

IDENTIFIKASI PERCAMPURAN MASSA AIR DI MUARA SUNGAI TELUK BAKUNG KABUPATEN MUKOMUKO BERDASARKAN DATA ARUS, SUHU, DAN SALINITAS

Ami Azmianti, Irkhos, Lizationaldiawati*

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

*Penulis korespondensi: lizationaldiawati@unib.ac.id

ABSTRAK

Muara Sungai Teluk Bakung merupakan salah satu muara sungai yang terdapat di Kabupaten Mukomuko Kota Bengkulu dan salah satu muara yang relatif besar dan berada sekitar pemukiman masyarakat. Muara Sungai ini mengalami pendangkalan dan perubahan topografi, sehingga perlu dikaji bagaimana proses percampuran yang terjadi akibat adanya pengaruh dari pasang surut air laut dan debit air sungai dari hulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi percampuran massa air di muara sungai Teluk Bakung Kabupaten Mukomuko berdasarkan data arus, suhu, dan salinitas. Pengambilan data dilakukan pada bulan Agustus 2022 mewakili kondisi pasang dan surut dengan 9 titik pengukuran di kawasan muara berupa data arus, suhu, salinitas, dan juga pengambilan data pasang surut disatu titik. Metode yang digunakan adalah pengukuran langsung di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe pasang surut pada Muara Sungai Teluk Bakung termasuk ke tipe pasang surut harian ganda (*semidiurnal*) dimana terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari. Elevasi muka air saat kondisi pasang sebesar 1,7 m dan saat kondisi surut sebesar 0,99 m. Secara horizontal saat kondisi pasang maksimum kecepatan arus berkisar antara 0,14 m/s – 0,32 m/s, suhu sebesar 26,5° C – 27,3° C dan salinitas sebesar 0 ppt – 21,6 ppt. Secara vertikal kecepatan arus berkisar antara 0,1 m/s – 0,44 m/s, suhu sebesar 26,02° C – 26,7° C, dan salinitas sebesar 0 ppt. Secara horizontal saat kondisi surut kecepatan arus berkisar antara 0,1 m/s – 0,28 m/s, suhu sebesar 26,6° C – 26,8° C dan salinitas berkisar antara 0 ppt – 11,8 ppt. Secara vertikal kecepatan arus berkisar antara 0,1 m/s – 0,3 m/s, suhu sebesar 26,01° C – 26,5° C, dan salinitas sebesar 0 ppt. Lebar permukaan muara sungai saat kondisi pasang yaitu 90,6 m dan saat kondisi surut yaitu 80 m. Dapat disimpulkan bahwa percampuran massa air dapat dipengaruhi oleh pasang surut melalui parameter fisis berupa kecepatan arus, suhu, dan salinitas.

Kata kunci: percampuran massa air, parameter fisis, pasang surut, muara sungai teluk bakung

1 PENDAHULUAN

Mukomuko merupakan salah satu Kabupaten yang berada di Provinsi Bengkulu dengan Ibu kota Mukomuko yang terletak pada 101° 01'15,1" - 101° 51'29,6" Bujur Timur (BT) dan 02° 16'32,0" - 03° 07'46,0" Lintang Selatan (LS) (Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten Mukomuko Nomor 3 Tahun 2013 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Tahun 2005-2025, 2013). Muara Sungai Teluk Bakung merupakan salah satu sungai Kabupaten Mukomuko yang sumber air berasal dari bagian hulu terletak di Desa Teluk Bakung, Provinsi Bengkulu. Muara sungai ini termasuk muara yang luas pada keadaan surut dan keadaan pasang. Proses percampuran massa air di kawasan muara sungai tersebut akibat adanya pengaruh dari pasang surut dan air dari hulu muara sungai. Proses percampuran massa air ini dapat diketahui dengan melakukan pengukuran data arus, suhu , serta salinitas secara vertikal maupun horizontal dan pengukuran pasang surut di Muara Sungai Teluk Bakung. Dilihat dari kondisi wilayah tersebut, muara sungai ini mengalami pendangkalan dan

perubahan topografi. Proses pendangkalan dan penyempitan muara sungai sangat berdampak terhadap kawasan muara dan alur pelayaran kapal nelayan karena wilayah ini merupakan tempat bersandarnya kapal-kapal tangkap nelayan.

