

Arrizqa.,B, Mubarak., Elizal
2017 : 11 (1)

**PEMETAAN POLA DAN KECEPATAN ARUS PASANG SURUT
DAN BATIMETRI PERAIRAN PULAU MUDA MUARA SUNGAI
KAMPAR KECAMATAN TELUK MERANTI
KABUPATEN PELALAWAN**

Baruza Arrizqa

*Mahasiswa Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau,
Pekanbaru Kampus Bina Widya Km 12,5 Kelurahan Simpang Baru. Telp 0761-63274*

Mubarak

*Dosen Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru
Kampus Bina Widya Km 12,5 Kelurahan Simpang Baru. Telp 0761-63274*

Elizal

*Dosen Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru
Kampus Bina Widya Km 12,5 Kelurahan Simpang Baru. Telp 0761-63274*

***Mapping Patterns and Free Flow Tidal and Bathymetry of Muda Island in Estuary of
Kampar River Teluk Meranti Subdistrict of Pelalawan District***

ABSTRACT

This study aims to provide an overview map of the pattern and speed of the tide to the ebb and flow towards the tide and bathymetric of Muda Island in estuary of Kampar River, Teluk Meranti Subdistrict of Pelalawan District. This research was conducted in September 2016 held in Muda Island in estuary of Kampar River, Teluk Meranti Subdistrict of Pelalawan District. The method used in this study is a survey method. Tidal current velocity ranges from 0.16 to 0.54 m/sec. The current direction moving toward the southwest parallel to the river flow. Flow velocity ranges recede from 0.15 to 1.09 m/sec. Moving current direction leads to northeast parallel to the river flow. Bathymetric map of Muda Island estuary of Kampar River found the same relative depth between 0.5 to 2 m on the left and right streams and others around the Muda Island and Ketam Island. Type of tidal Muda Island is a mixed - mainly semidiurnal with the value Formzahl (F) = 0.27. The current direction of Muda Island to follow the type of its tidal namely a change in the flow of 2 times, 2 times in the direction of the tide and 2 times towards low tide.

Key words: *Muda island, mapping, current, bathymetry, tidal type*

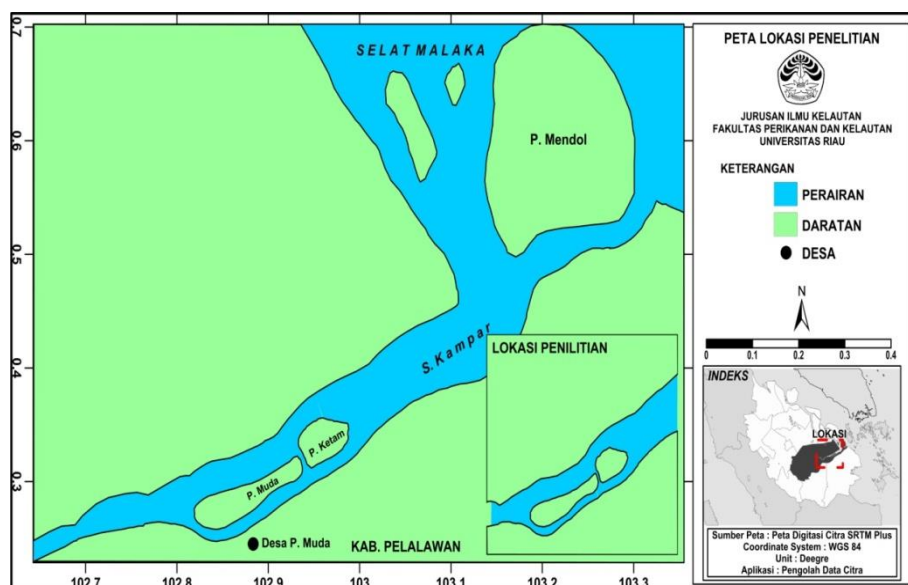
PENDAHULUAN

Arus pasang surut adalah energi yang disebabkan oleh adanya fenomena pasang surut air laut. Arus pasang surut sendiri berubah arah sesuai dengan tipe pasang surutnya. Apabila suatu daerah memiliki tipe pasang surut harian tunggal maka kecenderungan arus pasang surut terjadi adalah harian tunggal yang berarti dalam satu hari terjadi perubahan arus satu kali, sedangkan untuk wilayah yang memiliki tipe pasang surut harian ganda maka arus pasang surutnya akan mengalami dua kali perubahan arah arus pasang surutnya. Sedangkan untuk pasang surut campuran arahnya akan mengalami perubahan dalam interval sekali sampai dua kali sehari. Besarnya kecepatan arus pasang surut yang akan terjadi akan sangat bergantung pada pasang surut (Pariwono, 1989).

