

Pasang Surut dan Arus di Muara Sungai Kapuas Sepok Pangkalan, Teluk Bengkolan, Kalimantan Barat

Arie Antasari Kushadiwijayanto^{1*}, Yusuf Arief Nurrahman¹, Mega Sari Juane Sofiana¹, Ikha Safitri¹

¹Program Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Indonesia

*Email : arie.antasari.k@fmipa.untan.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received : February 12, 2024

Revised : February 26, 2024

Accepted : March 29, 2024

Keywords:

Tide

Tidal current

Kubu Raya

Natuna Sea

Bengkolan Bay

Kata Kunci:

Pasang Surut

Arus

Kubu Raya

Laut Natuna

Teluk Bengkolan

ABSTRACT

Tides and currents influence the dynamics and biochemical circulation in a bay or estuary. This research aims to conduct an initial study of tides and currents in Bengkolan Bay, which is home to the mangrove ecosystem in West Kalimantan Province. Elevation and current measurements were carried out for 15 days at the mouth of the Kapuas River Sepok Pangkalan (north side of Bengkolan Bay) using tidal palms and drifters. The measurement results show that the pattern of water surface movement and currents at the research location is very dependent on ocean tidal patterns. Diurnal tides play a very large role (10 times) compared to semidiurnal tides. This big role causes the type of tides in Bengkolan Bay to be diurnal. Although semidiurnal tides have a small contribution, shallow water tidal constituent are actually caused by semidiurnal tidal energy dissipation.

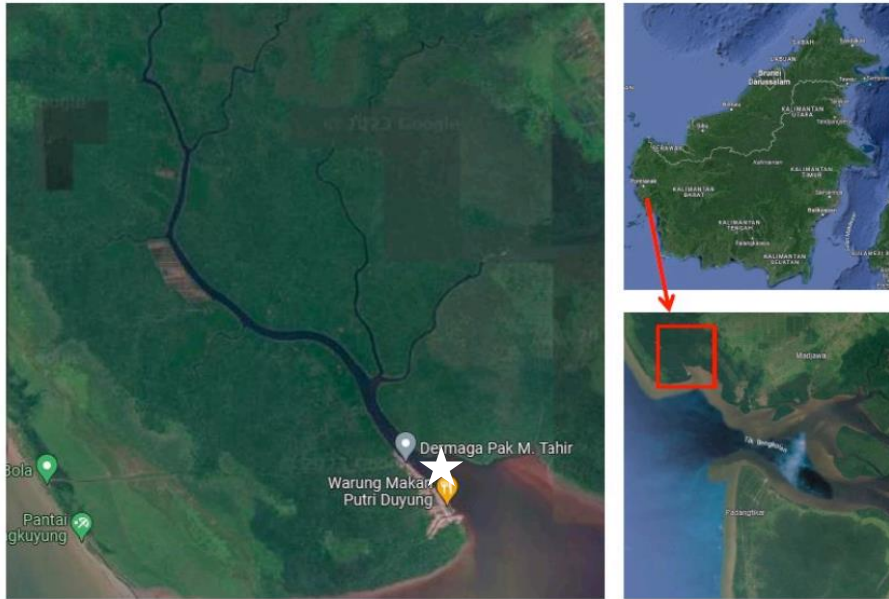
ABSTRAK

Pasang surut dan arus mempengaruhi dinamika dan sirkulasi biokimia di dalam teluk atau estuari. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian awal tentang pasang surut dan arus di Teluk Bengkolan yang merupakan rumah bagi ekosistem mangrove di Provinsi Kalimantan Barat. Pengukuran elevasi dan arus dilakukan selama 15 hari di Muara Sungai Kapuas Sepok Pangkalan (sisi Utara Teluk Bengkolan) menggunakan palm pasut dan drifter. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pola pergerakan muka air dan arus di Lokasi penelitian sangat bergantung pada pola pasang surut laut. Pasang surut diurnal memegang peranan sangat besar (10 kali) dibandingkan dengan pasang surut semidiurnal. Peranan besar tersebut menyebabkan tipe pasang surut di Teluk Bengkolan adalah diurnal. Meskipun pasang surut semidiurnal memiliki kontribusi kecil, pasang surut perairan dangkal justru disebabkan oleh disipasi energi pasang surut semidiurnal.

