu keluar air dari wilayah daratan desa Kaliprau dan bagian dari daratan cekung (teluk) yang membentuk Tanjung Sari, Pemalang sehingga sangat terpengaruh pasang surut karena fenomena pasang surut memiliki pengaruh yang besar pada kondisi perairan teluk. Berdasarkan Triatmodjo (2000), pasang surut merupakan gaya penggerak utama terhadap sirkulasi massa air di perairan sempit dan tertutup seperti teluk. Arus yang disebabkan oleh pasang surut dapat mencapai kecepatan 2 knot (± 1 m/dt) dan arahnya akan berbalik 180° dalam kurun waktu tertentu sesuai dengan sifat pasang surutnya.

Pasang surut memiliki pengaruh yang penting dalam pengangkutan sedimen di perairan karena pasang surut dapat membangkitkan arus yang merupakan pergerakan massa air yang membawa material sedimen tersuspensi. Debit sungai juga merupakan faktor yang penting terhadap persebaran sedimen tersuspensi di perairan karena merupakan sumber dari material padatan di laut. Nilai arus, pasang surut dan debit sungai digunakan sebagai dasar untuk menentukan konsentrasi sedimen tersuspensi di perairan Muara Sungai Sembilangan.

Berdasarkan hal tersebut, kajian terhadap parameter oseanografi yaitu pasang surut dan arus serta debit sungai perlu dilakukan karena berpengaruh terhadap keberadaan dan konsentrasi sedimen tersuspensi di perairan.

2. Materi dan Metode Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer yang dikumpulkan selama penelitian berlangsung dan data sekunder yang didapatkan melalui instansi yang menyediakan data pendukung. Data primer yang digunakan adalah hasil pengukuran arus laut, pengambilan material padatan tersuspensi dan hasil pengukuran debit sungai. Data sekunder yang digunakan adalah data elevasi pasang surut Perairan Muara Sungai Sembilangan yang diperoleh dari BIG dengan waktu yang sama pada hari pengamatan dan peta bathimetri yang diperoleh dari DISHIDROS.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yaitu metode untuk menjelaskan fenomena yang terjadi dengan menampilkan jumlah dan muatan tanpa ada pengaruh yang diberikan terhadap objek (Furchan, 2004). Metode ini akan menjelaskan keadaan yang terjadi saat penelitian, serta menjelaskan variabel yang diperoleh selama penelitian dan keterkaitannya satu sama lain (Kountur, 2003). Penentuan lokasi pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* dimana penentuan lokasi pengambilan sampel merupakan hasil dari pertimbangan peneliti berkaitan dengan kondisi yang ingin diperoleh pada daerah penelitian. Penelitian ini menggambarkan sebaran sedimen tersuspensi dan penggambaran faktor-faktor oseanografi yang mempengaruhi fenomena persebaran tersebut seperti arus laut, pasang surut dan debit sungai.

Sampel air laut yang akan dianalisis diambil sebanyak 100ml, kemudian disaring dengan kertas saring yang telah dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam. Penyaringan dilaksanakan menggunakan bantuan *vacum pump* untuk mempercepat pemisahan sedimen tersuspensi dari air sampel. Hasil penyaringan berupa kertas saring dengan kandungan sedimen kemudian dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Hasil pengeringan sampel kemudian dimasukkan ke dalam desikator untuk mengurangi adanya kemungkinan penyerapan uap air oleh kertas saring. Kertas saring kemudian ditimbang menggunakan timbangan elektrik untuk mengetahui berat sedimen yang terkandung pada kertas saring dengan rumus (Alaerts dan Santika, 1984):

$$C = \frac{a-b}{v} \text{ mg/liter}$$

dimana:

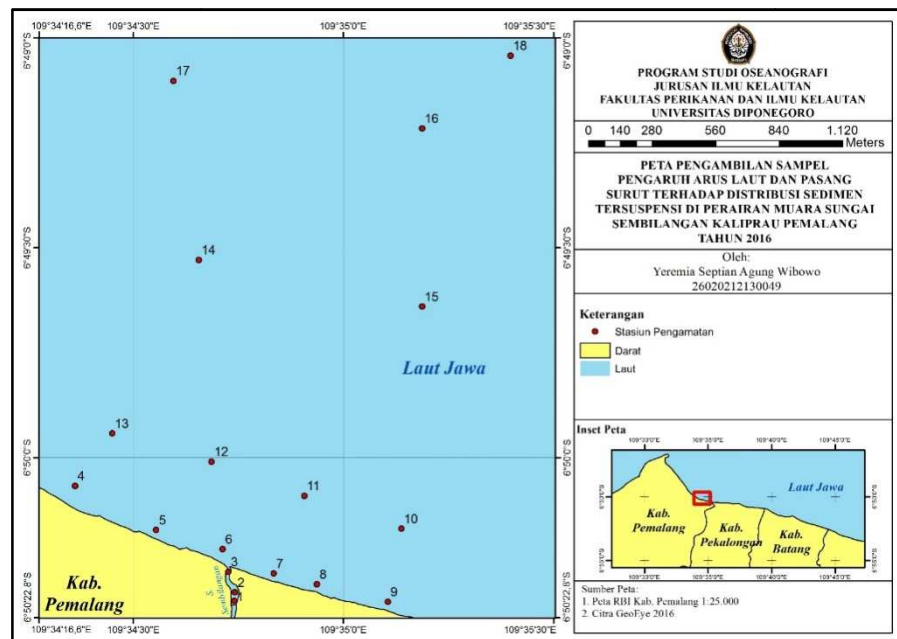
C = kadar sedimen tersuspensi (mg/l)

b = berat kering kertas saring

a = berat kering kertas saring mengandung sedimen

V = volume air sampel (liter)

Hasil pengukuran konsentrasi sedimen tersuspensi ditampilkan dalam peta sebaran menggunakan ArcGIS 10.0.

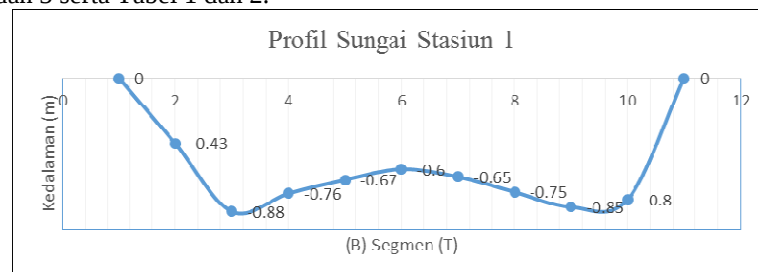


Gambar 1. Stasiun Pengambilan Data

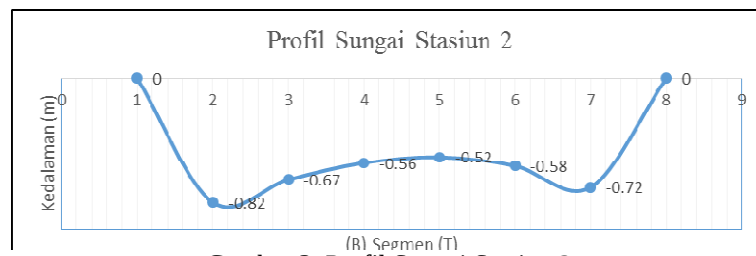
Pengukuran parameter oseanografi meliputi pengukuran arus, kualitas perairan serta debit sungai. Pengukuran debit sungai meliputi kedalaman perairan sungai dan muara serta kecepatan arus secara insitu. Pengukuran kualitas perairan hanya mencakup kecerahan perairan. Pengukuran arus meliputi kecepatan dan arah dilakukan secara langsung dengan metode Lagrange. Analisis data arus dilakukan dengan pemodelan arus menggunakan program *Mike21* selama pengambilan sampel air laut dan sedimen.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data debit sungai pada dua stasiun diperoleh dengan mengukur kecepatan arus sungai, lebar sungai dan kedalaman sungai (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Pengukuran menunjukkan debit sungai memiliki nilai rendah berkisar 0,008 m³/dt saat pasang dan 0,015 m³/dt saat surut ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3 serta Tabel 1 dan 2.



