

STUDI ARUS DAN SEBARAN SEDIMEN DASAR DI PERAIRAN TELUK UJUNGBATU KABUPATEN JEPARA

Genda Priherdika, Alfi Satriadi , Heryoso Setiyono

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas
Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698

Email: priherdika.genda@gmail.com; satriad_as@yahoo.co.id;

Abstrak

Perairan Teluk Ujungbatu Kabupaten Jepara merupakan pantai yang rentan terhadap proses erosi dan sedimentasi yang disebabkan karena faktor fisik ataupun sifat dari material sedimen. Untuk mengetahui kecepatan dan arah arus yang selalu berlawanan arah setiap tahun sehingga dapat mempengaruhi sebaran sedimen dasar di sekitar pantai, diperlukan beberapa analisa mengenai kondisi arus dan pola sebaran sedimen dasar di perairan Teluk Ujung Batu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kecepatan dan arah arus serta sebaran sedimen dasar di perairan Teluk Ujungbatu Kabupaten Jepara.

Penelitian ini dilakukan 2 tahap, pengumpulan data lapangan dan pengolahan data. Pengumpulan data lapangan yang meliputi pengukuran dan pengambilan data arus, pasang surut, dan sedimen dasar pada tanggal 17 Februari – 5 Maret 2014, serta proses pengolahan data yang dilaksanakan di Laboratorium Oseanografi Tropis Jurusan Ilmu Kelautan tanggal 8 – 11 Maret 2014. Teknik pengambilan sampel sedimen menggunakan metode *sampling purposive method (Grab sampler)*, untuk pengambilan data arus dan pasang surut menggunakan metode *Euler ADCP (Acoustic Doppler Profiler)* dan Palem pasut.

Berdasarkan analisis data, diperoleh bahwa kecepatan arus rata-rata berkisar antara 1,77cm/s - 4,55 cm/s dengan arah dominan menuju Barat dan Barat Laut. Kecepatan rata-rata pada kolom air permukaan adalah 5,8 cm/s, kolom air tengah 4,26 cm/s, dan kolom air dasar 3.51 cm/s. Pola pergerakan arus dominan dipengaruhi oleh arus pasang surut. Sebaran sedimen dasar di perairan Teluk Ujungbatu dipengaruhi oleh masukan sedimen dari Sungai Wiso dan Sungai Mati, sehingga ukuran partikel sedimen dasar di perairan Teluk tersebut didominasi oleh pasir.

Kata kunci: Arus, Sedimen Dasar, Perairan Teluk Ujungbatu

Abstract

Ujung Batu Bay in Jepara is vulnerable to coastal erosion and sedimentation processes caused by physical factors or the nature of the sedimentary material. To determine the velocity and direction of currents are always in opposite directions each year so as to affect the distribution of bedload around the coast, required some analysis of current conditions that the current and sediment distribution patterns in the Ujung Batu Bay, Jepara. The purpose of this study was to determine the velocity and direction of the current and distribution of bedload in Ujung Batu Bay, Jepara.

This research was done in 2 stages, field data collection and data processing. Field data collection, including measurement and data collection currents, tidal, and sediment on February 17 - March 5, 2014, and the data processing carried out in the Laboratory of Tropical Oceanography Department of Marine Sciences in 8 – 11 March. Sediment sampling technique using purposive

sampling method (Grab sampler), to retrieval of data current and tidal using the Euler method ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) and Palm tide.

Based on data analysis, found that the the average velocity on the surface of the water column is 5,8 cm/s, the middle of the water column 4,26 cm/s, and bottom water column 3.51 cm/s. The dominant direction towards to Northwest. Dominant current patterns are influenced by tidalcurrents. Distribution of bottom sediment on Ujung Batu Bay more influenced by input of sediment from Wiso River and Sungai Mati, until grain size of bottom sedimen in Ujung Batu Bay dominated by sand.

Keywords: Current, Bottom Sediment, Ujung Batu Bay

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai lebih dari 13.700 pulau dan garis pantai sepanjang kurang lebih 80.000 km. Kawasan pesisir ini merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, misalnya sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambakan, Pertanian/ perikanan, pariwisata dan lain sebagainya. Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan, prasarana dan sebagainya, yang selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru seperti erosi, tanah timbul akibat sedimentasi dan lain-lain (Triatmodjo, 1999).