Kajian terhadap pola pergerakan arus yang dihubungkan dengan proses pasang surut (pasut) merupakan hal yang penting untuk dilakukan, khususnya pada perairan teluk. Menurut Triatmodjo (1999) dalam Royke (2009), di perairan sempit dan semi tertutup seperti teluk pasut merupakan gaya penggerak utama sirkulasi massa airnya. Dahuri dkk, (2001) juga menjelaskan, arus yang disebabkan oleh pasut dapat mencapai kecepatan 2 knot (sekitar 1 m/det) dan arahnya akan berbalik 180° dalam kurun waktu tertentu sesuai dengan sifat pasutnya. Adanya proses pendangkalan/sedimentasi yang terdapat di sekitar perairan Pulau Muda diakibatkan oleh energi arus pasang dan surut yang begitu kuat sehingga perubahan kedalaman sangat rentan terjadi dalam waktu yang relatif cepat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2016 di perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar Kecamatan Teluk Meranti Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. (Gambar 1)



Gambar 1. Lokasi penelitian

Bahan yang digunakan adalah data primer berupa data pola dan kecepatan arus pasang dan surut, data kedalaman perairan, data tinggi pasang surut yang diperoleh di lokasi penelitian selama 15 hari pengukuran dan data parameter oseanografi fisika lainnya. Sedangkan data sekunder merupakan data elevasi kontur kedalaman perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar yang di unduh di situs <http://earthexplorer.usgs.gov> data berupa elevasi kontur topografi permukaan dan kontur kedalaman.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *survey* dan titik stasiun penelitian ditentukan dengan cara *purposive sampling*. Penentuan stasiun penelitian berdasarkan keadaan daerah penelitian yang telah dipertimbangkan dengan deskripsi sebagai berikut :

- A. Stasiun 1 dan 2 yang dekat dengan pabrik pengolahan kayu dengan penyempitan aliran sungai di bagian selatan Pulau Muda
- B. Stasiun 3 berada di sekitar dermaga desa Pulau Muda
- C. Stasiun 4 berada pada sisi kanan Pulau Muda
- D. Stasiun 5 berada tepat pada sisi kanan Pulau Ketam
- E. Stasiun 6,7,13 dan 14 berada dekat mulut muara sejajar dengan garis pantai di daerah Kuala Kampar
- F. Stasiun 8,9,10 berada pada sisi kiri Pulau Muda sejajar dengan garis pantai dan
- G. Stasiun 11, 12 berada pada selat yang memisahkan antara Pulau Muda dan Pulau Ketam.

Pengukuran kecepatan arus menggunakan *current drogue*. Teknik pengukuran arus dengan cara mengikuti dan mengawasi pergerakan benda apung kemudian pengamatan dilakukan dengan pembacaan selang waktu tertentu masing-masing selama mendekati pasang air laut dan pada saat surut air laut. Kecepatan arus di ukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V : S/T$$

Dimana V : Kecepatan pola (m/det)

S : Jarak (m)

T : Waktu (s)

Selanjutnya data titik koordinat pola dan kecepatan arus kemudian di olah menggunakan *ms. excel 2007* untuk selanjutnya data di *input* kedalam *software surfer 10* dalam format **txt* yang ber-*extensikan* data XYZ (koordinat dan nilai data yang ingin ditampilkan) untuk dapat menampilkan peta pola dan kecepatan arus sehingga akan lebih mudah untuk dipahami bagaimana pola dan kecepatan arus pasang surut yang terjadi di perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar Kecamatan Teluk Meranti Kabupaten Pelalawan.