Gambar 2. Profil Sungai Stasiun 1



Gambar 3. Profil Sungai Stasiun 2

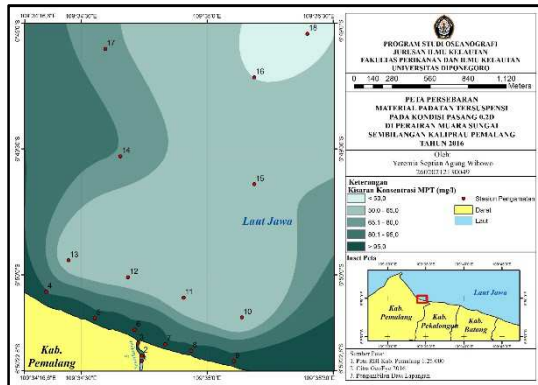
Tabel 1. Data Debit Sungai Stasiun 1

Segmen	Kedalaman	Rumus	Debit Stasiun 1					
			Pasang			Surut		
			V	Fd	Qd	V	Fd	Qd
1	0	darat						
2	0,43	1titik	0,001	4,35	0,006	0,002	4,35	0,01
3	0,88	2titik	0,001	7,375	0,009	0,002	7,375	0,016
4	0,76	2titik	0,001	7,675	0,009	0,002	7,675	0,016
5	0,67	1titik	0,001	6,75	0,009	0,002	6,75	0,016
6	0,6	1titik	0,001	6,3	0,008	0,002	6,3	0,015
7	0,65	1titik	0,001	6,625	0,008	0,002	6,625	0,015
8	0,75	1titik	0,001	7,5	0,01	0,002	7,5	0,017
9	0,85	2titik	0,001	8,125	0,01	0,002	8,125	0,017
10	0,8	2titik	0,001	6,125	0,007	0,002	6,125	0,013
11	0	darat						
Q Rerata (m ³ /s)					0,008			0,015

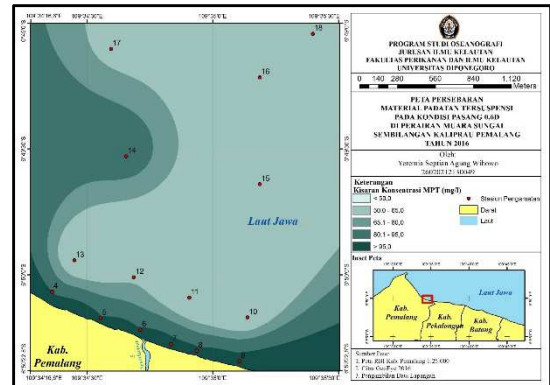
Tabel 2. Data Debit Sungai Stasiun 2

Segmen	Kedalaman	Rumus	Debit Stasiun 2					
			Pasang			Surut		
			V	Fd	Qd	V	Fd	Qd
1	0	darat						
2	0,82	2titik	0,001	5,775	0,008	0,002	5,775	0,012
3	0,67	1titik	0,001	6,8	0,009	0,002	6,8	0,016
4	0,56	1titik	0,001	5,775	0,008	0,002	5,775	0,014
5	0,52	1titik	0,001	5,45	0,008	0,002	5,45	0,013
6	0,58	1titik	0,001	6	0,008	0,002	6	0,014
7	0,72	1titik	0,001	5,05	0,007	0,002	5,05	0,012
8	0	darat						
Q Rerata (m ³ /s)					0,008			0,014

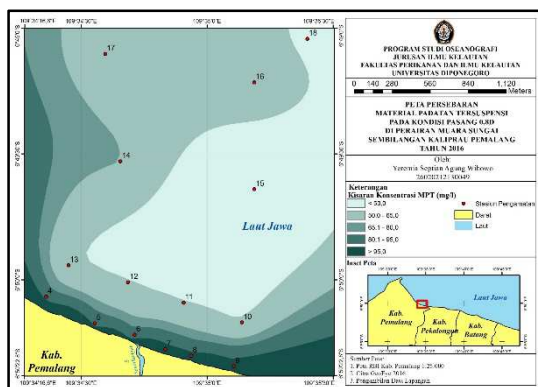
Menurut Nontji (1993), padatan tersuspensi merupakan partikel yang melayang dalam kolom perairan dan terdiri dari bahan organik dan anorganik. Sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi berdasarkan kedalaman di Perairan Muara Sungai Sembilangan ditampilkan dalam Gambar 4 – 9.