Proses sedimentasi yang terjadi di pantai sangat dipengaruhi oleh faktor fisik, baik yang berasal dari darat maupun dari laut. Pengamatan arus pada suatu perairan merupakan informasi penting untuk mengetahui pola pergerakan arus dari waktu ke waktu. Kecepatan arus dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya energi yang bekerja di dasar perairan yang mampu memindahkan sedimen dari suatu tempat ke tempat yang lain. Perpindahan sedimen ini akan mengakibatkan terjadinya erosi (abrasi) atau sedimentasi (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

Perairan Teluk Ujungbatu yang menjadi lokasi studi ini merupakan bagian dari perairan laut Utara Jawa, khususnya Perairan Kabupaten Jepara Jawa Tengah. Perairan tersebut merupakan perairan laut setengah tertutup (*semi-enclosed sea*). Perairan Teluk Ujungbatu terbuka di bagian Barat Laut, sedangkan Barat terdapat pulau panjang, serta terdapat muara Sungai Wiso yang digunakan sebagai tempat sandar kapal. Perairan Teluk Ujungbatu merupakan berada di Kelurahan Ujungbatu Kecamatan Jepara Kota, Kabupaten Jepara. Perairan tersebut dibawah pengawasan Dinas Perhubungan Kabupaten Jepara merupakan perairan, yang mempunyai fasilitas dermaga sepanjang ± 500 m, dimanfaatkan kapal nelayan untuk aktifitas pembongkaran hasil tangkapan laut. Dermaga perikanan di Teluk Ujungbatu direncanakan akan dilakukan pengembangan. Pada sekitar perairan tersebut rentan sedimentasi yang disebabkan masukan sedimen dari muara Sungai Wiso. Mengetahui gambaran arah arus sangat penting guna menunjang pengembangan dermaga, sedangkan untuk mengetahui dominasi jenis ukuran sedimen yang dapat menyebabkan pendangkalan akibat proses sedimentasi, maka perlu mengetahui sebaran sedimen dasar di perairan Teluk Ujungbatu.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi

Materi dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Data arus, sedimen dasar laut, kemiringan dasar laut dan Pasang surut air laut.

Data pendukung (data sekunder) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut: Peta Batimetri diambil dari Peta Lingkungan Pantai Indonesia skala 1: 50.000 tahun 2000, yang diperoleh dari Bakosurtanal.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif. Metode yang diterapkan dalam penentuan lokasi pengukuran pengambilan sampel adalah dengan menggunakan metode pertimbangan (*Purposive Sampling Methode*) yaitu penentuan lokasi ditentukan dengan

pertimbangan dapat mewakili keadaan keseluruhan atau karakteristik wilayah lokasi penelitian (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005)

Arus Laut

Pada penelitian ini pengambilan data arus dilakukan dengan metode *Euler*. Pengukuran data arus dilakukan dengan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) *Sontek Argonaut-XR* yang dapat merekam data secara otomatis. Pengambilan data arus di lapangan adalah untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi arus di perairan Teluk Ujungbatu Kabupaten Jepara. Lokasi yang menjadi titik sampling ADCP berdasarkan koordinat GPS adalah 6°34'30,9" LS dan 110°38'34,5" BT pada kedalaman perairan : ± 7 meter. Data terekam secara otomatis setiap 10 menit selama secara *time series* selama 3 hari (72 jam). Pengaturan ADCP kemudian dibagi menjadi 4 (empat) *cell*, dimana tiap *cell* mewakili kolom air sekitar 1.5 meter.

Pasang Surut

Pengambilan data pasang surut air laut dilakukan selama 3 hari dengan selang waktu pencatatan 1 jam secara kontinyu dan simultan (20-22 Mei 2013). Pengambilan data pasang surut air laut dilakukan menggunakan palem pasut. Menurut Poerbandono dan Djunarsjah (2005) cara paling sederhana untuk mengamati pasang surut air laut dilakukan dengan palem atau rambu pengamat pasut. Pasang surut dianalisa menggunakan metode *Admiralty* (Ongkosongo dan Suyarso, 1989). Analisis menggunakan metode *Admiralty* menghasilkan besarnya nilai komponen-komponen harmonik pasang surut air laut ($S_0, M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, MS_4,$ dan M_4), sehingga dapat dihitung nilai *Formzahl* untuk mengetahui tipe pasang surut.

