

Pasang Surut dan Arus Pasang Surut di Sekitar Muara Kali Porong Sidoarjo

Tide and Current of Tidal at Porong River Estuary Sidoarjo

Engki A. Kisnarti

Oseanografi, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah

Jl. Arif Rahman Hakim 150 Surabaya-60111

Email korespondensi: andriUHT@gmail.com

Abstrak

Pengaruh pasang surut yang masuk ke *estuary* dapat menyebabkan kenaikan muka air, baik pada waktu air pasang maupun air surut. Selain itu kecepatan arus juga besar yang dapat mengerosi dasar muara sehingga dapat mempertahankan kedalaman aliran. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji dan menganalisis pasang surut dan arus pasang surut di Muara Kali Porong Sidoarjo. Metode analisis parameter oseanografi dengan menggunakan metode Admiralty sehingga hasil akhirnya akan diketahui komponen-komponen pembangkit pasang surut di Perairan Muara Kali Porong yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai *Mean Sea Level* dan tipe pasang surut. Data arus pasang surut di Muara Kali Porong Sidoarjo dianalisis untuk mengetahui kecepatan dan arah arus pasang surut. Hasil penelitian menunjukkan Perairan Muara Kali Porong ini merupakan daerah pantai (*coastal*) dengan pasang surut laut masih memberikan pengaruh yang kuat. Tipe pasang surutnya adalah campuran cenderung ke harian ganda dengan nilai Formzhal sebesar 0,78. Kedudukan Air Rendah yang disebabkan oleh 9 gelombang pokok M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , K_2 , P_1 , M_4 , dan MS_4 adalah 180 cm di bawah Duduk Tengah. Dari hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa terjadi pasang tertinggi dan surut terendah sangat dipengaruhi oleh arus pasang surut.

Kata kunci : arus, pasang, surut

Abstract

The influence of the tides coming into the estuary may cause the increase of water level, either at the time of high tide and low tide. Besides the current speed is also great, it can be a basic erosion estuary so as to maintain the depth of the flow. The purpose of this study was to analyze the ebb and flow of the tides in the estuary Porong Sidoarjo. Methods of analysis used the Admiralty so that the end result will be known components of the tidal power plant in the Porong River estuary waters which can be used to determine the value of Mean Sea Level and type of tides. Data tidal currents in the estuary Porong Sidoarjo analyzed to determine the speed and direction of the tidal current. The results showed Aquatic Porong River estuary is a coastal area (*coastal*) with ocean tides still provide a strong influence. Type the ebb and flow is a mixture tends to double daily with Formzhal value was 0.78. Low Water notch caused by 9 principal wave M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , K_2 , P_1 , M_4 and MS_4 is 180 cm below the Mean Sea Level. From the results of data processing can be concluded that there is a high tide and low tide is strongly influenced by tidal currents.

Keyword: current, ebb, flood

Pendahuluan

Kali Porong merupakan bagian dari Kali Brantas, yang mengalir dari Timur, DAM Lengkong Baru, menuju Sungai Porong. Saat ini, Kali Porong berhubungan dengan lumpur Sidoarjo sebagai kanal untuk mengalirkan lumpur ke laut. Permasalahan yang sering dijumpai adalah banyaknya endapan di muara sungai sehingga tampak alirannya kecil, yang dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut. Ketidاكلancaran pembuangan tersebut dapat mengakibatkan banjir di daerah sebelah hulu muara. Muara Kali Porongpun telah mengalami perubahan garis pantai yang diakibatkan oleh proses akresi dan abrasi (Engki & Viv, 2014).