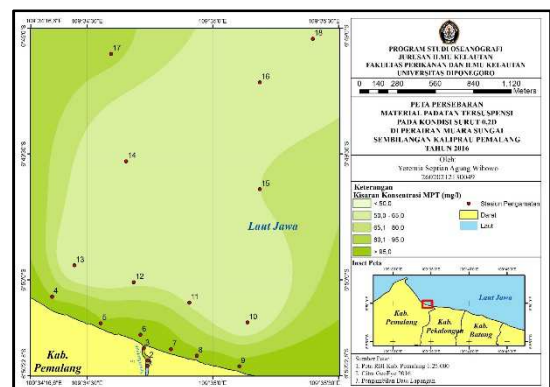
Gambar 4. Peta Distribusi MPT saat Pasang di Kedalaman 0,2D



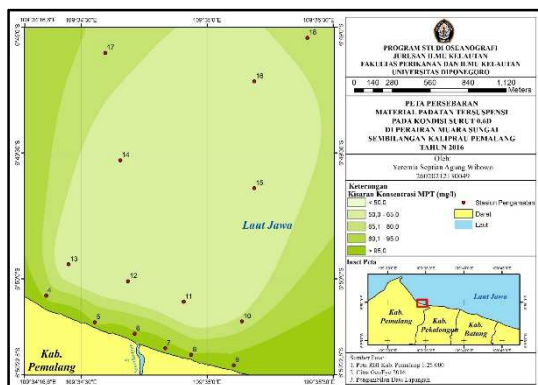
Gambar 5. Peta Distribusi MPT saat Pasang di Kedalaman 0,6D



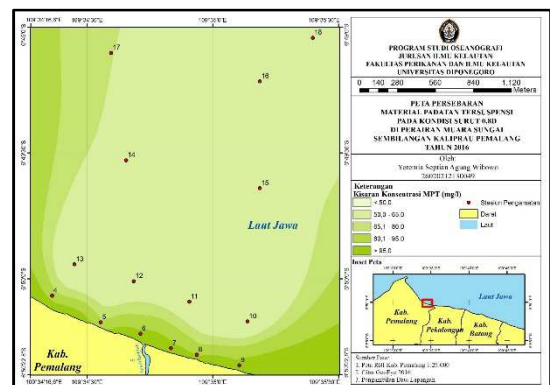
Gambar 6. Peta Distribusi MPT saat Pasang di Kedalaman 0,8D



Gambar 7. Peta Distribusi MPT saat Surut di Kedalaman 0,2D



Gambar 8. Peta Distribusi MPT saat Pasang di Kedalaman 0,6D



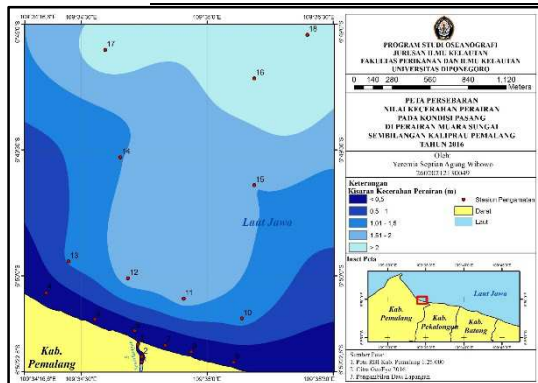
Gambar 9. Peta Distribusi MPT saat Pasang di Kedalaman 0,8D

Tingginya nilai konsentrasi sedimen tersuspensi ketika pasang pada stasiun 3 disebabkan adanya pengadukan perairan akibat pertemuan input massa air dari sungai dan massa air dari laut di daerah tersebut. Pengadukan inilah yang menyebabkan tingginya konsentrasi sedimen tersuspensi pada daerah tersebut. Saat surut nilai konsentrasi sedimen tersuspensi pada stasiun 3 cenderung menurun dibanding ketika pasang. Fenomena tersebut diakibatkan adanya fase *slack* yaitu pertemuan antara massa air sungai dan laut yang searah sehingga menciptakan kondisi perairan yang lebih tenang dan sedimen tersuspensi memiliki waktu untuk mengendap (Satriadi dan Widada, 2004). Persebaran konsentrasi sedimen tersuspensi dipengaruhi oleh arus pasut dan membentuk pola distribusi dengan nilai konsentrasi tertinggi berada dekat dengan daratan dan menurun menuju laut lepas. Semakin jauh lokasi stasiun dari daratan semakin kecil nilai konsentrasi sedimen tersuspensi.