Keterangan :

S_0 : Muka air rerata (*Mean Sea Level*)

Z_0 : *Chart Datum*

M_2 : Pasang surut semi diurnal yang dipengaruhi oleh bulan

S_2 : Pasang surut semi diurnal yang dipengaruhi oleh matahari

K_2 : Pasang surut semi diurnal karena pengaruh perubahan jarak akibat lintasan bulan yang elips

Sedimen Dasar Laut

Pengambilan sampel sedimen dasar laut dilakukan menggunakan *grab sampler*. Sampel sedimen dasar laut diambil sebanyak 15 titik. Pemilihan titik pengambilan sampel memperhatikan daerah kunci yang mewakili keadaan keseluruhan. Terhadap sampel sedimen dasar laut dilakukan analisis ukuran butir sedimen (*grain size*). Analisis ukuran butir sedimen dilakukan di Laboratorium Oseanografi Tropis, Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, dengan metode *dry sieving* (pengayakan) dan *wet sieving* (pemipetan). Pengayakan, pemipetan, dan penamaan jenis sedimen mengikuti metode Buchanan (1984) dalam Mc.Intyre dan Holme (1984). Jenis sedimen diklasifikasikan berdasarkan skala Wentworth.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

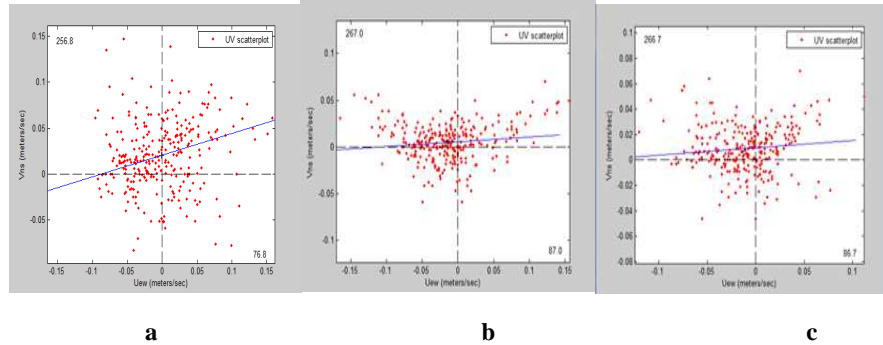
Berdasarkan hasil pengukuran arus dilapangan diperoleh arah arus dasar dominan adalah ke arah Barat Laut dengan kecepatan rata-rata permukaan 3,51 cm/s. selengkapnya dilihat pada Tabel 1 yang diperoleh dari hasil pengolahan data lapangan. Kecepatan arus di permukaan laut memiliki kecepatan yang paling besar, sedangkan kecepatan arus di dasar laut memiliki kecepatan yang paling kecil.

Tabel 1. Kecepatan arus di perairan Teluk Ujungbatu

Kedalaman Kolom Air	Kecepatan Min (cm/s)	Kecepatan Max (cm/s)	Kecepatan Rata Rata (cm/s)	Arah (Derajat)
Permukaan 0,8d	0,4	19,9	5,8	256,8

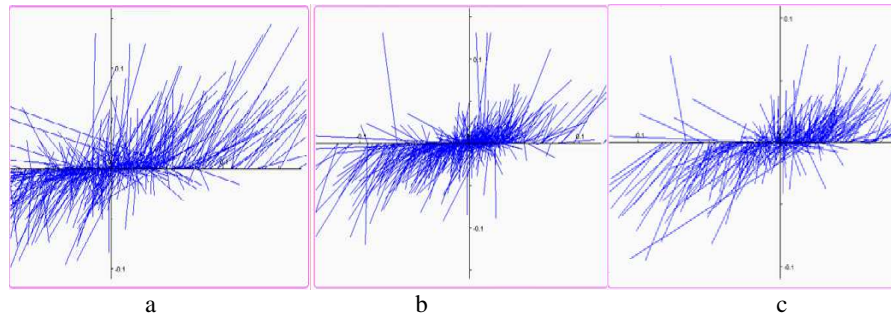
Tengah 0,6d	0,1	16,8	4,26	267,0
Dasar 0,2d	0	12,3	3,51	266,7

Pada kolom air permukaan (0,8d) arah arus dominan menuju ke arah Barat, sedangkan kolom air tengah (0,6 d) dan kolom air dasar (0,2d) terlihat bahwa arah arus dominan cenderung menuju Barat Laut. Kecepatan arus dalam bentuk *scatter plot* seperti yang terlihat pada gambar 1. Data pada *scatter plot* menunjukkan bahwa arah arus dominan pada kolom permukaan menuju ke Barat Laut.



