

PEMETAAN SEBARAN SEDIMEN DASAR BERDASARKAN ANALISA UKURAN BUTIR DI PELABUHAN TASIKAGUNG REMBANG

Cintya Oktaviana, Aziz Rifai, Hariyadi *)

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698
Email: paparifa@yahoo.com

Abstrak

Pelabuhan Tasikagung merupakan pelabuhan terbesar yang terletak di Kabupaten Rembang. Pelabuhan Tasikagung berbatasan langsung dengan muara Sungai Karanggeneng di sebelah barat. Permasalahan yang dijumpai di muara Sungai Karanggeneng adalah pengendapan sedimen di muara sungai yang dapat menimbulkan pendangkalan. Pasang surut dan arus laut menjadi faktor hidro oseanografi yang mempengaruhi transportasi sedimen di sekitar pelabuhan Tasikagung. Berkaitan dengan potensi pendangkalan yang akan terjadi pada pelabuhan Tasikagung, maka dilakukan penelitian mengenai sebaran sedimen dasar di perairan sekitar pelabuhan Tasikagung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola persebaran sedimen dasar serta gambaran proses transportasi sedimen di pelabuhan Tasikagung, Rembang. Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama berupa pengambilan data di lapangan berupa contoh sedimen dasar dan pengukuran kecepatan dan arah arus menggunakan bola duga, sedangkan tahap kedua yaitu analisa ukuran butir contoh sedimen dasar yang dilakukan di Laboratorium Geologi jurusan Ilmu Kelautan FPIK Universitas Diponegoro, Semarang serta pengolahan data arus menggunakan *software SMS 10.0*, dan pengolahan data pasang surut menggunakan metode *admiralty*. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Penentuan lokasi pengambilan contoh sedimen dasar menggunakan metode *purposive sampling method*. Berdasarkan hasil analisa ukuran butir, didapatkan jenis sedimen dasar di Pelabuhan Tasikagung, Rembang didominasi oleh lanau (*silt*) dan pasir (*sand*). Jenis arus yang mendominasi di pelabuhan Tasikagung, Rembang adalah arus pasang surut. Arus sejajar pantai mempengaruhi transportasi sedimen di perairan sekitar pelabuhan Tasikagung, Rembang.

Kata kunci : Pelabuhan Tasikagung, Sebaran Sedimen Dasar, Arus, Pendangkalan

Abstract

Tasikagung port is the largest port in Rembang Recency. This port is bordered by estuary of Karanggeneng river in the west side. The issues that occur in estuaries is a sedimentation that causes potential of silting. Current and tidal being parameter of hydro oceanographic that influence sediment transportation in the Tasikagung port waters. Based on the potential of silting in Tasikagung port, then the research on a distribution of seabed

sediment in Tasikagung port was conducted. The purpose of the research was to find out the distribution pattern of seabed sediment and the description of sediment transport process in Tasikagung port. This research was divided into two stages; the first stage was a primary data collection in order to measure the direction and velocity of the surface current water using drifter and sampling of seabed sediment, the second stage was a granulometric analysis of seabed sediment at Geology Laboratory of Marine Science and Fisheries Diponegoro University, Semarang, and the current data processing used SMS 10.0 (Surface water Modelling System) software, and the tidal data processing used admiralty method. The research used quantitative method approach. The method to determine the location of sampling was purposive sampling method. Based on the granulometric analysis, the seabed sediment in Tasikagung harbour dominated by silt and sand. The type of a current that dominate in Tasikagung port was tidal currents. Longshore current influence the sediment transport at Tasikagung port.

Keywords : *Tasikagung Port, Distribution of Seabed Sediment, Current, Silting Up*

1. Pendahuluan

Desa Tasikagung merupakan desa pesisir yang berada di pantai utara Jawa dan menjadi desa sentra perikanan laut di Kabupaten Rembang. Di Tasikagung terdapat sebuah pelabuhan perikanan dan sebuah tempat pelelangan ikan. Bagian barat Pelabuhan Tasikagung berbatasan langsung dengan muara Sungai Karanggeneng yang berjarak 300 meter dari pelabuhan. Muara sungai Karanggeneng berfungsi sebagai pembuangan dari sungai menuju laut. Muara sungai harus cukup lebar dan dalam agar sesuai dengan fungsinya (Triatmodjo, 1999). Permasalahan yang dijumpai di muara Sungai Karanggeneng adalah terjadinya pengendapan sedimen di muara sungai yang mengakibatkan pendangkalan.