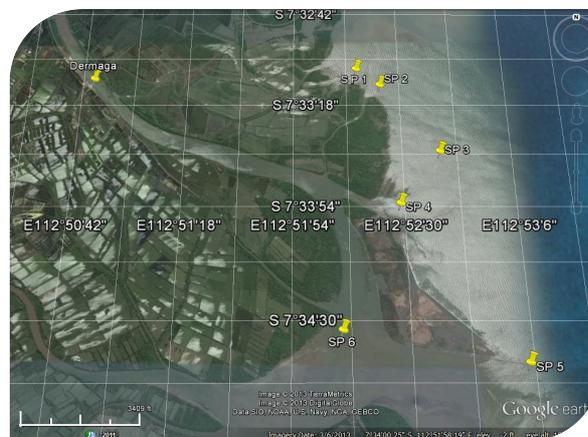
Muara sungai mempunyai nilai ekonomis yang penting, karena dapat berfungsi sebagai alur penghubung antara laut dan daerah yang cukup dalam di daratan. Kecepatan arus juga besar yang dapat mengerosi dasar muara sehingga dapat mempertahankan kedalaman aliran. Kondisi ini memungkinkan digunakannya muara untuk alur pelayaran menuju ke daerah pedalaman.. Hasil model kecepatan arus menunjukkan arus di Kali Porong terlihat lebih besar daripada kecepatan arus perairan pantai, mencapai lebih dari 1 m/detik. Arus maksimum dari sungai terjadi pada saat skenario musim hujan sedangkan arus maksimum di perairan pantai terjadi pada saat air menuju pasang (purnama) (Bachtiar dkk, 2011). Pengaruh pasang surut yang masuk ke estuari dapat menyebabkan kenaikan muka air, baik pada waktu air pasang maupun air surut. Selama periode

pasang air dari laut dan dari sungai masuk ke muara dan terakumulasi dalam jumlah sangat besar, dan pada periode surut volume air yang dialirkan ke laut maka kedalaman aliran akan cukup besar. Dengan demikian keberadaan pasang surut di muara sangat penting dalam perkembangan daerah yang ada disekitarnya terutama garis pantai di sekitar Muara Kali Porong Sidoarjo, sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji dan menganalisis kondisi pasang surut dan arus pasang surut di Muara Kali Porong Sidoarjo.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian adalah kawasan Muara Kali Porong Sidoarjo dengan posisi 7°33'10.1"LS-112°50'44.7 BT (Gambar 1). Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : metode analisis pasang surut dan metode analisis arus pasang surut. Metode analisis parameter oseanografi yang akan dilaksanakan (Rawi, 2010):

1. Data pasang surut di Muara Kali Porong Sidoarjo. Data tersebut dianalisis dengan menggunakan metode Admiralty sehingga hasil akhirnya akan diketahui komponen-komponen pembangkit pasang di Perairan Muara Kali Porong yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai *Mean Sea Level* dan tipe pasang surut.
2. Data arus pasang surut di Muara Kali Porong Sidoarjo. Data tersebut dianalisis untuk mengetahui kecepatan dan arah arus pasang surut



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Muara Kali Porong
Figure 1. Research Area in Porong River Estuary