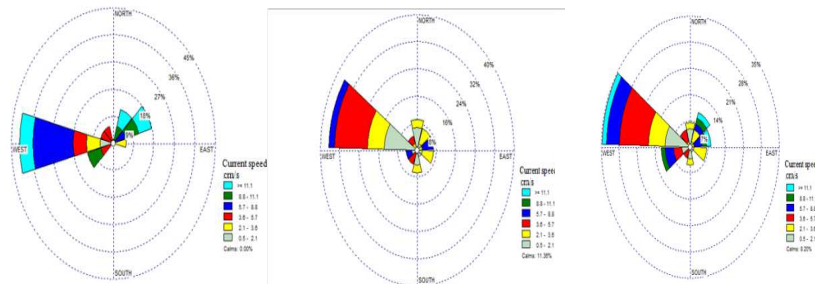
Gambar 1. Scatter Plot kecepatan arus pada kedalaman (a 0,8 d), (b. 0,6d), (c. 0,2d) (d=7 meter)

Dari hasil *vector plot* atau *stick diagram* di dapatkan bahwa arus dominan di perairan Teluk Ujungbatu adalah arus pasang surut. Hal ini dapat di lihat pada gambar 2 di mana arah stick saling berlawanan yang artinya terjadi pergerakan arus bolak balik.



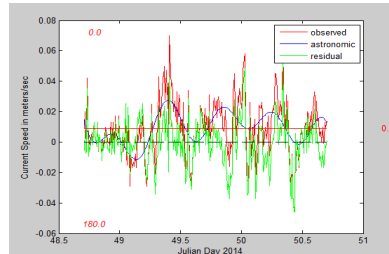
Gambar 2. Vector Plot kecepatan arus pada kedalaman (a 0,8 d), (b. 0,6d), (c. 0,2d) (d=7 meter)

Dari hasil pengolahan data arus dengan menggunakan *current rose* di peroleh kecepatan dan arah pada kolom air permukaan yang di tunjukan pada gambar 3.



Gambar 3. *Current rose* kecepatan dan arah arus pada kedalaman (a 0,8 d), (b. 0,6d), (c. 0,2d) (d=7 meter)

Data dari arus lapangan, untuk mendapatkan kecenderungan atau dominasi arus di perairan Teluk Ujungbatu, data hasil arus yang terekam kemudian diolah dan disortir menggunakan *software world current 1.03*. Data yang ditampilkan merupakan data terukur di lapangan selama 3 x 24 jam (72 jam). Dari hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan pembentuk arus total yaitu arus pasang surut dan arus non pasang surut (*residu*). Dominasi komponen pembentuk arus total dapat diketahui melalui tampilan grafik yang tersaji pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik kecepatan arus *Observed*, *Astronomic*, dan *Residual* (17 Februari-20 Februari)

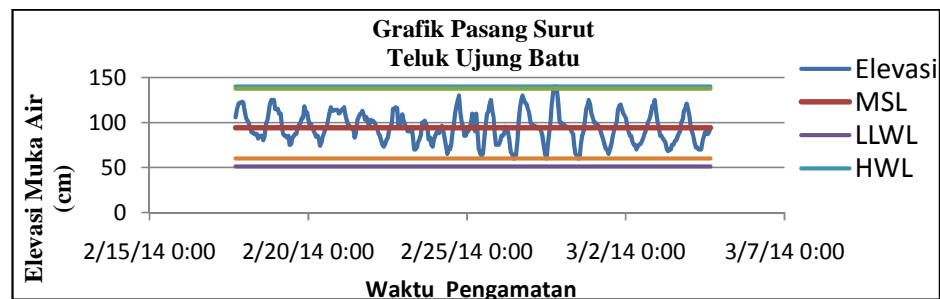
Grafik yang ditampilkan pada gambar 10 merupakan hasil pemisahan arus total, *Observed* merupakan arus terukur lapangan (berwarna merah), *Astronomic* merupakan arus pasang surut (berwarna biru), dan *Residual* merupakan arus residu atau arus non pasang surut (berwarna hijau).