Proses pengendapan sedimen dapat diperkirakan berdasarkan sebaran ukuran butir sedimen. Analisis perubahan spasial dalam karakteristik ukuran butir (rata-rata, sortasi dan *skewness*) merupakan salah satu cara untuk identifikasi jalur transport sedimen dengan menggunakan metode analisis granulometri. Karakteristik ukuran butir tersebut digunakan untuk menafsirkan sebaran, mekanisme pengangkutan dan pengendapan sedimen di suatu kawasan (Korwa *et al.*, 2013).

Mc. Laren (1981) melakukan analisis tren ukuran butir berdasarkan tiga parameter yaitu rata-rata ukuran, sortasi dan kemiringan. Pendekatan statistik dari data ukuran butir digunakan untuk mengetahui kombinasi jalur transportasi sedimen, dimana transportasi sedimen terjadi di bagian hilir atau muara sungai. Penyebaran sedimen dasar di perairan dangkal dipengaruhi oleh beberapa faktor hidro-oseanografi seperti arus, pasang surut, dan gelombang. Kondisi faktor hidro-oseanografi tersebut digunakan dalam mendukung analisa pola sebaran sedimen dasar.

2. Materi dan Metode

A. Materi Penelitian

Materi penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan berupa data hasil pengukuran lapangan meliputi data ukuran butir sedimen

dasar, dan data pengukuran arus permukaan. Sedangkan data sekunder berupa data peramalan pasang surut perairan Rembang dari Dinas Hidro-Oseanografi TNI-AL dan Peta Lingkup Pantai Indonesia (LPI) Rembang tahun 2005 dari Badan Pembangunan Daerah Rembang.

B. Metoda Penelitian, Pengolahan, dan Analisis Data

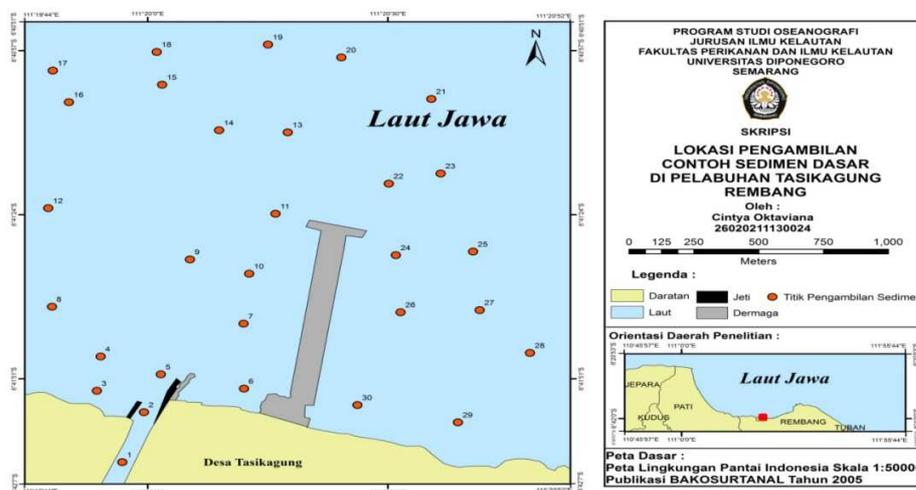
Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang merupakan suatu metode ilmiah karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkret, obyektif, terukur, rasional, dan sistematis. Metode kuantitatif menggunakan data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik atau model (Sugiyono, 2009).