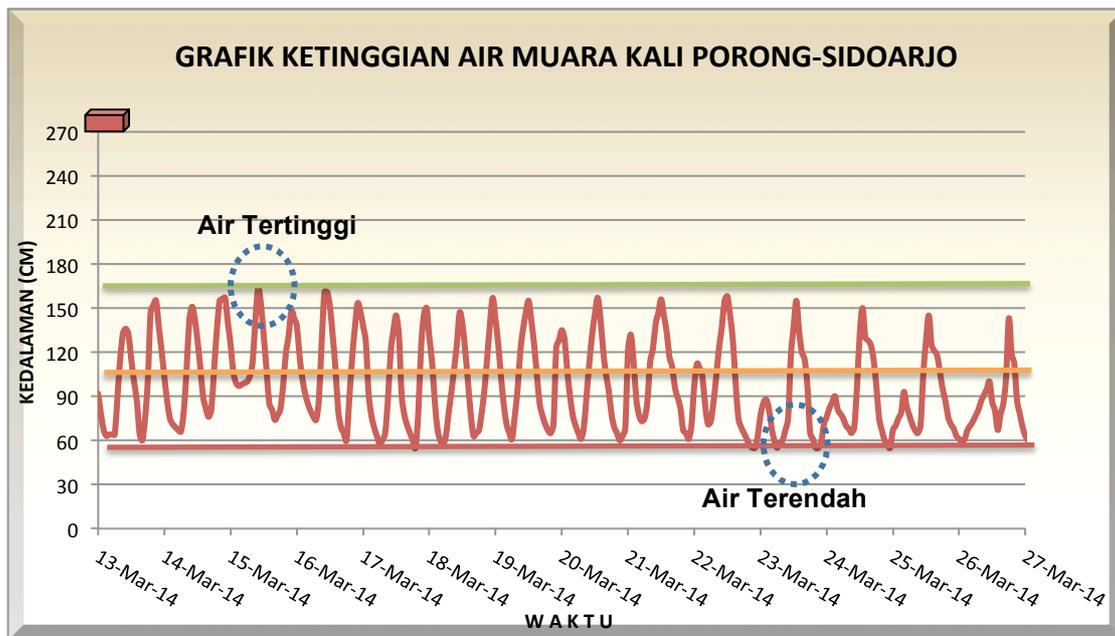
Hasil dan Pembahasan

Pasang Surut Laut

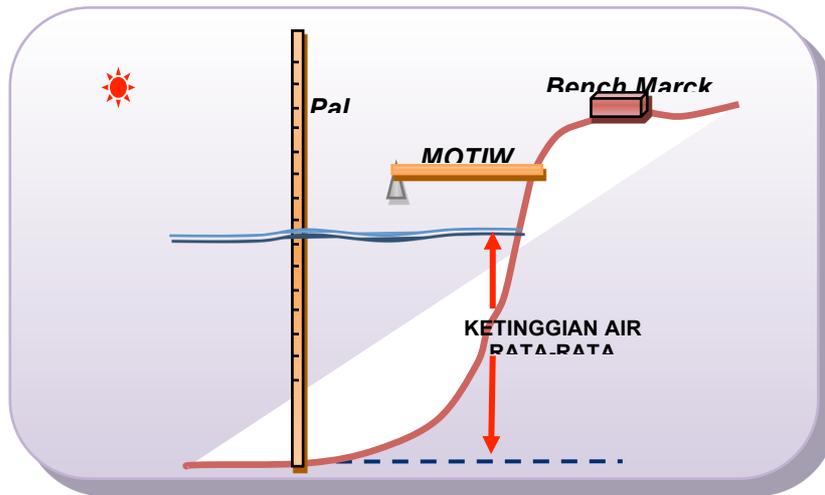
Gambar 2 menunjukkan grafik ketinggian air laut di Muara Kali Porong. Grafik tersebut menunjukkan bahwa selama 24 jam, Muara Kali Porong mengalami dua kali air pasang yang ketinggian airnya berbeda dan satu kali air surut. Dengan kondisi tersebut maka tipe pasang surut di Muara Kali Porong adalah campuran cenderung ke harian ganda. Ketinggian air rata-rata (*Mean Sea Level*) sebesar 109,5 cm dari nol *palm*, air tertinggi sebesar 164 cm dari nol *palm*, air terendah sebesar 55 cm dari nol *palm* sedangkan tunggang air sebesar 109 cm dari nol *palm*. Selama pengamatan perairan Muara Kali

Porong dalam kondisi pasang tertinggi terjadi pada jam 10.00 WIB tanggal 15 Maret 2014 dan dalam kondisi surut terendah terjadi pada jam 06.00 WIB tanggal 23 Maret 2014.

Ketinggian air rata-rata di Muara Kali Porong dalam Gambar 3 juga didukung oleh perhitungan admiralthy. Perhitungan admiralthy untuk data ketinggian air Muara Kali Porong menghasilkan tipe pasang surut campuran cenderung ke harian ganda dengan nilai Formzhal sebesar 0,78. Dari perhitungan Admiralthy ini, menghasilkan 9 konstanta seperti yang terlihat dalam Tabel 1. Sembilan konstanta tersebut adalah M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , MS_4 , K_2 , dan P_1 .



Gambar 2. Grafik ketinggian air di Muara Kali Porong
Figure 2. Water level graph in Porong River Estuary