Muara sungai merupakan suatu perairan semi tertutup yang berada di bagian hilir sungai dan masih berhubungan dengan laut, sehingga memungkinkan terjadinya percampuran air tawar dan air laut (Pamuji *et al.*, 2015). Estuari berbeda dari sungai dan danau secara hidrodinamika, kimiawi, dan biologi. Pada sebagian besar estuari, air tawar berasal dari bagian kepala sungai (hulu) dan memiliki bagian peralihan (dekat mulut estuari) antara estuari dan laut (Stoddard, 2018). Arus merupakan perpindahan atau gerakan horizontal maupun vertikal dari suatu massa air, sehingga massa air tersebut mencapai kestabilan, yang disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya adalah gradient tekanan, tiupan angin, perbedaan tekanan ataupun densitas, pasang surut (Siagian, 2010). Efek arus pasut dapat membawa massa air bersalinitas tinggi yang berasal dari laut masuk kedalam badan sungai atau estuari (Widyastuti, 2014).

Kemudian, suhu permukaan laut juga dipengaruhi oleh adanya penyinaran matahari, pada pagi hari suhu lebih rendah dari pada siang hari hal ini dikarenakan penyinaran dari matahari belum terjadi secara optimal (Yulianti *et al.*, 2019). Sedangkan Perbedaan salinitas di wilayah estuari mengakibatkan terjadinya proses pergerakan massa air. Air asin yang memiliki massa jenis lebih besar dari pada air tawar, menyebabkan air asin di muara yang berada di lapisan dasar dan mendorong air tawar menuju laut (Purnaini *et al.*, 2017).

Pasang surut juga dapat mempengaruhi proses percampuran massa air dimana pasang surut merupakan fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda langit terutama oleh matahari, bumi, dan bulan (Richasari *et al.*, 2019).

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan pengukuran langsung di muara sungai yaitu Harahap *et al.* (2019) melakukan penelitian mengenai karakteristik parameter fisis muara sungai di wilayah Bengkulu Bagian Utara di Muara Sungai Lais, Ketahun, Seblat dan Muar Ipuh. Harahap menyebutkan bahwa kecepatan arus di muara sungai Seblat rata-rata relatif lebih tinggi yaitu 0,26 m/s dibandingkan tiga muara sungai. Pada kondisi surut, kecepatan arus paling tinggi terdapat di muara sungai Ipuh sebesar 0,36 m/s. Sedangkan kecepatan arus yang terendah rata-rata berada di muara sungai Ipuh sebesar 0,08 m/s. Temperatur tertinggi terjadi di muara sungai Muar Ipuh dengan rata-rata 26,9°C dan terendah di muara sungai ketahun dengan rata-rata 25,2°C.

Pada penelitian lainnya, Sari (2021) menyatakan bahwa karakteristik besaran fisis di Muara Sungai Air Manna dipengaruhi oleh kondisi pasang surut. Hal ini dapat dilihat dengan adanya perbedaan besaran fisis saat kondisi pasang dan kondisi surut. Saat kondisi pasang kecepatan arus berkisar 0 m/s - 2,2 m/s dengan suhu tertinggi 26,54°C dan salinitas 3,89 ppt. Kondisi surut kecepatan arus berkisar 0,1 m/s – 2,6 m/s dengan suhu tertinggi 27,49°C dan salinitas 2,28 ppt. Kecepatan arus yang kuat berada pada mulut muara sebesar 2,6 m/s saat surut dan 2,2 m/s saat pasang.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya, maka penelitian tentang identifikasi percampuran massa air di muara sungai Teluk Bakung Kabupaten Mukomuko perlu dilakukan, karena diperlukan data tersebut sebagai informasi tentang kondisi fisis di muara sungai tersebut. Dari hasil penelitian ini juga dapat diketahui bagaimana pengaruh dari pasang surut terhadap proses percampuran massa air di Muara Sungai Teluk Bakung.