Metode Penentuan Lokasi

Metode yang digunakan dalam penentuan lokasi pengambilan contoh sedimen dasar adalah *purposive sampling method* yaitu suatu metode pengambilan sampel dengan pemilihan sekelompok subjek berdasarkan ciri-ciri atau sifat yang sudah diketahui sebelumnya untuk mencapai tujuan tertentu (Hadi, 2004).

Pengambilan contoh sedimen dasar di Pelabuhan Tasikagung, Rembang dilakukan pada 30 titik stasiun. Lokasi pengambilan contoh sedimen dasar dimulai dari bagian tengah sungai (pada *channel*), untuk sungai yang lurus dengan anggapan bahwa sedimen yang terambil merupakan sedimen yang berasal dari sumbernya, bukan berasal dari rombakan tanah disekitarnya, lalu bagian muara sungai hingga kelaut (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Contoh Sedimen Dasar di Pelabuhan Tasikagung Rembang

Pengambilan Data Sedimen Dasar Laut

Contoh sedimen dasar laut diambil dengan menggunakan *grab sampler*. Menurut Poerbandono dan Djunarsjah (2005), sedimen dasar laut yang diambil menggunakan *grab*

sampler merupakan salah satu cara untuk mewakili karakter sedimen yang terletak di lapisan teratas suatu dasar perairan.

Pengambilan contoh sedimen dasar ini dilakukan di 30 titik yang ditentukan secara acak, mulai dari bagian tengah sungai, bagian muara sungai sampai dengan ujung dermaga pelabuhan. Pengambilan contoh sedimen ini dilakukan sebagai keperluan untuk analisa granulometri.

Metode Analisis Sedimen Dasar Laut

Analisa contoh sedimen dasar laut diperlukan untuk menganalisa distribusi ukuran butir sedimen. Teknik baku yang digunakan dalam menganalisa sebaran ukuran butir yaitu dengan menggunakan pengayakan (*sieving*) (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Sedimen yang akan diayak harus dikeringkan terlebih dahulu. Kemudian diayak dengan ukuran penyaring 2 mm, 0.5 mm, 0.312 mm, 0.125 mm, dan 0.063 mm. Sedimen yang lolos saringan 0.063 mm kemudian ditimbang kembali untuk selanjutnya dilakukan pemipetan (Wibisono, 2005).

Menurut Buchanan (1984) dalam Holme dan McIntyre (1984), analisa contoh sedimen dasar laut dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Contoh sedimen dasar yang sudah dikeringkan diambil sebanyak 200 gram lalu diayak menggunakan *sieve shaker* dengan saringan berukuran 2 mm, 0,5 mm, 0,312 mm, 0,125 mm, dan 0,063 mm. Pengayakan menggunakan *sieve shaker* dilakukan selama 10 menit.
2. Pisahkan hasil sedimen dari masing masing saringan lalu ditimbang.
3. Contoh sedimen yang lolos saringan ukuran 0,063 mm dari *sieve shaker* dipindahkan dalam gelas ukur volume 1000 ml yang sudah berisi aquades, lalu diaduk secara homogen kemudian dilakukan pemipetan sesuai dengan waktu pemipetan (lihat tabel 8).
4. Pemipetan dilakukan dengan cara mengambil larutan sedimen dengan pipet volume sebanyak 20 ml kemudian dituang ke dalam wadah berukuran 30 ml dan ditimbang.
5. Kemudian ditentukan berat tiap ukuran butir 0,0625 mm, 0,0312 mm, 0,0156 mm, 0,0073 mm, 0,0039 mm dengan menggunakan rumus perbandingan massa air dan massa larutan sedimen.