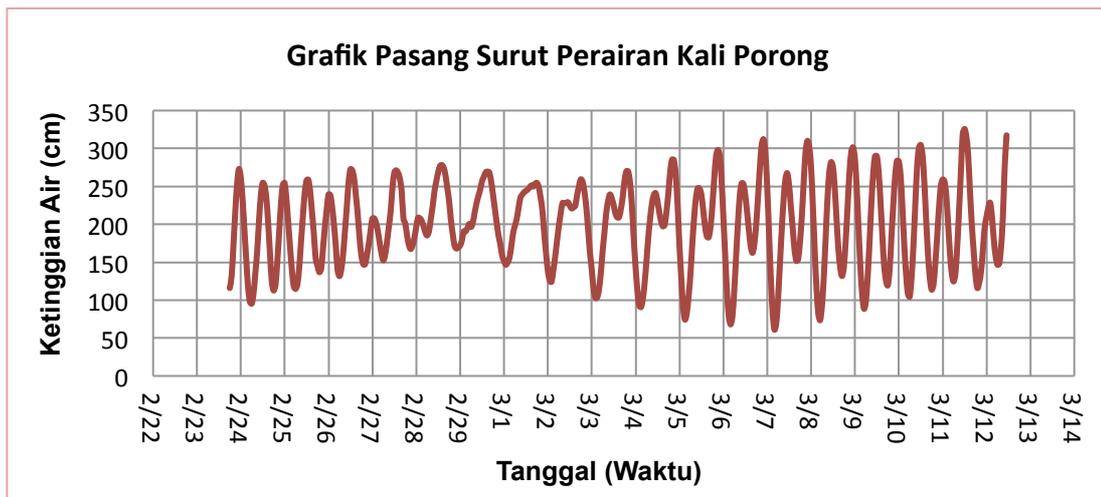
Gambar 3. Sketsa pemasangan alat ukur ketinggian air
 Figure 3. Sketch installation of water level measuring instrument

Tabel 1. Konstanta Pasang Surut Perairan Muara Kali Porong
 Table 1. Constant tidal in Porong River Estuary

	Konstanta								
	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁
A (cm)	6	35	32	19	13	3	3	10	6
g (°)	297	284	325	301	280	181	53	284	301

Pengamatan pasang surut di Perairan Muara Kali Porong tidak berbeda jauh dengan pengamatan pasang surut yang diteliti oleh Bachtiar (2011). Dalam tulisannya,

pasang surut di perairan Muara Kali Porong merupakan pasang surut campuran cenderung ganda (Gambar 4).



Sumber: Bachtiar, 2011

Gambar 4. Grafik pasang surut di Muara Kali Porong
 Figure 4. Tidal graph in Porong River Estuary

Perhitungan Muka Surutan (nilai Z_0)

Sembilan konstanta pasang surut di Muara Kali Porong memberikan pengaruh yang besar dalam menentukan muka surutan air laut atau *chart datum* (Z_0). Air Tinggi dan Air Rendah dari kedua kelompok pasang surut dapat jatuh bersamaan apabila nilai $g K_1 + g O_1 - g M_2$ mempunyai antara $347^0 - 13^0$ dan $167^0 - 193^0$. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Air Tinggi dan Air Rendah dari kedua kelompok pasang surut tidak akan jatuh bersamaan, yaitu pada 284^0 .

Hasil analisis kesembilan konstanta pasang surut menghasilkan:

- Kedudukan gelombang pasang surut K_2 dan K_1
Saat terjadi Air Rendah K_1 (*phase* $K_1 = 180^0$), maka *phase* K_2 sebesar 138^0 . Air Rendah K_2 jatuh 1,36 jam sebelum Air Rendah K_1 , yaitu 138^0 .
- Kedudukan gelombang pasang surut M_2 , K_1 , dan O_1
Saat terjadi Air Rendah K_1 dan Air Rendah O_1 jatuh bersamaan, maka *phase* M_2 sebesar 284^0 . Air Rendah M_2 jatuh 3,6 jam (dibulatkan menjadi 4 jam) sesudah Air Rendah K_1 . Pada saat terjadi Air Rendah K_1 dan Air Rendah M_2 jatuh bersamaan, maka *phase* O_1 adalah -284^0 (76^0). Air Rendah O_1 jatuh 7,5 jam (dibulatkan 8,0 jam sebelum Air Rendah K_1).
- Dari hasil tersebut, analisa kombinasi menghasilkan bahwa Air Rendah yang disebabkan oleh gelombang pasang surut K_1 , O_1 , M_2 , dan K_2 adalah 104 cm di bawah Duduk Tengah.
- Pengaruh gelombang pasang surut S_2 ,
Air Tinggi S_2 selalu jatuh pada 9,47 jam atau jam 9.28 dan jam 21.28. Air Rendah S_2 jatuh 6 jam kemudian yaitu jam 15.28 dan jam 03.28. Kedudukan Air Rendah yang disebabkan oleh gelombang pasang