1. PENDAHULUAN

Pasang surut dan arus pasang surut merupakan komponen penting dalam proses fisika-kimia-biologi di dalam suatu teluk (Cianelli *et al.* 2017). Pasang surut dan arus pasang surut mengatur dinamika transpot masa air yang penting dalam proses bio-kimia (Yogaswara, 2020) terutama pada teluk yang secara geologi dibentuk oleh pasang surut, dicirikan dengan banyak saluran pasang surut (Kästner *et al.*, 2017), seperti Teluk Bengkolan, Kubu Raya, Kalimantan Barat.

Teluk Bengkolan merupakan area yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi karena memiliki ekosistem mangrove terluas di Kalimantan Barat (Kushadiwijayanto *et al.* 2024) dan menjadi area pemijahan dan pembesaran ikan ekonomis penting (Safitri *et al.*, 2023a,b,c). Teluk ini terhubung secara langsung dengan Laut Natuna di bagian Baratnya. Luas teluk diperkirakan ~ 250 km² dan belum diketahui kedalaman rerata di area ini. Teluk Bengkolan merupakan rumah dari 34 jenis spesies mangrove dan terdapat 2 jenis mangrove langka di dalamnya (Safitri *et al.*, 2023a).



Gambar 1. Lokasi penelitian (Bintang putih) berada muara Sungai Kapuas Sepok Pangkalan (sisi utara Teluk Bengkolan), Desa Sungai Nibung, Kabupaten Kubu Raya

Keunikan ini merupakan kombinasi antara kondisi geologi dan oseanografi Teluk Bengkolan. Teluk Bengkolan kurang dipengaruhi oleh masukan debit air tawar dari Sungai dan pengaruh gelombang. Meskipun kecil, sumber masukan air tawar berasal dari Kubu dan Mendwat (Kastner *et al.*, 2017). Oleh sebab itu, dinamika di Teluk Bengkolan bergantung pada pola pasang surut dan arus pasang surut laut.

Penelitian ini merupakan studi awal untuk mendapatkan data dan informasi dasar mengenai pasang surut dan arus pasang surut di Teluk Bengkolan. Dengan data ini dapat dibangun model hidrodinamika yang dapat digunakan untuk menginvestigasi dinamika fisika-kimia-biologi di dalam teluk. Data dan informasi ini sangat penting sebagai validasi dalam membangun model hidrodinamika yang cocok dengan Teluk Bengkolan.

2. METODE

2.1 Data

Lokasi penelitian kondisi oseanografi Muara Kapuas Sepok Pangkalan ditunjukkan pada Gambar 1. Daerah penelitian berada Desa Sungai Nibung di Teluk Bengkalon Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Parameter yang diobservasi adalah perubahan level muka air dan arus muara.

Pengukuran level muka air dan arus secara temporal dilakukan pada bagian mulut Muara

Sungai Kapuas Sepok Pangkalan. Pengukuran kedua parameter ini dilakukan selama 15 hari dengan interval pengukuran 1 jam. Periode pengukuran disesuaikan dengan periode pasang surut laut (14-15 hari) sehingga dapat diperoleh dinamika pasang surut laut. Pengukuran level air dan arus masing-masing dilakukan menggunakan tiang ukur dan drifter.