Tabel 1. Jarak dan Waktu Pemipetan (Buchanan, 1984 dalam Holme dan McIntyre, 1984)

Jam Menit Detik	Jarak Tenggelam (cm)	Diameter (mm)
00 00 58	20	0,0625
00 01 56	10	0,0312
00 07 44	10	0,0156
00 31 00	10	0,0078
02 30 00	10	0,0039

Sedimen yang memiliki ukuran partikel kecil seperti lanau (*silt*) dan lempung (*clay*) cenderung membentuk agregat ketika sudah dikeringkan (menggumpal) sehingga diperlukan cara lain untuk menganalisa ukuran butir sedimen (Wibisono, 2005). Adapun langkah – langkah yang dilakukan yaitu :

1. Contoh sedimen diambil secukupnya, pada penelitian ini diambil sekitar 25 gram sampai dengan 40 gram kemudian dilarutkan dalam gelas ukur 1000 ml yang berisi aquades.
2. Setelah dilarutkan, sampel kemudian diaduk hingga homogen dan dilakukan pemipetan sesuai Tabel 8.
3. Setiap pemipetan diambil larutan sedimen dengan volume 20 ml, lalu dituang ke dalam wadah berukuran 30 ml.
4. Hasil dari pemipetan tiap ukuran butir 0,0625 mm, 0,0312 mm, 0,0156 mm, 0,0073 mm, dan 0,0039 mm dilakukan penimbangan berat sedimen yang telah dipipeting untuk menghitung berat bersih dari sedimen tersebut.

Hasil dari pengayakan dan pemipetan selanjutnya digunakan untuk penentuan jenis sedimen di tiap stasiun berdasarkan sistem persamaan segitiga *sheppard* (Minarto *et al*, 2008).

Metode Pengukuran Arus

Pengambilan data nilai kecepatan dan arah arus dilakukan dengan menggunakan pendekatan Lagrangian, yaitu suatu cara mengukur aliran massa air dengan melepaskan benda apung atau drifter ke laut, yang kemudian benda apung tersebut akan mengikuti gerakan aliran massa air laut. Dalam penelitian ini, pengukuran arus menggunakan bola duga. Pengukuran arus dilakukan pada bagian permukaan air laut. Bola duga dilepas pada permukaan air laut ditunggu hingga bola duga bergerak sepanjang 5 m lalu catat lama waktu dan menentukan arah bola duga bergerak dengan menggunakan kompas tembak. Nilai kecepatan arus adalah jarak lintasan dibagi dengan waktu.

Pengukuran ini dilakukan pada 30 titik pengambilan contoh sedimen dasar. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan ini digunakan sebagai verifikasi terhadap model arus menggunakan *software SMS 10.0 (Surface water Modelling System)*.

Metode Pengolahan Data Arus Menggunakan Software SMS 10.0 (Surface water Modelling System)

Analisa arus dilakukan untuk mengetahui kecepatan dan arah dominan arus laut di Pelabuhan Tasik Agung, Rembang. Analisa arus dilakukan berdasarkan pemodelan arus menggunakan *software SMS 10.0 (Surface water Modelling System)* dengan modul ADCIRC. Hasil dari pemodelan *software SMS 10.0* ini berupa kecepatan dan arah arus pada daerah penelitian.

Data yang diperoleh dari model selanjutnya di verifikasi terhadap data lapangan untuk menghitung nilai *MRE (Mean Relative Error)*.

Menurut Diposaptono dan Budiman (2006), verifikasi dapat dihitung dengan :

$$RE = \frac{|X-C|}{X} \times 100 \% \quad MRE = \sum_1^n \frac{RE}{n}$$

Dimana :
RE : Relative Error
MRE : Mean Relative Error
C : Data Hasil Simulasi/Model
n : Jumlah Data

Metode Analisa Pasang Surut

Data pasang surut merupakan data peramalan pasang surut selama satu bulan dari tanggal 15 Januari 2015 – 13 Februari 2015 di Pelabuhan Tasik Agung, Rembang. Data pasang surut diolah menggunakan metode admiralty untuk mendapatkan komponen konstanta pasang surut M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, M4, dan MS4. Nilai komponen konstanta pasang surut digunakan untuk mencari nilai MSL (*Mean Sea Level*), HHWL (*High Highest Water Level*) dan LLWL (*Low Lowest Water Level*) yang selanjutnya diplot pada grafik pasang surut. Nilai MSL, LLWL, HHWL, dan formzahl didapatkan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. MSL (*Mean Sea Level*)

$$MSL = A (So)$$

2. LLWL (*Low Lowest Water Level*)

$$LLWL = A (So) - [A (M2) + A (N2) + A (K1) + A (O1) + A (P1) + A (K2) + A (M4) + A (MS4)]$$

3. HHWL (*High Highest Water Level*)

$$HHWL = A (So) + [A (M2) + A (N2) + A (K1) + A (O1) + A (P1) + A (K2) + A (M4) + A (MS4)]$$

4. Tipe pasang surut berdasarkan nilai formzahl.

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2}$$

Tabel 2. Klasifikasi Tipe Pasang Surut (Ongkosongo dan Suyarso, 1989)