Pasang Surut

Pengamatan pasang surut di perairan Teluk Ujungbatu dilakukan selama 15 hari. Berdasarkan pengamatan di lapangan dan kemudian diolah dengan menggunakan metode *admiralty*. Pengolahan dari metode *admiralty* tersebut diperoleh nilai tinggi Muka Air Rata-rata (*Mean Sea Level*), Tinggi Muka Air Terendah (*Low Lowest Water Level*) dan Tinggi Muka Air Tertinggi (*High Highest Water Level*) berturut turut sebagai berikut :

- a. MSL = 94 cm
- b. LLWL = 51 cm
- c. HHWL = 138 cm
- d. Bilangan Formzahl = 1,93

Perhitungan bilangan Formzahl untuk menentukan tipe pasang surut menghasilkan nilai 1,93. Nilai *Formzahl* adalah 1,93. Maka dapat diketahui bahwa pasang surut di perairan Teluk Ujungbatu Kabupaten Jepara bertipe campuran condong harian tunggal.



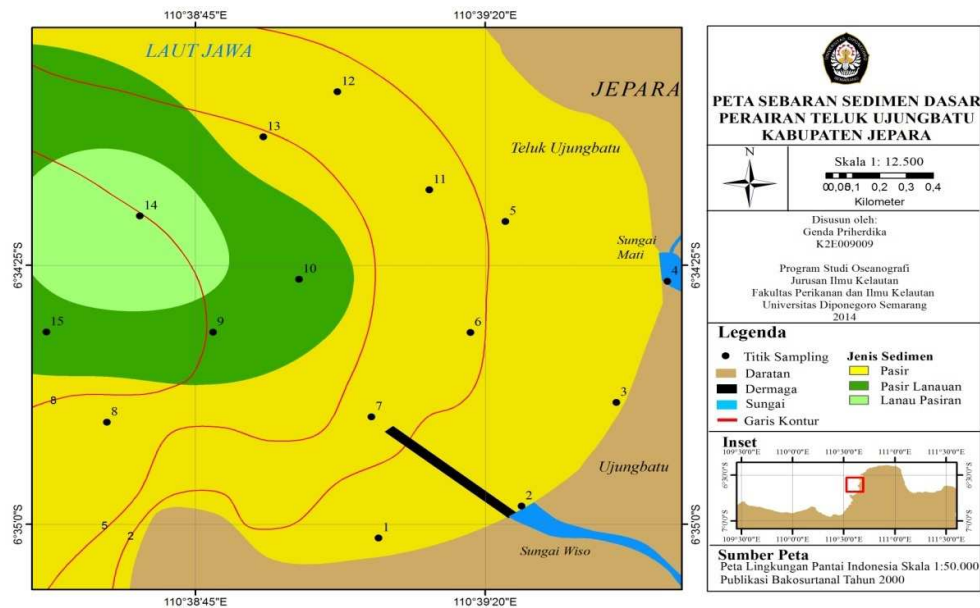
Gambar 5. Grafik Pengamatan Pasang Surut (17 Februari – 4 maret 2014)

Sedimen Dasar

Hasil Analisis Laboratorium menunjukkan bahwa perairan Teluk Ujungbatu pada umumnya didominasi oleh pasir (*sand*). Hasil analisis sedimen dasar di perairan Teluk Ujungbatu tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis sedimen permukaan di dasar perairan Teluk Ujungbatu