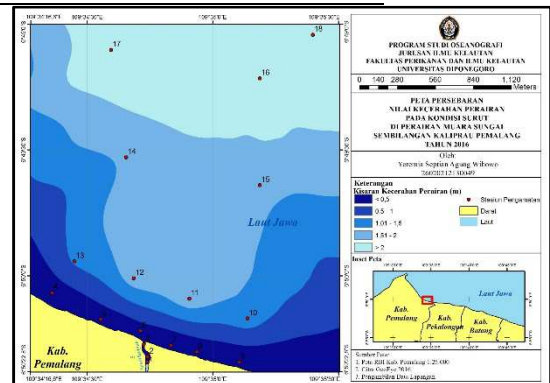
Tabel 3 dan Gambar 10 dan 11 merupakan data kecerahan perairan yang merupakan data pendukung untuk membuktikan bahwa nilai konsentrasi tiap stasiun mempengaruhi nilai kecerahan (Yusuf *et al.*, 2012). Nilai kecerahan semakin rendah bersamaan dengan tingginya nilai konsentrasi sedimen tersuspensi.

Tabel 3. Data Kecerahan Perairan Muara Sungai Sembilangan

Stasiun	Kedalaman (m)	Kecerahan (m)		Persentasi (%)	
		Pasang	Surut	Pasang	Surut
1	0,4	0,2	0,2	50	50
2	0,45	0,2	0,2	44,4	44,4
3	0,5	0,2	0,2	40	40
4	1	0,3	0,4	30	40
5	1,7	0,4	0,5	23,5	29,4
6	1,2	0,5	0,6	41,7	50
7	1,2	0,3	0,4	25	33,3
8	1,5	0,25	0,3	16,7	20
9	1,65	0,5	0,5	30,3	30,3
10	5	1,5	1,7	30	34
11	5,5	2,5	2,6	45,5	47,3
12	5,8	2,5	2,5	43,1	43,1
13	5	1,5	1,4	30	28
14	9	1,5	1,6	16,7	17,8
15	8	1,5	1,5	18,75	18,75
16	9,5	2,5	2,5	26,3	26,3
17	10,5	2,5	2,6	23,8	24,8
18	10,5	2,7	2,8	25,7	26,7

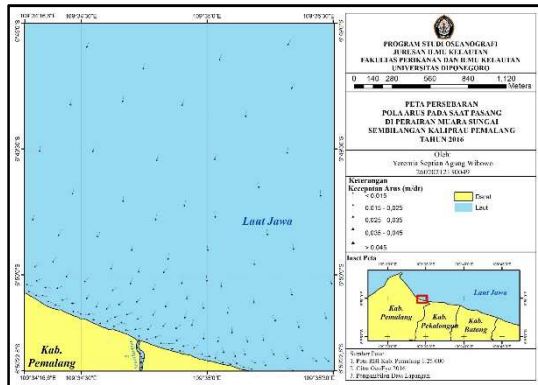


Gambar 10. Peta Nilai Kecerahan Perairan saat Pasang

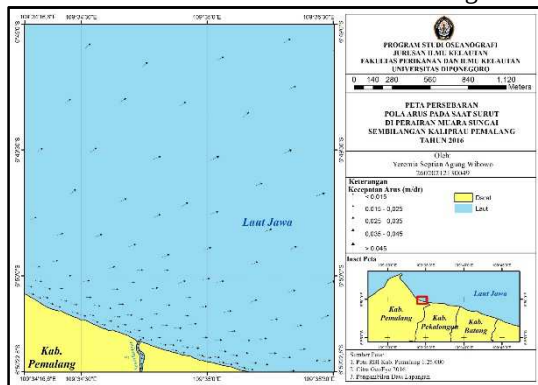


Gambar 11. Peta Nilai Kecerahan Perairan saat Surut

Nilai kecepatan arus diperoleh menggunakan metode *lagragnian* dengan mengikuti jejak partikel air menggunakan pelampung (Sudarto *et al.*, 2013). Nilai hasil pengukuran selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk membuat simulasi model arus di Perairan Muara Sungai Sembilangan Kaliprau Pemalang (DHI, 2007). Hasil simulasi model di Perairan Muara Sungai Sembilanganselanjutnya divalidasi menggunakan metode PB (Persentasi Bias) untuk menentukan kelayakan model tersebut untuk menggambarkan kondisi arus di lapangan (Huang Jing *et al.*, 2013). Hasil model menunjukkan arah arus bergerak dari timur ke arah barat saat pasang, dan bergerak ke arah timur saat surut (Gambar 12 dan 13). Pergerakan arus yang berbalik 180° pada dua kondisi pasang dan surut menjelaskan bahwa arus laut pada perairan tersebut merupakan jenis arus pasang surut (Triatmodjo, 2000). Pasang surut pada Perairan Muara Sungai Sembilangan merupakan tipe campuran condong harian tunggal dengan nilai Formzahl 2,26 diolah menggunakan metode Admiralty (Mahatmawati *et al.*, 2009). Komponen pasang surut Perairan Muara Sungai Sembilangan disajikan pada Tabel 4.