Formzahl (F)	Tipe Pasang Surut
0,00 < F < 0,25	Pasang surut harian ganda beraturan
0,25 < F < 1,50	Pasang surut harian campuran condong ke harian ganda
1,50 < F < 3,00	Pasang surut condong ke harian tunggal
F > 3,00	Pasang surut harian tunggal beraturan

3. Hasil dan Pembahasan

Sedimen Dasar

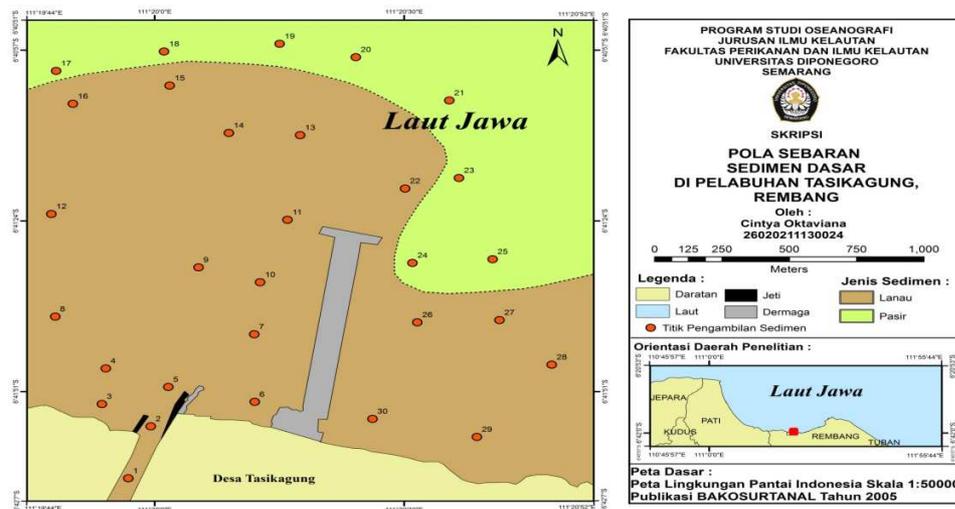
Berdasarkan hasil analisa granulometri didapatkan dua jenis dominan sedimen yaitu sedimen pasir dan lanau yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis Sedimen Dasar Tiap Stasiun Pengambilan Contoh.

Stasiun	Kandungan(%)			Nama Sedimen
	Pasir	Lanau	Lempung	
1.	0	79.82	20.18	Lanau
2.	0	80.42	19.56	Lanau
3.	0	80.06	19.94	Lanau
4.	0	85.58	14.42	Lanau
5.	0	77.76	22.24	Lanau
6.	0	73.45	26.55	Lempung Lanauan
7.	0	82.94	17.06	Lanau
8.	0	78.95	21.05	Lanau
9.	0	82.82	17.18	Lanau

10.	0	82.71	17.29	Lanau
11.	0	82.75	17.25	Lanau
12.	0	86.77	13.23	Lanau
13.	0	75.5	24.5	Lanau
14.	0	82.84	17.16	Lanau
15.	0	82.76	17.24	Lanau
16.	0	81.36	18.64	Lanau
17.	99.97	0.02	0	Pasir
18.	99.94	0.05	0.01	Pasir
19.	99.99	0.01	0	Pasir
20.	99.97	0.02	0	Pasir
21.	99.97	0.02	0	Pasir
22.	0	84.04	15.96	Lanau
23.	99.94	0.05	0.01	Pasir
24.	99.99	0.01	0	Pasir
25.	99.97	0.02	0.01	Pasir
26.	0	83.59	16.41	Lanau
27.	0	83.06	16.94	Lanau
28.	0	82.21	17.79	Lanau
29.	0	77.76	22.24	Lanau
30.	0	77.8	22.2	Lanau