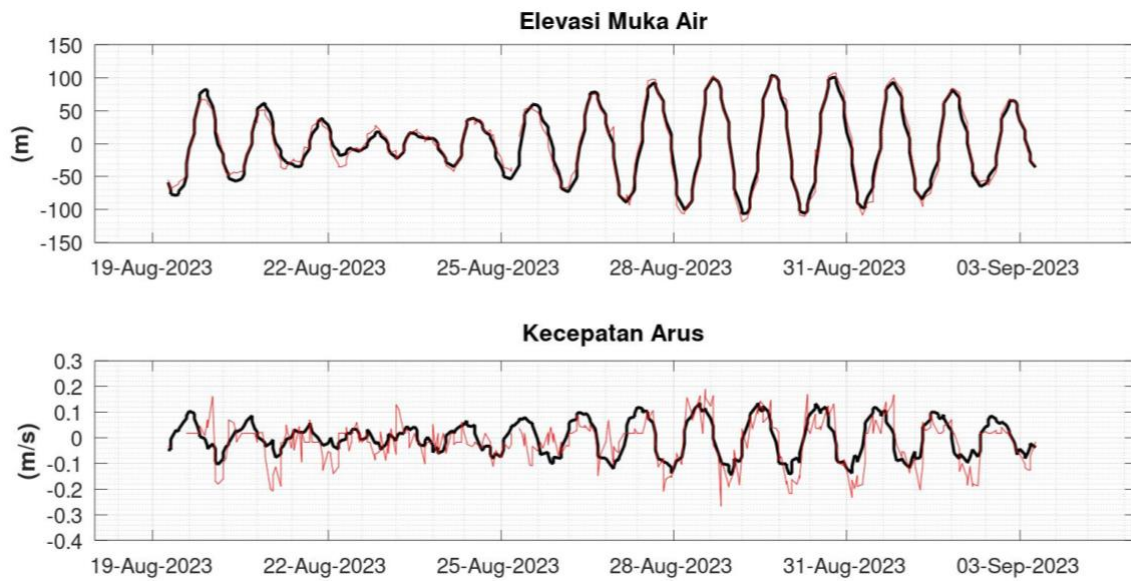
Data hasil observasi difilter menggunakan filter lolos rendah (*low pass filter*). Perlakuan ini bertujuan untuk mengurangi kesalahan pada data pengukuran akibat kesalahan yang timbul dari fenomena berfrekuensi tinggi seperti aktivitas manusia dan gelombang laut akibat angin. Data dari drifter, data perpindahan posisi *drifter* dan waktu, dikonversi menjadi kecepatan aliran dan arah aliran.

2.2 Analisis

Analisis data muka air dan arus dilakukan menggunakan t_{tide} untuk memperoleh komponen harmonik pasang surut. Komponen pasang surut digunakan untuk menentukan tipe pasang surut berdasarkan bilangan *formzahl* (F):

$$F = \frac{AK_1 + AO_1}{AM_2 + AS_2} \quad (1)$$

Dimana AK_1 , AO_1 , AM_2 , dan AS_2 adalah amplitudo dari K_1 , O_1 , M_2 , dan S_2 . Tipe pasang surut harian ganda (semidiurnal) diindikasikan dengan nilai $F \leq 0,25$; tipe pasang surut harian Tunggal



Gambar 2. Elevasi muka air (atas) dan Arus (bawah) selama 15 hari pengukuran dengan interval 1 jam. Data diolah menggunakan *low pass filter* (garis hitam) untuk menghilangkan gangguan yang ada pada pengukuran (garis merah)

(diurnal) jika $F \geq 3$; sedangkan bertipe campuran apabila $0,25 > F > 3$.

Analisis hasil pengukuran elevasi dan arus juga dilakukan secara deskriptif untuk mengamati dinamika pasang surut. Analisis ini menggunakan bantuan grafik untuk melihat pola yang terjadi selama periode pengukuran. Dinamika pasang surut dapat diamati dari selisih fase perubahan arus dan elevasi, dominansi pasang atau surut, dan pasang surut perairan dangkal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pola Muka Air dan Arus

Hasil pengukuran elevasi dan arus di Maura Kapuas Sepok Pangkalan diperlihatkan pada Gambar 2. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa perubahan elevasi muka air dan arus di area penelitian mengikuti pola pasang surut. Pola hasil pengukuran muka air (merah) memiliki kesamaan dengan pola pasang surut astronomis (garis hitam) yang dikeluarkan oleh t_{tide} . Pola arus hasil pengukuran juga menunjukkan hal yang serupa dengan hasil pengukuran elevasi di mana arus yang bekerja (garis merah) mengikuti pola pasang dan surut (garis hitam). Meskipun demikian, pengaruh gesekan dasar/bibir pantai membentuk arus residu sebanding dengan kekuatan arus saat pasang maupun surut (Tarya *et al.*, 2022). Pengaruh angin tidak terlihat selama periode pengukuran.

Kejadian pasang dan arus pasang terjadi tidak di waktu bersamaan. Di titik pengukuran diperoleh fakta bahwa arus pasang terjadi lebih dahulu kemudian diiringi dengan kejadian pasang beberapa saat (~ 7 jam) kemudian. Ini mengindikasikan bahwa pasang surut di Teluk Bengkolan bukan merupakan gerak hidrolis namun gerak bolak balik. Pola ini merupakan pola umum yang biasa terjadi pada suatu teluk (Adibhusana *et al.*, 2016). Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa durasi waktu surut 1 jam lebih lama dibandingkan dengan durasi waktu pasang. Aritinya ada aliran lemah ke arah luar teluk.