2 METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2022. Adapun lokasi penelitian yaitu di Muara Sungai Teluk Bakung Kabupaten Mukomuko dengan menggunakan data primer yaitu berupa data yang didapatkan dari pengukuran langsung. Penelitian ini menggunakan parameter fisis berupa data elevasi muka air laut, arus, suhu dan salinitas untuk menentukan sebaran

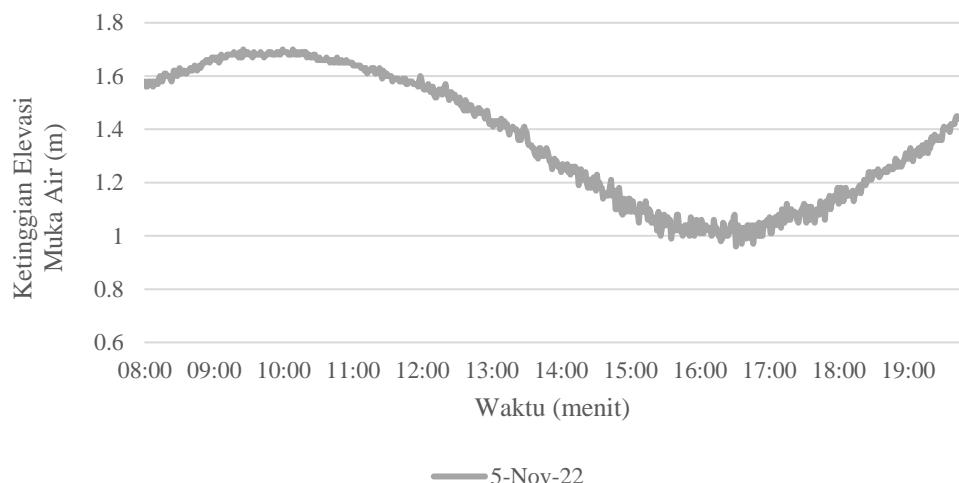
horizontal dan vertikal di muara sungai Teluk Bakung. Pengukuran arus, suhu, dan salinitas dilakukan pada 9 titik yang mewakili mulut, tengah, dan hulu Muara Sungai Teluk Bakung.

Data hasil pengukuran arus, suhu, dan salinitas diolah menggunakan *Software Microsoft Excel* berupa tabel masing-masing parameter serta grafik. Selanjutnya, data suhu, arus, dan salinitas secara horizontal dibuatkan peta sebaran menggunakan *Software ArcGis* sedangkan secara vertikal menggunakan *software surfer*. pengolahan data elevasi muka air sungai akan digambarkan dalam bentuk grafik *time series* menggunakan *Software Microsoft Excel 2010*.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Elevasi Muka Air Sungai

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasang surut selama 12 jam dengan interval waktu 1 menit yang diperoleh melalui pengukuran lapangan menggunakan *tide gauge*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



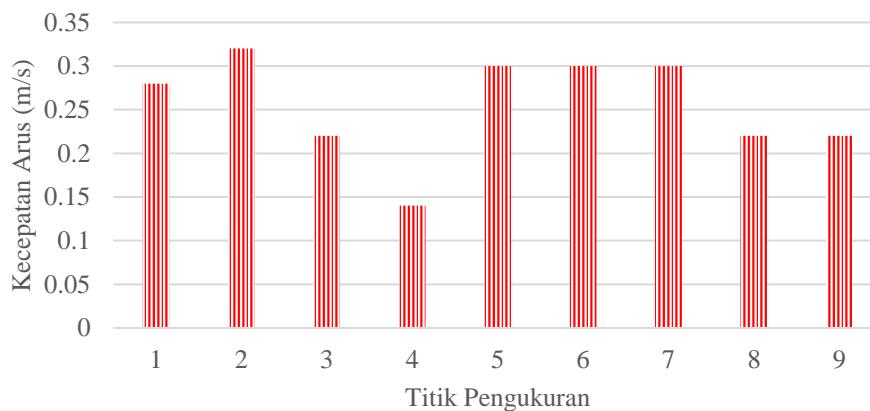
Gambar 1. Elevasi Muka Air Muara Sungai Teluk Bakung