Pembuatan peta pola dan kecepatan arus perairan pulau muda dengan menggunakan *software surfer 10* dengan meng-*input* data dalam format **txt* titik koordinat *current drogue* dalam satu *worksheet* (lembar kerja) di *surfer 10*. Setelah data pola dan kecepatan arus di-*input* selanjutnya disimpan dengan format **bln* yang ber-*ekstensi* data XYZ, kemudian dilakukan *gridding* pada data yang telah disimpan di menu *toolbar grid-data* dengan pemilihan data Z yang akan disimpan kemudian merupakan data pola dan kecepatan arus dengan menggunakan metode interpolasi *Triangular with Linear Interpolation*. Data XYZ yang telah di *grid* kemudian dilakukan perintah 2 *grid vector*

map untuk menampilkan pola dan kecepatan arus berupa simbol panah yang memiliki nilai vektor (arah dan kecepatan) lalu *overlay* peta dasar penelitian yang telah di digitasi pada *software global mapper* 18 untuk dapat menampilkan peta pola dan kecepatan arus yang di inginkan.

Pengukuran batimetri perairan dilakukan disetiap stasiun penelitian dengan menurunkan tali berskala yang diberi pemberat sampai ke dasar perairan. Kemudian hasil yang diperoleh dimasukkan kedalam rumus menurut Ghalib (2005) sebagai berikut :

$$\text{Kedalaman (m)} = \text{Cos } \alpha \times L$$

Dimana : L = Panjang tali

α = sudut yang dibentuk oleh tali dengan bidang tegak

Selanjutnya, data kedalaman juga di unduh secara gratis di situs USGS (U.S. *Geological Survey*) *earth explorer* dengan memilih data SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) Plus 1 Arc Second dengan menentukan AoI (*Area of Interest*) Setelah itu data SRTM yang telah diunduh dilakukan interpolasi *generate countur*.

Pengamatan pasang surut dilakukan selama penelitian berlangsung dengan menggunakan tiang pasut berskala atau skala palem pasut yang di lakukan selama 15 hari dengan metode *admiralty* untuk mengetahui grafik fluktuasi dan konstanta harmonik pasang surut di daerah penelitian selama waktu pengukuran.

Menurut Pond dan Pickard (1983), Penentuan tipe pasut pada suatu daerah didasarkan pada persamaan Formzahl (F) yaitu :

$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2}$$

Jika nilai F berada antara :

< 0,25 = Pasang surut bertipe ganda (*semidiurnal*)

0,25-1,50 = Pasang surut bertipe campuran dengan tipe ganda yang menonjol (*mixed, mainly semidiurnal*)

1,50-3,00 = Pasang surut bertipe campuran dengan tipe tunggal yang menonjol (*mixed, mainly diurnal*)

>3,00 = Pasang surut bertipe tunggal (*diurnal*)

Data yang diperoleh dianalisis dan disajikan dalam bentuk gambar peta, tabel dan grafik, selanjutnya dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan literatur dan hasil penelitian yang berhubungan dengan pemetaan pola dan kecepatan arus pasang surut dan batimetri perairan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Pulau Muda termasuk dalam daerah administrasi Kecamatan Teluk Meranti Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau yang berbatasan dengan Kabupaten Indragiri Hilir

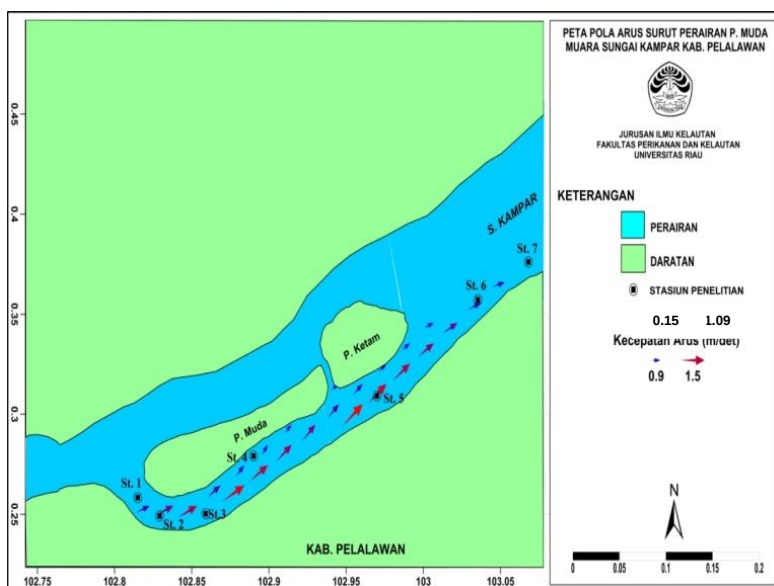
dibagian selatan, Bagian utara berbatasan dengan Kabupaten Siak, Bagian barat berbatasan dengan Kelurahan Teluk Meranti dan bagian timur berbatasan dengan Desa Segamai.