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa jenis sedimen dasar yang mendominasi di Pelabuhan Tasikagung, Rembang adalah lanau (*silt*). Peta sebaran sedimen di Pelabuhan Tasikagung, Rembang dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan 30 contoh sedimen yang telah dianalisa sebanyak 21 contoh sedimen diklasifikasikan sebagai lanau (tersebar pada stasiun 1 sampai 5, 7 sampai 16, 22, dan 26 sampai 30) dan 8 contoh sedimen dasar diklasifikasikan sebagai pasir, yaitu pada stasiun (17 sampai 21 dan 23 sampai 25), sedangkan 1 contoh sedimen diklasifikasikan sebagai lempung lanauan yaitu pada stasiun 6.



Gambar 2. Pola Sebaran Sedimen Dasar di Pelabuhan Tasikagung Rembang

Perbedaan ukuran butir sedimen berhubungan dengan asal pengendapannya. Semakin ke arah daratan, ukuran butir sedimen semakin halus, sedangkan ukuran butir yang berhadapan dengan laut lepas lebih kasar. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendapan sedimen berasal dari laut yang kemudian mengalami proses transportasi hingga akhirnya terendapkan menjadi sedimen di masing-masing lokasi. Sedimen pasir yang ditemukan mayoritas terdiri dari cangkang-cangkang sisa hewan laut. Komposisi yang didominasi oleh cangkang biota laut, foraminifera dan organisme laut yang telah mati menunjukkan endapan tersebut termasuk sedimen biogenik. Sedimen yang berasal dari dekat pantai ditemukan endapan trigenik berupa batuan berukuran halus dan mineral-mineral lempung dan sisa tumbuhan, hal ini mencirikan adanya pengaruh dari daratan dan aktivitas vulkanik (Nugroho, 2014).

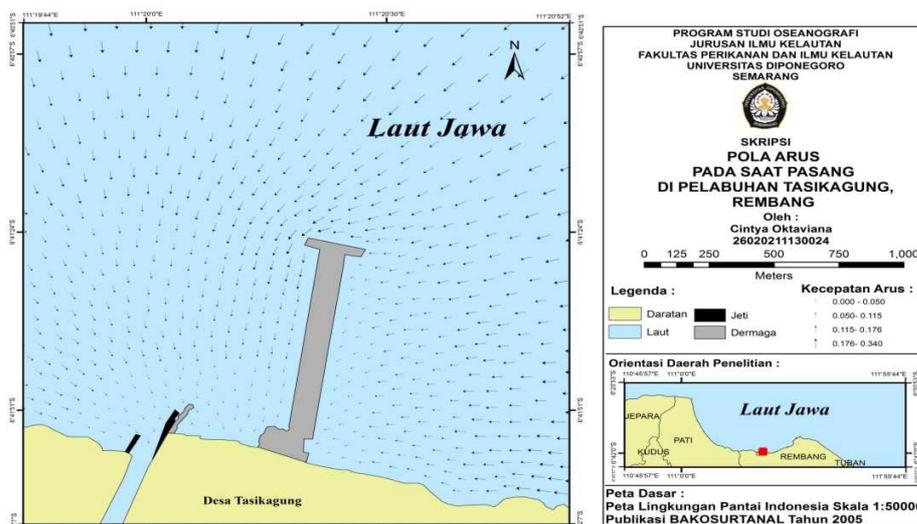
Pola transportasi sedimen yang terdapat di lokasi penelitian terdiri dari transportasi *seabed* dan *suspension* (suspensi). Mekanisme transportasi *seabed* terjadi pada sedimen yang kasar melalui pergerakan transportasi arus traksi dalam bentuk *rolling* (menggelinding), *sliding* (terseret), *creep* (merayap) dan saltasi. *Suspension load* bekerja mentranspor sedimen halus (lempung sampai pasir sangat halus) berbentuk suspensi yang terangkut cukup jauh dalam aliran, sebelum pada akhirnya mengendap dengan kecepatan arus yang melemah. Arus mempunyai sifat yang mampu menyeleksi ukuran butir yang dipindahkannya dalam proses sedimentasi sehingga menyebabkan variasi ukuran butir dalam suatu lingkungan. Adanya sedimen berukuran kasar menunjukkan bahwa arus dan gelombang pada daerah itu relatif kuat, fraksi kasar umumnya diendapkan pada daerah terbuka yang berhubungan dengan laut lepas, sedangkan sedimen halus diendapkan pada daerah dengan arus dan gelombang yang tenang (Nugroho, 2014).