Stasiun	Bujur (Timur)	Lintang (Selatan)	Jenis Sedimen
Stasiun 1	110°6'5,42"	6°58'4,79"	Pasir
Stasiun 2	110°6'5,57"	6°58'2,98"	Pasir
Stasiun 3	110°6'5,99"	6°57'8,75"	Pasir
Stasiun 4	110°6'6,17"	6°57'4,21"	Pasir
Stasiun 5	110°6'4,41"	6°57'5,9"	Pasir
Stasiun 6	110°6'5,51"	6°57'6,14"	Pasir
Stasiun 7	110°6'5,17"	6°57'9,3"	Pasir
Stasiun 8	110°6'4,17"	6°57'8,65"	Pasir
Stasiun 9	110°6'5,62"	6°57'1,96"	Pasir Lanauan
Stasiun 10	110°6'4,93"	6°57'4,13"	Pasir Lanauan
Stasiun 11	110°6'5,37"	6°57'0,78"	Pasir
Stasiun 12	110°6'5,06"	6°56'7,09"	Pasir
Stasiun 13	110°6'4,08"	6°56'8,33"	Pasir
Stasiun 14	110°6'4,04"	6°57'1,75"	Lanau Pasiran
Stasiun 15	110°6'4,08"	6°57'6,11"	Pasir Lanauan



Gambar 6. Peta sebaran sedimen dasar

B. Pembahasan

Pengukuran arus lapangan dilaksanakan pada tanggal 17 Februari Sampai 20 Februari 2014. Pada tanggal tersebut di perairan Teluk Ujungbatu Kabupaten Jepara sedang memasuki Musim Barat dengan kondisi arus yang relatif tenang. Berdasarkan hasil pengukuran lapangan di perairan Teluk Ujungbatu Kabupaten Jepara. Kecepatan rata-rata pada kedalaman dasar (0,2d) adalah 3,51 cm/s kolom air tengah (0,6d) memiliki kecepatan rata-rata 4,26 cm/s, dan kolom air permukaan (0,8d) memiliki kecepatan rata-rata paling besar yaitu 5,88 cm/s, arah dominan menuju ke Barat Laut.

Kecepatan arus yang semakin mendekati dasar perairan maka kecepatan arus akan semakin berkurang atau semakin kecil. Hal ini disebabkan karena adanya tahanan dasar dan gaya gesek dari dasar perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wibisono(2005), bahwa walaupun sifat fisis air selalu mencari tempat yang lebih rendah, namun makin tinggi tahanan dasar maka arus akan semakin lemah. Selain itu sesuai dengan Nontji (1987) menyatakan, bahwa di daerah-daerah lain selain selat-selat di antara pulau pulau kekuatan arus biasanya kurang dari 1,5 m/s, bahkan di laut terbuka di atas paparan kekuatannya biasanya kurang dari 0,5 m/s. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari (Musim Barat) musim (*Monsoon Current*) di perairan-perairan ini, Nontji (1987) menyatakan, bahwa Laut Cina Selatan, Laut Jawa, Laut Flores sampai dekat Laut Banda pola arus mengalami perubahan total dua kali setahun sesuai dengan perkembangan musim.

Arus yang berperan di perairan Teluk Ujungbatu adalah arus pasang surut, Hal ini dapat dilihat dari *vector plot* yang menunjukkan arah, *stick diagram* yang menunjukkan arah bolak-balik atau disebut *bi-directional* yaitu sifat bergerak dengan arah yang saling bertolak belakang. Artinya arus yang terjadi adalah arus pasang surut. Hal ini juga dapat terlihat pada *scatter plot* yang memiliki *scatter* bolak balik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Poerbandono dan Djunarsjah (2005), gerak vertikal (naik turun) permukaan air laut karena pasut pada wilayah perairan dan interaksi pada batas batas perairan tempat pasut tersebut menimbulkan gerak badan air ke arah horizontal. Batas-batas perairan tersebut dapat berupa dinding (pantai dan kedangkalan) dan lantai (dasar) perairan. Fenomena ini sangat terasa pada wilayah perairan tertutup (teluk), perairan dangkal, kanal kanal pasut dan muara sungai (delta) dan estuari.

Hasil grafik pengolahan yang dilakukan dengan menggunakan *World Current 1.03*, menunjukkan arus pasang surut (*Astronomic*) hampir berhimpitan dan mengikuti pola arus terukur lapangan (*Observed*) dibanding dengan arus residu (*Residual*), Hal ini menunjukkan bahwa arus yang mendominasi perairan Teluk Ujungbatu adalah arus pasang surut.