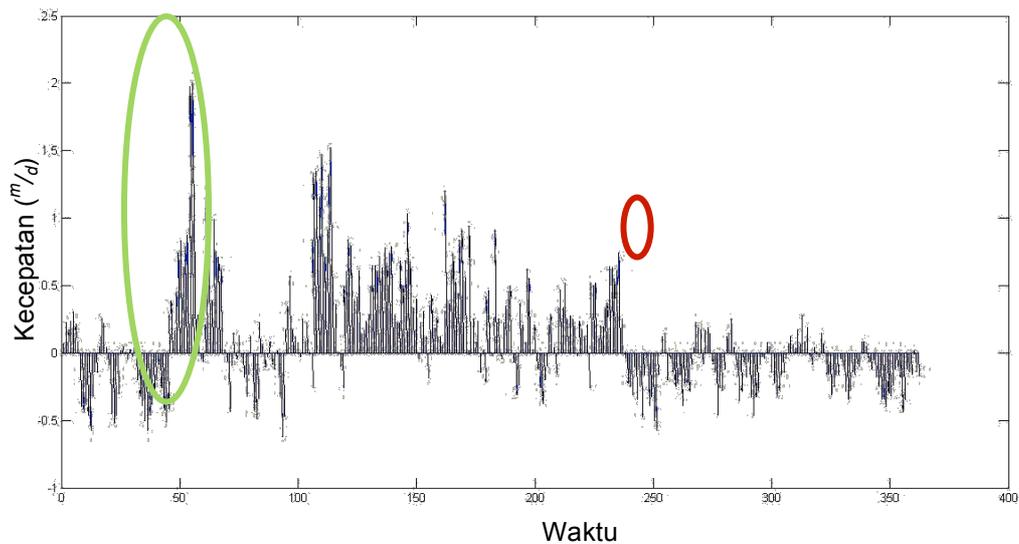
surut M_2 , K_2 , K_1 , O_1 , dan S_2 adalah 160 cm di bawah Duduk Tengah.

- Gelombang pasang surut P_1 juga memberikan pengaruh.
Saat Air Rendah S_2 jatuh bersamaan Air Rendah K_1 , maka *phase* P_1 adalah -318^0 (42^0). Air Rendah P_1 jatuh 9,2 jam sebelum AR K_1 . P_1 memberikan pengaruh sebesar -4 cm sehingga Air Rendah yang disebabkan oleh gelombang pasang surut M_2 , K_1 , O_1 , K_2 dan P_1 adalah 156 cm di bawah Duduk Tengah.
- Selain itu, pasang surut juga dipengaruhi gelombang pasang surut N_2 , M_4 , dan MS_4 . Gelombang pasang surut ini dapat mempertinggi dan memperendah kedudukan muka air terendah. Air Rendah yang disebabkan oleh 9 gelombang pokok M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , K_2 , P_1 , M_4 , dan MS_4 adalah 180 cm di bawah Duduk Tengah. Ini adalah kedudukan muka surutan atau *chart datum* (Z_0).

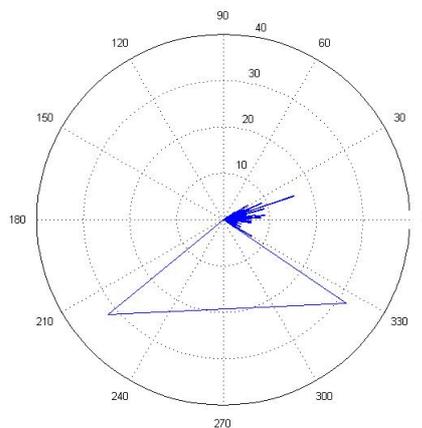
Pengaruh Arus dari Laut

Berdasarkan hasil pengolahan data arus Muara Kali Porong, diperoleh kecepatan maksimal arus sebesar 2.654 m/d sedangkan kecepatan minimal arus hasil pengukuran sebesar 0.009 m/d dengan jangkauan (*range*) kecepatan sebesar 2.663 m/d . Arah arus pasang surut selama pengamatan didominasi dari arah Timur Laut. Kecepatan dan arah arus hasil pengukuran seperti ditampilkan pada Gambar 5 dan 6. Bila dibandingkan antara Gambar 1 dengan Gambar 5, kecepatan tertinggi arus pasang surut terjadi sehari sebelum terjadinya pasang tertinggi. Kecepatan arus terendah terjadi sehari sebelum surut terendah.

Dari hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa terjadinya pasang tertinggi dan surut terendah sangat dipengaruhi oleh arus pasang surut.