Gambar 1 menunjukkan hasil pengukuran pasang surut di Muara Sungai Teluk Bakung, sehingga diperoleh tipe pasang surut harian ganda dimana dalam waktu 24 jam terdapat dua kali pasang dan dua kali surut. Selain itu, grafik dapat dilihat pasang tertinggi terjadi pada jam 10.00 WIB dengan ketinggian sebesar 1,7 m. Sedangkan surut terjadi pada jam 16.00 WIB dengan ketinggian sebesar 0,99 m. Pada saat pasang massa air dari laut ke hulu sungai sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan massa air di muara sungai dan muka air laut akan semakin cepat mengalami kenaikan. Sedangkan pada saat surut, massa air meninggalkan muara sungai menuju laut, tetapi massa air akan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk kembali ke laut.

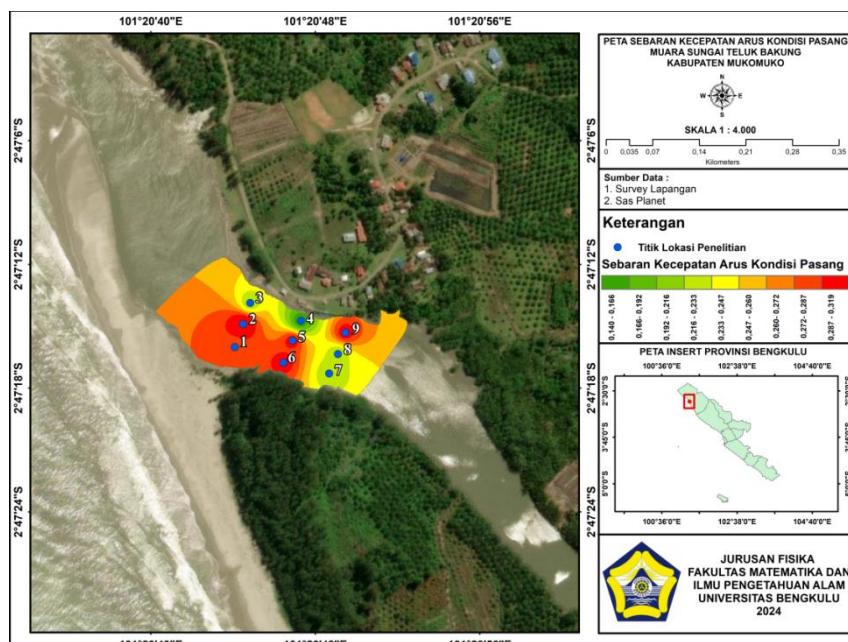
3.2 Kondisi Pasang

3.2.1 Arus Horizontal

Berdasarkan peta sebaran arus saat kondisi pasang, kecepatan arus pada mulut muara berkisar antara 0,22 m/s - 0,32 m/s yang ditunjukkan oleh warna merah dan kuning, bagian tengah muara berkisar antara 0,14 m/s – 0,3m/s yang ditunjukkan oleh warna merah dan hijau, dan hulu muara berkisar antara 0,22 m/s – 0,3 m/s ditunjukkan oleh warna hijau. Arus pada mulut muara lebih besar dibandingkan dengan bagian tengah dan hulu muara. Hal ini dikarenakan bentuk muara yang lurus sehingga air laut langsung menuju muara, sedangkan bagian tengah terdapat belokan yang membuat kecepatan arusnya rendah. Sementara hulu muara terjadinya pengujian arus yang didominasi oleh air tawar.