Arus Laut

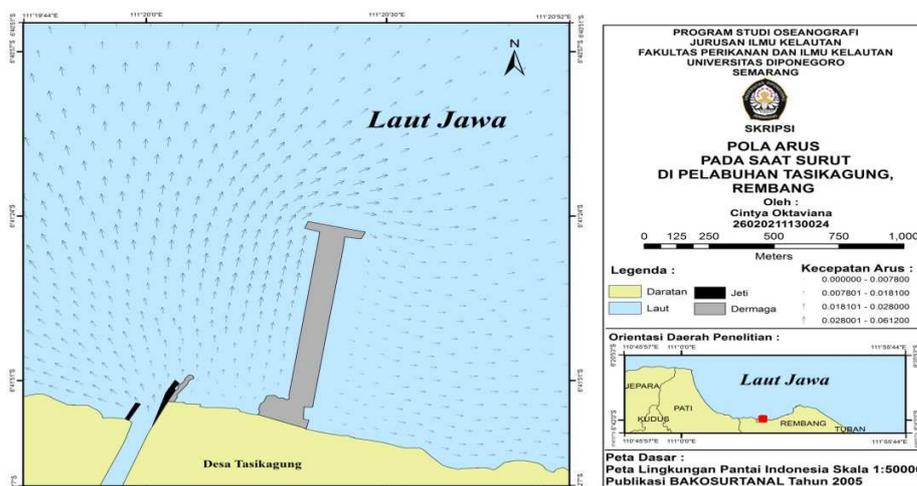
Berdasarkan data hasil pemodelan menggunakan *software SMS 10.0 (Surface water Modelling System)* didapatkan nilai kecepatan dan arah arus permukaan. Kecepatan rata-rata arus permukaan pada 30 titik pengambilan contoh sedimen dasar adalah 0,02 m/s

dengan arah arus dominan adalah 95° atau ke arah timur laut dan kecepatan maksimum adalah 0,04 m/s.

Gambaran pola penyebaran arus disajikan dalam bentuk vektor pola arus yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Gambar 3 menunjukkan pola arus pada saat kondisi pasang, dimana arus bergerak dari arah timur laut menuju selatan atau menuju daratan dengan kecepatan maksimum adalah 0.34 m/s. Gambar 4 menunjukkan pola arus pada saat kondisi surut hal ini merupakan kebalikan dari kondisi arus pada saat pasang, dimana arus bergerak dari arah selatan menuju timur laut dengan kecepatan maksimum adalah 0.04 m/s.