Teluk Bengkolan memiliki tunggang pasut yang dapat mencapai ~ 280 cm saat fase purnama dan ~ 38 cm saat fase perbani. Berdasarkan tunggang pasutnya di Muara Sungai Sepok Pangkalan masuk dalam kategori mesotidal (2-4 meter). Menurut Prayogo *et al.* (2022), pada saat masa badai dimana muka air meningkat, tunggang pasut dapat menjadi lebih besar. Sedangkan amplitudo arus cukup kecil yaitu 10 cm/detik.

3.2 Karakteristik Pasang Surut dan Arus Pasang Surut

Komponen harmonik pasang surut diperlihatkan pada Tabel 1. Komponen pasang surut diurnal merupakan penggerak utama di

Tabel 1. Komponen Harmonik Pasang Surut di Muara Kapuan Sepok Pangkalan, Teluk Bengkolan, Kubu Raya, Kalimantan Barat

Komponen Harmonik	Elevasi		Laju Arus	
	Amp (m)	Fase (°)	Amp (cm/det.)	Fase (°)
Diurnal				
K ₁	63,52	136,01	7,11	54,43
O ₁	43,02	59,61	4,88	333,44
Semidiurnal				
M ₂	6,05	136,09	-	-
S ₂	4,18	289,69	-	-
Dangkal				
M ₃	2,31	17,97	1,53	36,56
M ₄	1,16	143,95	-	-

Teluk Bengkolan, sedangkan komponen pasang surut semidiurnal memiliki pengaruh yang kecil. Hasil ini menguatkan catatan dari penelitian sebelumnya yang mendapatkan bahwa pesisir Selatan Kalimantan Barat di dominasi oleh komponen harmonik diurnal (Harianto *et al.*, 2018; Lindwati *et al.*, 2019). Besarnya kekuatan komponen harmonik diurnal ini disebabkan oleh resonansi pasang surut diurnal di Laut Natuna dan Laut Jawa (Phan *et al.*, 2019), yang juga disertai dengan disipasi energi pasang surut semi diurnal (Ray *et al.*, 2015).

Tipe pasang surut di Teluk Bengkolan berdasarkan bilangan *formzahl* adalah diurnal (harian Tunggal) dengan nilai *F* sebesar 10,32. Meskipun Lokasi penelitian berdekatan dengan Lokasi peneleitian yang ada sebelumnya, hasil ini memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil yang dicatat oleh Lindawati *et al.* (2019) di Muara Kapuas Kecil (4,8) dan Harianto *et al.* (2018) Pantai Pasir Mayang (4,7). Perbedaan ini terjadi karena area penelitian tepat berada di titik ampidormik (noda) komponen pasang surut semidiurnal dan antinoda pasang surut diurnal (Phan *et al.*, 2019).

Hasil analisis harmonik pada data arus laut menunjukkan hal yang unik. Arus yang bekerja di dalam teluk hanya dipengaruhi oleh arus pasang surut diurnal tanpa kehadiran arus pasang surut semidiurnal. Hasil ini perlu kajian lebih lanjut untuk menjawab penyebab hilangnya atau ketiadaan arus pasang surut semidiurnal di titik pengukuran.

Hasil analisis harmonik juga memunculkan informasi mengenai komponen pasang surut perairan dangkal. Meskipun amplitudo komponen semidiurnal kecil, hasil analisis menunjuk

keberadaan komponen perairan dangkal seperti M₃, dan M₄. Kedua komponen ini merupakan turunan dari komponen pasang surut semidiurnal M₂. Kerena komponen perairan dangkal muncul dari proses disipasi energi (Sari *et al.*, 2020) dan interaksi dengan bentuk estuari atau teluk (Tarya *et al.*, 2022), maka ada indikasi bahwa komponen semidiurnal melemah karena ada proses disipasi energi M₂.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dari elevasi muka air dan arus di Teluk Bengkolan dapat disimpulkan bahwa pola perubahan muka air dan arus di dipengaruhi oleh pasang surut diurnal. Faktor lain seperti angin dan debit aliran Sungai tidak tercatat (atau sangat kecil dan dapat diabaikan) selama periode pengukuran. Meskipun pengaruh komponen semidiurnal kecil, pasang surut perairan dangkal justru muncul dari proses disipasi energi pasang surut semidiurnal.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan atas bantuan dan dukungan pendanaan penelitian DIPA FMIPA Universitas Tanjungpura Tahun Anggaran 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibhusana, M.N., Hendrawan, I.G., dan Karang, I.W.G.A. 2016. Model hidrodinamika pasang surut di perairan pesisir barat kabupaten Badung, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 2(2): 54-59.
- Cianelli, D., D'Alelio, D., Uttieri, M., Sarno, D., Zingone, A., Zambianchi, E., dan d'Alcalà, M.R. 2017. Disentangling