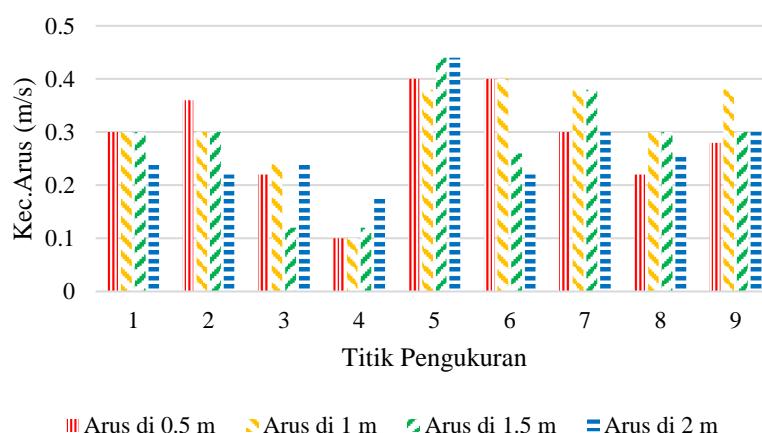


Gambar 2. Kecepatan Arus Saat Kondisi Pasang di Muara Sungai Teluk Bakung



Gambar 3. Peta Sebaran Kecepatan Arus Saat Pasang di Muara Sungai Teluk Bakung

3.2.2 Arus Vertikal

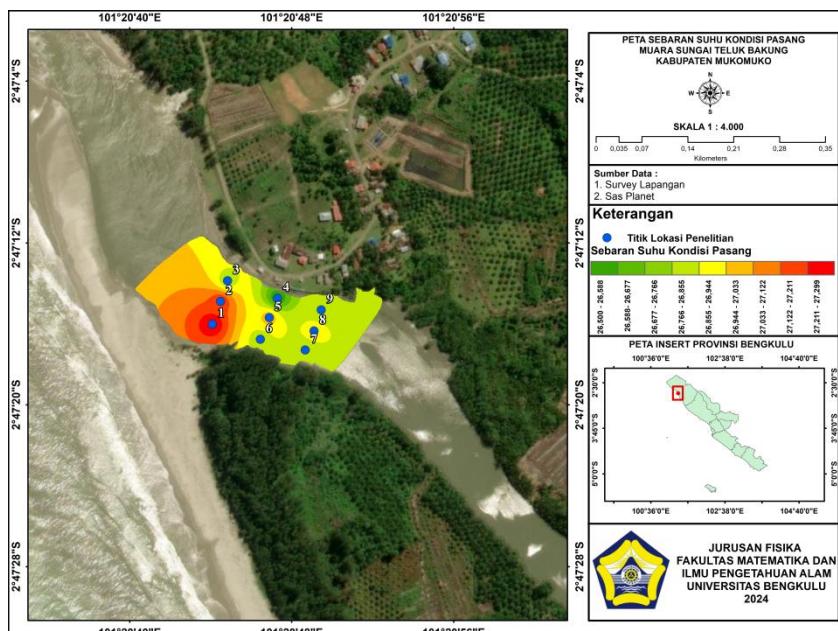


Gambar 4. Kecepatan Arus Saat Pasang Pada Kedalaman 0,5 m, 1 m, 1,5 m, dan 2 m di Muara Sungai Teluk Bakung

Hasil pengukuran kecepatan arus yang telah dirata-ratakan pada setiap titik lokasi di Muara Sungai Teluk Bakung dapat dilihat pada Gambar 4. Dari hasil pengukuran kecepatan arus secara vertikal terlihat bahwa kecepatan arus dikedalaman 1,5 m dan 2 m di titik 5 yaitu sebesar 0,44 m/s merupakan kecepatan arus yang besar. Kemudian dititik 4 menunjukkan kecepatan arus pada kedalaman 0,5 m dan 1 m paling kecil yaitu sebesar 0,1 m/s. Ini menunjukkan semakin dalam kedalaman laut maka semakin besar kecepatan arusnya.