Tabel 1. Arah dan Kecepatan Arus Surut Menuju Pasang Perairan Pulau Muda Muara Sungai Kampar

Stasiun	Longitude	Latitude	Arah (°)	Kecepatan (m/det)
1	102°48'54.61"	0°15'30.51"	50	0,27
2	102°49'45.48"	0°14'57.39"	75	0,6
3	102°51'32.62"	0°15'1.48"	85	0,7
4	102°53'24.44"	0°15'1.48"	35	0,8
5	102°58'12.39"	0°18'33.62"	75	1,09
6	103°2'7.96"	0°21'26.69"	50	0,51
7	103°4'5.21"	0°22'34.92"	60°	0,15

Data Primer 2016

Pola sebaran arus surut menuju pasang perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar dapat dilihat pada gambar peta pola dan kecepatan arus surut perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar di berikut ini :



Gambar 2. Arah dan Kecepatan Arus Surut Menuju Pasang Perairan Pulau Muda Muara Sungai Kampar

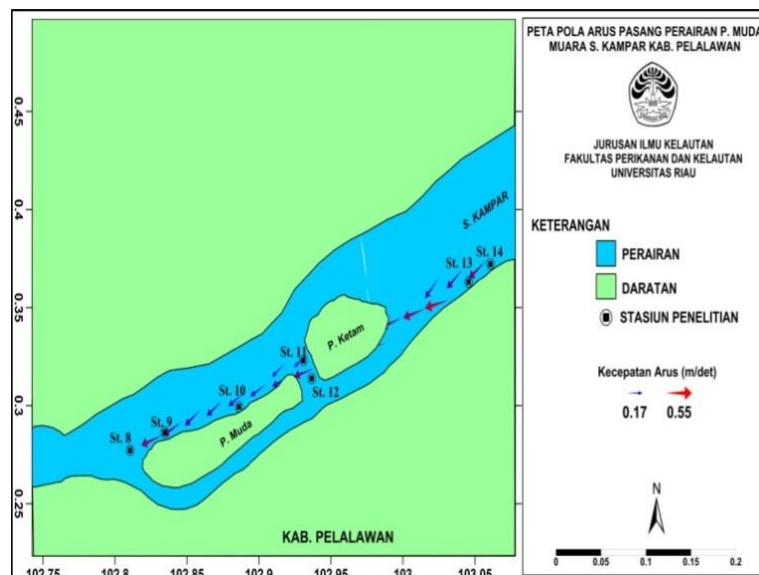
Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa arus surut bergerak dari hulu sungai mengarah ke arah mulut muara menuju laut dengan pergerakan arah relatif sama yaitu bergerak ke arah timur laut mengikuti aliran sungai. Pada gambar 3 juga dapat dilihat bahwa vector (nilai arah dan kecepatan) panah dengan gradasi warna merah memiliki kecepatan arus surut maksimum dengan kecepatan 1,09 m/det. Pada stasiun 7 berdasarkan tabel 3 kecepatan arus yang mendekati nol yang disebabkan oleh terjadinya masa peralihan dari surut menuju pasang, dimana aliran arus sangat kecil pada saat arus berbalik.