Gambar 12. Peta Pola Arus Saat Pasang



Gambar 13. Peta Pola Arus Saat Surut

Nilai kecepatan arus di Perairan Muara Sungai Sembilangan tergolong rendah dengan kecepatan arus dibawah 4 m/dt (Maulana, 2013). Kecepatan arus tertinggi hasil simulasi saat pengambilan sampel (pasang) adalah sebesar 0,0149 m/dt dan terendah adalah 0,0012 m/dt. Saat surut kecepatan arus tertinggi tercatat memiliki nilai 0,0299 m/dt dan terendah 0,0029 m/dt. Nilai tersebut merupakan nilai kecepatan arus pada kedalaman 60% perairan atau 0,6D karena pada kedalaman tersebut memiliki nilai yang sama dengan hasil rata – rata kecepatan arus tiap layer pada perairan tersebut (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

Tabel 4. Komponen Pasang Surut Hasil Metode Admiralty

Komponen	Amplitudo (cm)	Beda Fase (g ^o)
S0	172,33	336
M2	16	263
S2	12	-18
N2	8	290
K1	40	60
O1	26	28
M4	4	168
MS4	4	246
K2	3	342
P1	13	420

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data penelitian dapat disimpulkan bahwa arus pasang surut pada perairan membentuk pola persebaran MPT dengan nilai konsentrasi tertinggi berada dekat daratan dan menurun menuju laut. Nilai konsentrasi MPT lebih tinggi ketika kondisi pasang dibanding ketika surut. Nilai kecepatan arus pasang surut yang lebih tinggi dibandingkan arus dari dalam sungai menyebabkan nilai konsentrasi MPT lebih besar pada daerah muara sungai sebagai hasil pengadukan dasar perairan akibat interaksi energi dari sungai dan laut. Nilai konsentrasi MPT lebih tinggi ketika pasang dibanding saat surut akibat hasil pergerakan massa air akibat pasang surut.

5. Daftar Pustaka

- Alaerts, G. dan S. S. Santika. 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional, Yogyakarta.
- Danish Hydraulic Institute. 2007. MIKE 21 and MIKE 3 Flow Model FM. DHI, Copenhagen, Denmark.
- Furchan, Arief. 2004. Pengantar Penelitian dalam Pendidikan. Beta Offset, Yogyakarta.
- Kountur, Ronny. 2003. Metode Penelitian Untuk Penulisan Skripsi dan Tesis. PPM, Jakarta.
- Huang, Jing, Cun-hong Pan, Cui-ping Kuang, Jian Zeng dan Gang Chen. 2013. Experimental Hydrodynamic Study of The Qiantang River Tidal Bore. Science Direct – Journal of Hydrodynamics., 25(3): 481 – 490.
- Mahatmawati, Anugrah Dewi, Mahfud Efendy, Aries Dwi Siswanto, Zainul Hidayah dan Wahyu Andy Nugraha. 2009. Perbandingan Fluktuasi Muka Air Laut Rerata (Mlr) di Perairan Pantai Utara Jawa Timur dengan Perairan Pantai Selatan Jawa Timur. Jurnal Kelautan., 2(1): 33 – 41.
- Maulana, Dito Jelang. 2013. Studi Analisa Pergerakan Arus Permukaan dengan Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-2 Periode 2009-2012 (Studi Kasus: Perairan Indonesia). ITS Paper, Surabaya.
- Nontji, Anugerah. 1993. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama, Bandung.
- Satriadi, Alfie dan Sugeng Widada. 2004. Distribusi Muatan Padatan Tersuspensi di Muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal. Ilmu Kelautan., 9(2): 101 – 107.
- Sosrodarsono S. dan K. Takeda. 2003. Hidrologi untuk Pengairan. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2000. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- Yusuf, Muh., Gentur Handoyo, Muslim, Sri Yulina Wulandari dan Heriyoso Setiyono. 2012. Karakteristik Pola Arus dalam Kaitannya dengan Kondisi Kualitas Perairan dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa. Buletin Oseanografi Mariana., 1(1): 63 – 74.