Hasil pengamatan pasang surut lapangan diperoleh HHWL (*High Highest Water Level*) sebesar 138 cm, sedangkan LLWL (*Low Lowest Water Level*) sebesar 51 cm, MSL (*Mean Sea Level*) sebesar 94 cm. Nilai formzahl sebesar 1,93 yang artinya tipe pasang surut adalah campuran condong harian tunggal. Sesuai dengan pernyataan Triatmodjo (1999), pada tipe pasang surut ini terjadi satu kali air pasang dan satu kali surut, tetapi kadang kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

Berdasarkan analisis butiran sedimen, pada perairan Teluk Ujungbatu terdiri dari jenis sedimen Pasir (*Sand*), Pasir Lanauan (*Silty Sand*), dan Lanau Pasiran (*Sandy Silt*). Semakin ke perairan yang lebih dalam maka di peroleh butiran yang lebih kecil. Hal ini disebabkan karena sedimen yang lebih berat dengan ukuran butir yang lebih besar, lebih cepat mengendap sehingga banyak di jumpai di sekitar muara sungai pantai yang sebagian besar berasal dari *lithogenous*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wibisono (2005), bahwa sedimen di sekitar wilayah muara sebagian besar berasal dari *lithogenous* yang mengikuti drainase sungai, kemudian terendapkan di perairan muara. Sungai merupakan salah satu transportasi sedimen menuju kawasan laut, Pada umumnya sedimen lithogenous yang terbawa oleh aliran sungai tersebut di endapkan di sekitar *marginal sea*, jarang sampai ke wilayah pantai samudra.

Kecepatan arus yang lemah hanya mampu mengangkut menyebabkan sedimen dengan ukuran partikel lebih kecil dan halus, sehingga sedimen yang lebih halus seperti lanau pasiran dan pasir lanauan di temukan di tengah perairan yang letaknya cukup jauh dari muara sungai dan pinggir pantai. Dominasi sedimen di perairan Teluk Ujungbatu Kabupaten Jepara adalah pasir.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan :

1. Kecepatan arus rata-rata di perairan Teluk Ujungbatu pada kolom air permukaan 5.8 cm/s, kolom air tengah 4.36 cm/s, kolom air dasar 3.1 cm/s. Arah arus dominan di perairan Teluk Ujungbatu menuju ke Barat Laut.
2. Sebaran sedimen dasar di perairan Teluk Ujung Batu didominasi oleh pasir dengan pola sebaran sedimen mengikuti kontur perairan pantai. Pada sekitar muara Sungai Wisu didominasi partikel yang besar, sedangkan partikel yang lebih halus terendapkan jauh dari titik sumber masukan sedimen.
3. Pola arus di daerah penelitian dipengaruhi oleh arus pasang surut dengan perbedaan kecepatan arus relatif kecil sehingga ukuran sedimen yang tersebar di daerah penelitian relatif seragam.

Daftar Pustaka

- McIntyre, A.D and N, A. Holme. 1984. *Methods for The Study of Marine Benthos*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 387 p.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Djambatan: Jakarta. 92 hlm.
- Ongkosongo, O.S.R dan Suyarso. 1989. *Pasang Surut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI: Jakarta.
- Pettijohn. 1975. *Sedimentary Rock*. Harper and Row Publishing: New York. 626 p.
- Poerbandono dan E, Djunarsjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama: Bandung. 116 hlm.
- Setiyono, H. 1996. *Kamus Oseanografi*. Gajah Mada Universitas Press. Yogyakarta. 211 hlm.
- Steward, H. R. 2006. *Introduction To Physical Oceanography*. Department of Oceanography. A & M University: Texas. 44 p.
- Sugianto, N. D. 2009. *Kajian Kondisi Hidrodinamika (Pasang Surut, Arus, dan Gelombang) di Perairan Grati Pasuruan, Jawa Timur*. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 2009. Vol. 14. Universitas Diponegoro: Semarang..
- Susiaty, H. A, B. Wijanarto. 2008. *Studi Awal Pemanfaatan Citra Satelit Untuk Identifikasi Distribusi Sedimen di Perairan Semenanjung Muria*. *Jurnal Pusat Pengembangan Energi Nuklir. Prosiding Seminar Nasional ke 14 Teknologi Keselamatan Serta PLTN Fasilitas Nuklir*. BATAN.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta, 370 hlm.
- Triatmodjo, B. 2009. *Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta, 299 hlm.
- Wibisono, M. S. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Grasindo. Jakarta. 226 hlm