Tabel 2. Arah dan Kecepatan Arus Pasang Menuju Surut Perairan Pulau Muda Muara Sungai Kampar

Stasiun	Longitude	Latitude	Arah (°)	Kecepatan (m/det)
8	102°48'38.51"	0°16'38.51"	255	0,4
9	102°50'4.57"	0°17'11.97"	225	0,32
10	102°53'10.62"	0°17'58.21"	245	0,27
11	102°55'51.96"	0°19'23.30"	235	0,16
12	102°56'12.36"	0°18'50.68"	275	0,54
13	103°2'44.19"	0°21'47.93"	250	0,41
14	103°3'39.29"	0°22'20.34"	211	0,35

Data Primer 2016

Pola sebaran arus pasang menuju surut perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar dapat dilihat pada gambar peta pola dan kecepatan arus surut perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar berikut ini :

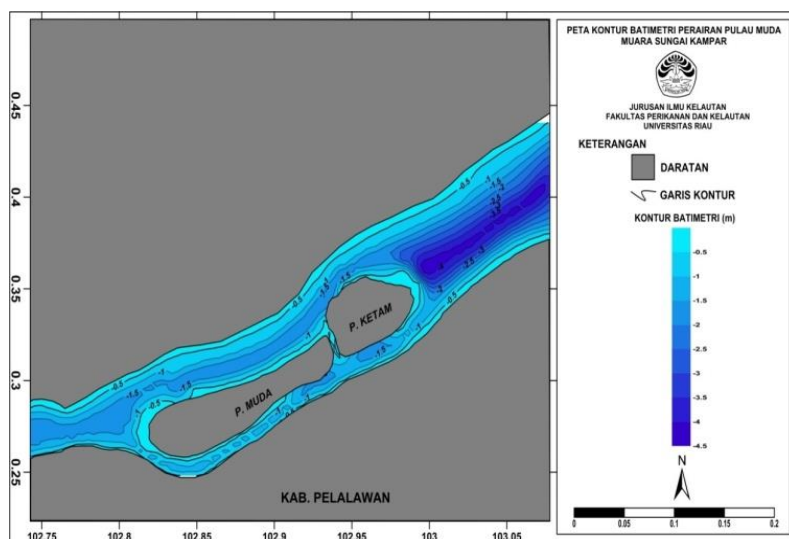


Gambar 3. Arah dan Kecepatan Arus Pasang Menuju Surut Perairan Pulau Muda Muara Sungai Kampar

Berdasarkan gambar peta diatas dapat dilihat bahwa arus pasang bergerak dari arah mulut muara menuju hulu sungai pada arah yang relatif sama yaitu menuju arah barat daya pada sisi sebelah kiri Pulau Muda, namun berbeda halnya pada sisi kanan sungai dimana arus pasang yang terjadi sebagian mengarah dominan ke Pulau Ketam dan lainnya mengarah ke barat daya sejajar dengan aliran sungai. Adanya perubahan pergerakan massa air pasang yang disebabkan oleh adanya selat yang memisahkan antara Pulau Muda dan Pulau Ketam sehingga distribusi arus menjadi tidak merata dikarenakan melewati kanal-kanal atau selat-selat yang berukuran kecil.

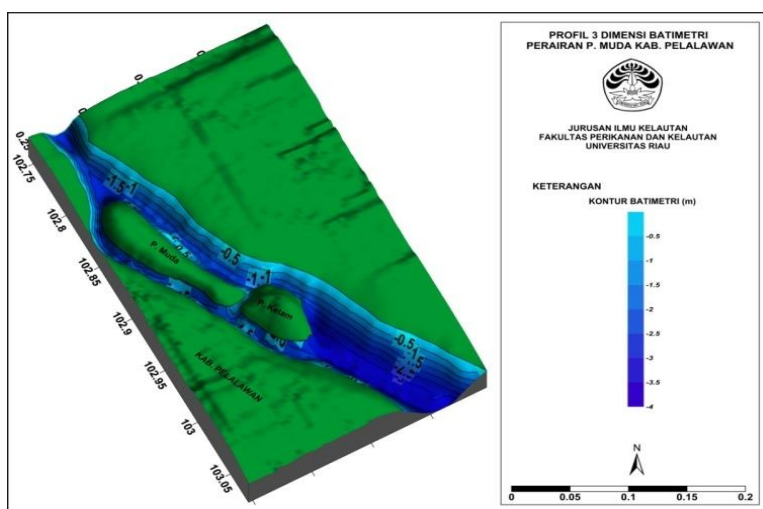
Kedalaman perairan di lokasi penelitian berkisar antara 0,5 – 4 meter. Kedalaman terendah ditemukan pada perairan bagian selatan Pulau Muda hingga mengarah ke hulu sungai serta di sisi kiri dan kanan di sepanjang garis pantai hingga kearah muara sungai.