Gambar 3. Pola Arus Pada Saat Pasang di Pelabuhan Tasikagung, Rembang

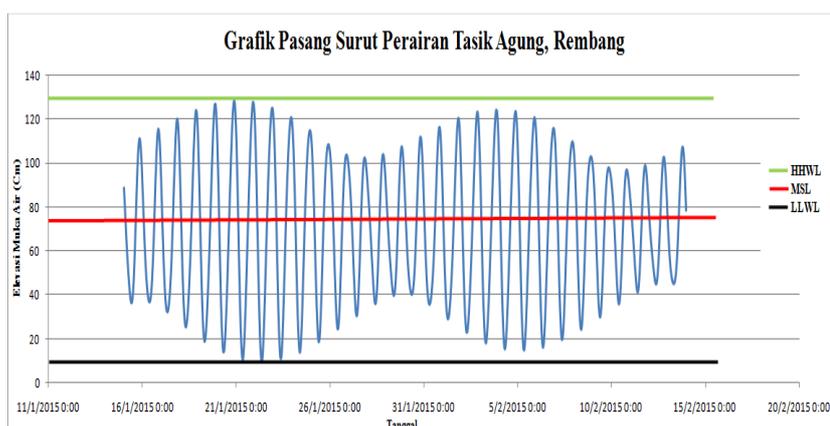


Gambar 4. Pola Arus Pada Saat Surut di Pelabuhan Tasikagung, Rembang

Pasang Surut

Berdasarkan nilai konstanta pasang surut yang didolah menggunakan metode *admiralty*, didapatkan tipe pasang surut di perairan Tasikagung berdasarkan nilai *Formzahl* adalah 11.4 yaitu masuk ke dalam kategori tipe pasang surut harian tunggal (*Diurnal Tide*)

dimana dalam satu hari hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan klasifikasi $F > 3.00$ (Tabel. 4).



Gambar 5. Grafik Pasang Surut Perairan Tasikagung, Rembang

Tabel 4. Elevasi Tinggi Muka Air

Elevasi Pasut	Nilai (Cm)
HHWL (<i>Highest High Water Level</i>)	136
MSL (<i>Mean Sea Level</i>)	70
LLWL (<i>Lowest Low Water Level</i>)	4
<i>Formzahl</i>	11.4

Kesimpulan

Persebaran sedimen dasar di Perairan Tasik Agung, Rembang didominasi oleh lanau dan pasir dengan kecepatan arus rata-rata pada saat surut adalah 0.02 m/s dan arah arus dominan menuju timur laut. Pola transportasi sedimen yang terdapat di lokasi penelitian terdiri dari transportasi *seabed* dan *suspension* (suspensi). Mekanisme transportasi *seabed* terjadi pada sedimen yang kasar. *Suspension load* bekerja mentranspor sedimen halus (lempung sampai pasir sangat halus) berbentuk suspensi yang terangkut cukup jauh dalam aliran, sebelum pada akhirnya mengendap dengan kecepatan arus yang melemah. Sedimen berukuran kasar menunjukkan bahwa arus dan gelombang pada daerah itu relatif kuat, fraksi kasar umumnya diendapkan pada daerah terbuka yang berhubungan dengan laut lepas, sedangkan sedimen halus diendapkan pada daerah dengan arus dan gelombang yang tenang.

Daftar Pustaka

Hadi, S. 2004. Metodologi Research Jilid I. Penerbit Andi, Yogyakarta.

- Holme N.A and Mc Intyre, A.D. 1984. *Methods for The Study of Marine Benthos*. Backwall Scientific Publications, Oxford, 140-216.
- Korwa, J. I. S. , E.T. Opa, dan R. Djamaludin. 2013. Karakteristik Sedimen Litoral di Pantai Sindulang Satu. *J. Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1): 48-58.
- Mc Laren, P.A. 1981. Interpretation of Trends in Grain Size Measurements. *J. Of Sedimentary Petrology*, 51: 611-624.
- Minarto, E. Heron Subakti, dan Elizabeth Vorandra. 2008. *Kaitan Aktifitas Vulkanik Dengan Distribusi Sedimen dan Kandungan Suspensi di Perairan Selat Sunda*, ITS, Surabaya.
- Nugroho, Septriono Hari dan Abdul Basit. 2014. Sebaran Sedimen Berdasarkan Analisis Ukuran Butir di Teluk Weda, Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6 (1): 236-237.
- Ongkosono, O. S. R dan Suyarso. 1989. *Pasang Surut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P30) LIPI, Jakarta.
- Poerbandono, M.M, dan Eka Djunarsjah, M.T. 2005. *Survei Hidrografi*. P.T. Refika Aditama, Bandung.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, Bandung.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Cetakan Pertama. Beta Offset, Yogyakarta.
- Wibisono, M.S. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Grasindo, Jakarta.