Gambar 5. Grafik kecepatan arus pasang surut di Muara Kali Porong
Figure 5. Speed of tidal current in Porong River Estuary



Gambar 6. Arah arus pasang surut di Muara Kali Porong
Figure 6. Direction of tidal current in Porong River Estuary

Kisnarti dan Prasita (2013), juga melakukan pengamatan arus permukaan di bagian Timur Muara Kali Porong, tepatnya di bagian depan (yang berhubungan dengan laut) Muara Kali Porong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Perairan Kali Porong ini merupakan daerah pantai (*coastal*) dengan pasang surut laut masih memberikan

pengaruh yang kuat. Secara keseluruhan, pengukuran arus permukaan menunjukkan bahwa arah arus menuju ke Barat atau menuju ke daratan. Arus permukaan yang menuju ke daratan merupakan indikator bahwa air laut selama pengamatan sedang dalam kondisi pasang. Hasil pengamatan arah dan kecepatan arus permukaan ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Arah dan Kecepatan Arus Permukaan Perairan Kali Porong
 Table 2. Direction and Current Speed Surface Water Flow in Porong River

Sta.	Koordinat		Pengamatan							
	Lintang (LS)	Bujur (BT)	I		II		III		Rata-rata	
			Arah (°)	Kec. (m/s)	Arah (°)	Kec. (m/s)	Arah (°)	Kec. (m/s)	Arah (°)	Kec. (m/s)
Derm.	7°33'10.48"	112°50'45.20"								
1	7°33'06.70"	112°52'14.77"	237	0,42	306	0,46	310	0,46	284	0,46
2	7°33'12.85"	112°52'22.73"	278	0,49	298	0,53	343	0,57	306	0,53
3	7°33'37.30"	112°52'41.70"	198	0,27	265	0,35	277	0,46	247	0,35
4	7°33'55.26"	112°52'27.91"	228	0,24	291	0,31	331	0,35	283	0,31
5	7°34'44.40"	112°53'03.62"	273	0,31	255	0,38	331	0,38	286	0,35
6	7°34'35.04"	112°52'08.76"	280	0,04	253	0,09	253	0,13	262	0,09

Keterangan: Sta. = Stasiun; Derm. = Dermaga



Gambar 7. Posisi stasiun pengamatan arus permukaan
 Figure 7. Location of observation station

Simpulan

Perairan Muara Kali Porong ini merupakan daerah pantai (*coastal*) dengan pasang surut laut masih memberikan pengaruh yang kuat. Muara Kali Porong mengalami dua kali air pasang yang ketinggian airnya berbeda dan satu kali air surut. Dengan kondisi tersebut maka Muara Kali Porong, tipe pasang surutnya adalah campuran cenderung ke

harian ganda. Perhitungan admiralty untuk data ketinggian air Muara Kali Porong menghasilkan tipe pasang surut campuran cenderung ke harian ganda dengan nilai Formzhal sebesar 0,78. Air Rendah yang disebabkan oleh 9 gelombang pokok M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , K_2 , P_1 , M_4 , dan MS_4 sebesar 180 cm di bawah Duduk Tengah.

Pasang tertinggi sehari setelah kecepatan arus tertinggi sedangkan surut

terendah juga terjadi sehari setelah kecepatan arus terendah. Dari hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa terjadi pasang tertinggi dan surut terendah sangat dipengaruhi oleh arus pasang surut.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang sudah memberi kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian.

Daftar Pustaka

- Bachtiar H, Fronto N and Fitri R. 2011. Simple Model of Two Dimensional Sediment Movement in Porong River . *Journal of Marine Geological Institute* Vol.9, No 3. ISSN 1693-4415
- Harnanto, A. 2011. *Peranan Kali Porong dalam Mengalirkan Lumpur Sidoarjo ke Laut*. Badan Pelaksana Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BAPEL-BPLS).
- Kisnarti, E.A., dan V. D. Prasita. 2014. Perubahan Morfologi di Muara Sungai Kali Porong, Sidoarjo. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan ISOI 2013, Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia*. Jakarta. ISBN: 978-602-18153-2-8.
- Rawi, S., 2010. *Pasang Surut*. Pusat Pendidikan Didro-Oseanografi Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut
- Riyadi, A S., Bambang S, Sudiwaluyo. 2009. Permodelan Aliran Sedimen di Muara Kali Porong. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah*. ISBN: 978-979-18342-1-6