Sedangkan yang tertinggi ditemukan pada bagian tengah sungai mengarah ke muara dengan kontur kedalaman bervariasi antara 2-4 meter. Kontur batimetri perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar bervariasi namun tidak signifikan terutama pada sisi kiri dan kanan aliran sungai kedalaman perairan relatif sama antara 0,5-2 meter sepanjang garis pantai terlebih adanya penyempitan alur sungai di sisi selatan Pulau Muda menimbulkan endapan sedimen yang terbawa arus sangat besar menjadikan wilayah ini sangat dangkal kondisi ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Yulistiyanto (2009) yang menyatakan bahwa munculnya gelombang bono di Sungai Kampar menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap sistem estuari/muara Sungai Kampar. Gambaran mengenai kedalaman perairan yang dalam dan dangkal dapat dilihat dengan jelas pada gambar kontur batimetri perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar di berikut ini :



Gambar 3. Kontur Batimetri Perairan Pulau Muda Muara Sungai Kampar

Selanjutnya gambaran mengenai elevasi kontur batimetri dalam bentuk 3d (dimensi) perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar ditampilkan pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Profil 3d (Dimensi) Kedalaman Perairan Pulau Muda Muara Sungai Kampar

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran tinggi pasang surut yang dilakukan selama 15 hari didapatkan nilai pasang tertinggi dan surut terendah pada setiap hari pengukuran seperti yang di tampilkan pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Tinggi Pasang Surut Perairan Pulau Muda Muara Sungai Kampar

Tanggal	Pasang Tertinggi (m)	Pukul (Wib)	Surut Terendah (m)	Waktu (Wib)
16 September 2016	2,6	10.00	0,15	16.00
17 September 2016	2,45	23.00	0,15	17.00
18 September 2016	2,9	23.00	0,35	17.00
19 September 2016	3,85	23.00	0,15	17.00
20 September 2016	4,05	00.00	0,2	07.00
21 September 2016	4,3	01.00	0,2	07.00
22 September 2016	4,25	01.00	0	08.00
23 September 2016	4,3	02.00	0,25	08.00
24 September 2016	4,1	03.00	0,25	09.00
25 September 2016	4,1	03.00	0,5	10.00
26 September 2016	3,7	04.00	0,65	11.00
27 September 2016	3,42	05.00	0,8	11.00
28 September 2016	3,5	19.00	0,8	12.00
29 September 2016	3,05	20.00	1,1	14.00
30 September 2016	3	21.00	1,22	02.00

Data Primer 2016

Selanjutnya nilai hasil perhitungan amplitudo dan fase dari komponen-komponen utama pasang surut M₂, S₂, K₁, O₁, M₄, MS₄, K₂ dan P₁ pengukuran pasang surut dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4. Hasil Akhir Konstanta Harmonik Pasang Surut Perairan Pulau Muda

	S ₀	M ₂	S ₂	N ₂	K ₂	K ₁	O ₁	P ₁	M ₄	MS ₄
A (m)	1.96	0.4629	-0.0136	-0.0750	0.1738	0.3192	-0.2197	0.0242	-0.0081	0.0205
G (°)		66.2988	269.1050	231.7873	64.9863	349.4655	172.5755	57.1184	98.9477	326.8078
F = 0.27										

Hasil Analisis Data Primer 2016

Tipe pasang surut yang terjadi di perairan Pulau Muda dapat dilihat pada nilai Formzahl (F) = 0,27 bahwa tipe pasang surut perairan Pulau Muda adalah pasang surut bertipe campuran dengan condong ke harian ganda, yaitu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu yang berbeda.