- physical and biological drivers of phytoplankton dynamics in a coastal system. *Scientific reports* 7(1): 15868.
- Harianto, Kushadiwijayanto, A.A., Apriansyah. 2018. Physical Oceanography Condition in Eastern Karimata Strait: Pasir Mayang Beach West Kalimantan. *JPPFA* 8(1): 51-60.
- Kästner, K., Hoitink, A.J.F., Vermeulen, B., Geertsema, T.J., dan Ningsih, N.S. 2017. Distributary channels in the fluvial to tidal transition zone. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* 122(3): 696-710.
- Kushadiwijayanto, A.A., Kusumardana, S., Safitri, I., Warsidah, W., Sofiana, M.S.J., Apriansyah, A., dan Agustina, S. 2024. Inisiasi Eduwisata Kubu Raya Estuary Cruise Sebagai Upaya Konservasi Inklusif. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara* 5(1): 956-962.
- Lindawati, L., dan Kushadiwijayanto, A.A. 2018. Karakteristik perambatan gelombang pasang surut di estuari kapuas kecil. *J. Laut Khatulistiwa* 1(3): 61-66.
- Phan, H. M., Ye, Q., Reniers, A. J., dan Stive, M. J. 2019. Tidal wave propagation along The Mekong deltaic coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 220: 73-98.
- Prayogo, D.A., Kushadiwijayanto, A.A., dan Nurrahman, Y.A. 2022. Pengaruh Musim Terhadap Perubahan Pasang Surut Di Estuari Kapuas Kecil Kalimantan Barat. *J. Laut Khatulistiwa* 5(2): 56-61.
- Ray, R.D., Egbert, G.D., dan Erofeeva, S.Y. 2005. A Brief Overview of Tide in The Indonesian Seas, *Oceanography* 18(4): 74-79.
- Safitri, I., Kushadiwijayanto, A.A., Nurdiansyah, S.I., Sofiana, M.S.J., dan Andreani, A. 2023a. Inventarisasi Jenis Mangrove di Wilayah Pesisir Desa Sungai Nibung, Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 22(1): 109-124.
- Safitri, I., Kushadiwijayanto, A.A., Sofiana, M. S. J., Apriansyah, A., Nurrahman, Y.A., Nurdiansyah, S.I., dan Ginting, M.J.P. 2023b. Inventory Of Gastropods In The Coastal Area Of Desa Sungai Nibung West Kalimantan. *Barakuda'45* 5(1): 45-57.
- Safitri, I., Kushadiwijayanto, A.A., Nurdiansyah, S.I., Sofiana, M.S.J., dan Warsidah, W. 2023c. Inventory of Bivalve in the Coastal Area of Desa Sungai Nibung West Kalimantan. *J. Biologi Tropis* 23(2): 92-98.
- Sari, J., Muliadi, dan Kushadiwijayanto, A.A. 2020. Signifikansi Komponen Pasang Surut Perairan Dangkal di Sungai Kapuas Kecil. *PRISMA FISIKA* 7(3): 296-303.
- Solom, J., Kushadiwijayanto, A.A., dan Nurrahman, Y.A. 2020. Karakteristik Pasang Surut di Perairan Kuala Mempawah Kalimantan Barat, *J. Laut Khatulistiwa* 3(2): 55-60.
- Tarya, A., Yasna, M.F., Radjawane, I.M., dan Sutiyoso, H.S. 2022. Karakteristik Transformasi Pasang Surut di Delta Berau, Kalimantan Timur. *Buletin Oseanografi Marina* 11(3): 282-290.
- Yogaswara, D. 2020. Distribusi dan siklus nutrient di perairan estuari serta pengendaliannya. *Oseana* 45(1): 28-39.