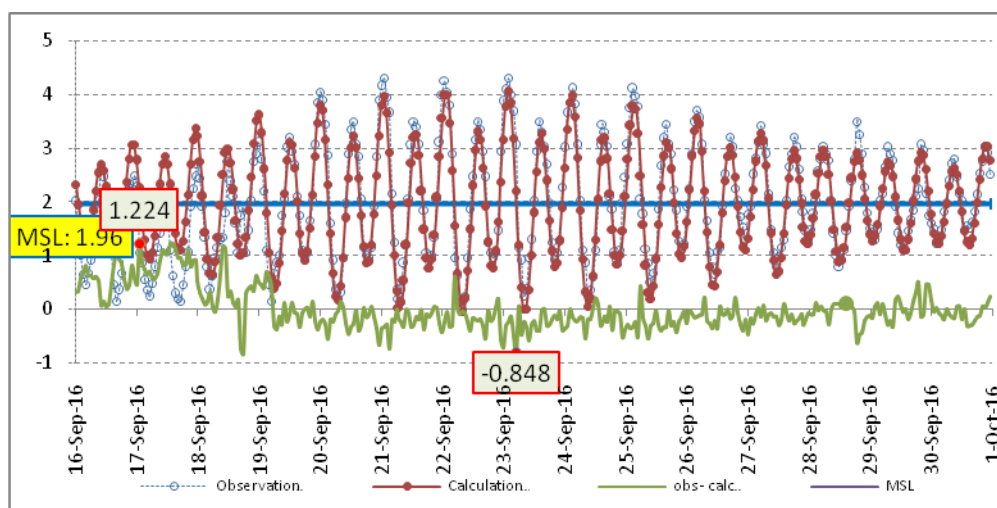
Berdasarkan tabel 3 dan 4 diatas, maka didapatkan nilai datum pasut seperti HHWL (Highest High Water Level), MSL (Mean Sea Level), MLWL (Mean Low Water Level), LLWR (Lowest Low Water Level), LAT (Lowest Astromical Tide) dan parameter-parameter lainnya dengan besaran nilai deviasi sebesar 0,401 meter. Berikut tabel nilai parameter datum pasut perairan Pulau Muda.

Tabel 5. Nilai Parameter Datum Pasang Surut Perairan Pulau Muda Muara Sungai Kampar

	Symbol		Elevasi (m)
Highest High Water Level	HHWL	4.9885	5.0
Mean High Water Level	MHWL	3.6602	3.7
Mean Sea Level	MSL	1.9624	2.0
Mean Low Water Level	MLWL	0.2647	0.3
Chart Datum Level	CDL	-0.6079	-0.6
Lower Low Water Level	LLWL	-1.0636	-1.1
Lowest Astronomical Tide	LAT	-1.5839	-1.6

Hasil Analisis Data Primer 2016

Dan berikut grafik elevasi pasang surut 16-30 September 2016 yang diperoleh dengan menggunakan metode *Admiralty* dengan analisis kuadran terkecil dapat dilihat pada grafik fluktuasi pasang surut perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar



Hasil Analisis Data Primer 2016

Berdasarkan data pengamatan yang diplot dalam tabel dan grafik pasut diatas terlihat terjadinya ketidaksimetrisan pasut saat pasang tertinggi menuju surut terendah (tidal asimetris), dimana waktu yang dibutuhkan dari kondisi surut terendah menuju pasang tertinggi (16 - 17 jam) jauh lebih cepat dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan dari kondisi pasang tertinggi menuju surut terendah (23-24 jam).

Menurut Surbakti, (2012), Ketidak simetrisan pasut ini merupakan suatu fenomena yang umum ditemui di daerah muara sungai, karena pada saat pasang terjadi pemasukan massa air dari laut dan hulu sungai sehingga mengakibatkan terjadinya penumpukan massa air di estuary dan akibatnya muka air laut akan semakin cepat mengalami kenaikan. Sedangkan pada saat surut, massa air meninggalkan estuari menuju laut, akan tetapi massa air masih masuk ke estuari dari hulu sehingga waktu yang dibutuhkan relatif lebih lama.

Selanjutnya hasil pengukuran parameter kualitas perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar saat surut dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini :

Tabel 6. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Perairan Saat Surut Menuju Pasang

Stasiun	Suhu (°C)	pH	Kec.Angin (m/det)	Salinitas (‰)	Kecerahan (m)
1	31.4	6.5	1.76	17	0.3
2	31.2	6.5	1.6	17	0.3
3	31.4	7	1.4	19	0.25
4	32.3	7	1.5	18	0.3
5	32	7	1.3	20	0.27
6	31.7	7	7.0	20	0.3
7	31.5	7	2.8	20	0.27
Rata-rata	31.6	6.8	2.5	18,7	0.28

Data Primer 2016

Dan hasil pengukuran parameter kualitas perairan pada saat pasang dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini :

Tabel 7. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Perairan Saat Pasang Menuju Surut

Stasiun	Suhu (°C)	pH	Kec. Angin (m/det)	Salinitas (‰)	Kecerahan (m)
8	30.6	7	1.76	16	0.3
9	31.1	7	1.6	17	0.25
10	30.8	7	1.4	17	0.3
11	30.5	6.5	1.5	18	0.2
12	30.2	6.5	1.3	20	0.27
13	31.7	7	7.0	21	0.3
14	31.5	7	2.8	21	0.25
Rata-rata	30.9	6.8	2.48	18,5	0.26

Data Primer 2016

Nilai pengukuran parameter fisika kualitas perairan Pulau Muda muara Sungai Kampar memiliki nilai rata-rata antar stasiun yakni suhu perairan pada saat surut ialah 31,6°C dan pasang 30,9°C, pH perairan pada saat surut dan pasang adalah 6.8 kecepatan angin pada saat surut perairan 2,5 m/det dan pada saat pasang 2,48 m/det, salinitas perairan pada saat surut adalah 18,7‰ dan pada saat pasang 18,5‰, dan nilai rata-rata kecerahan perairan saat pasang adalah 0,26 m dan saat surut yaitu 0,28 m.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pergerakan arus di perairan Pulau Muda secara keseluruhan dibangkitkan oleh pengaruh pasang surut. Tipe pasang surut menentukan banyaknya perubahan pergerakan arus di perairan Pulau Muda dengan tipe pasutnya campuran condong ke harian ganda, dimana pergerakan arus pasang surut yang terjadi masing-masing 2 kali arus ke arah pasang dan 2 kali arus ke arah surut. Kondisi arus pasut yang terjadi menjadi salah satu faktor kecenderungan terjadinya pendangkalan dimana arah arus yang bergerak membawa angkutan sedimen

sehingga alur kedalaman perairan Pulau Muda mengikuti aliran sungai. Diharapkan dalam pembuatan peta pola dan kecepatan arus serta kondisi kedalaman suatu perairan dilakukan juga analisis kecepatan transpor sedimen untuk menunjang arah kecenderungan proses pendangkalan di suatu perairan dan juga pengumpulan data perubahan kedalaman suatu perairan dari tahun ke tahun untuk mendapatkan perbandingan perubahan kontur kedalaman yang disebabkan oleh pengaruh arus pasang surut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan puji syukur atas nikmat dan karunia yang telah Allah SWT berikan kepada penulis sehingga hasil penelitian ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya, kepada kedua orang tua, penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga yang telah memberikan doa restu dan motivasi kepada penulis serta rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan hasil penelitian ini sehingga dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahuri R., J. Rais, S.P. Ginting, dan M.J. Sitepu, 2001. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramitha. Jakarta
- Ghalib, M. 2005. Oseanografi Fisika Deskriptif. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. FAPERIKA. Press. 92 hal.
- Pariwono, J.I. 1989. Kondisi pasang - surut di Indonesia. In : pasang surut, *Asean Australia Cooperative Programs on Marine Science. Project: Tides and Tidal Phenomena* (ONGKOSONGO, S. R. dan SUYARSO eds.) puslitbang Oseanologi - LIPI: 135 -147
- Pond and Pickard. 1983. *Tides Surges and Mean Sea-Level*. Great Britain by Bath Press, Avon.
- Rampengan, R. M. 2009. Pengaruh Pasang Surut Terhadap Pergerakan Arus Permukaan di Teluk Manado. Jurnal Perikanan dan Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi. 5:3 15-19
- Surbakti, H. 2012. Karakteristik Pasang Surut dan Pola Arus di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Sains Universitas Sriwijaya. Volume 15, no 1 (D) 15108
- Yulistiyo, B. 2009. Fenomena Gelombang Pasang Bono di Muara Sungai Kampar. Jurnal Dinamika Teknik Sipil 2009 9;1;19-26