3.2.3 Suhu Horizontal

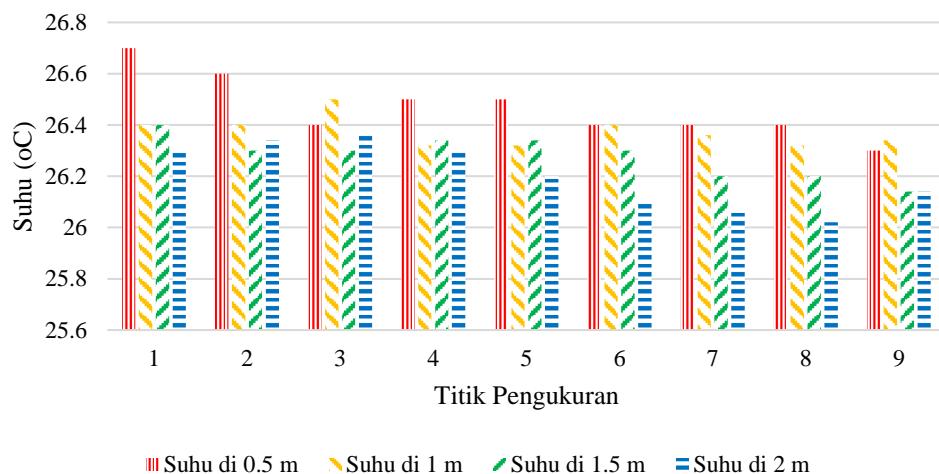
Peta sebaran suhu perairan Muara Sungai Teluk Bakung dapat dilihat pada Gambar 5. Suhu tertinggi berada pada mulut muara di titik 1 yaitu sebesar 27,3°C yang ditunjukkan oleh warna merah sedangkan suhu terendah berada pada bagian tengah muara di titik 4 yaitu sebesar 26,5°C yang ditunjukkan oleh warna hijau muda.



Gambar 5. Peta Sebaran Suhu Saat kondisi Pasang di Muara Sungai Teluk Bakung

3.2.4 Suhu Vertikal

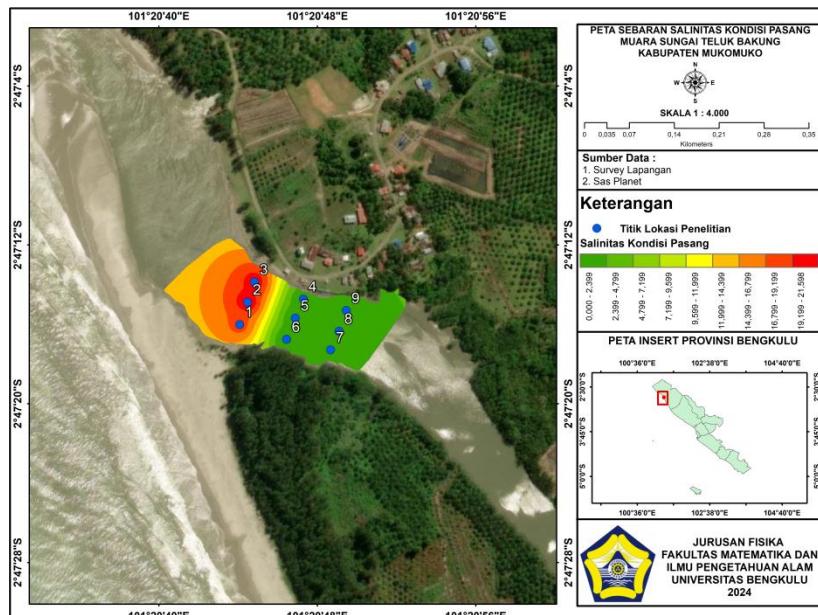
Pada Gambar 6 terlihat bahwa suhu pada kedalaman 0,5 m bagian mulut muara sebesar 26,4° C – 26,7° C, bagian tengah muara sebesar 26,4° C - 26,5° C, sedangkan hulu muara sebesar 26,3° C - 26,4° C. Suhu pada kedalaman 1 m bagian mulu muara sebesar 26,4° C – 26,5° C, bagian tengah muara sebesar 26,32° C - 26,5° C, sedangkan hulu muara sebesar 26,32° C - 26,34° C. Suhu pada kedalaman 1,5 m bagian mulu muara sebesar 26,3° C – 26,4° C, bagian tengah muara sebesar 26,3° C - 26,34° C, sedangkan hulu muara sebesar 26,02° C - 26,14° C. Suhu pada kedalaman 2 m bagian mulu muara sebesar 26,3° C – 26,36° C, bagian tengah muara sebesar 26,1° C - 26,3° C, sedangkan hulu muara sebesar 26,02° C - 26,14° C.



Gambar 6. Suhu Saat Kondisi Pasang di Kedalaman 0,5 m, 1 m, 1,5 m, 2 m di Muara Sungai Teluk Bakung

3.2.5 Salinitas Horizontal

Pada Gambar 7 Perairan Muara Sungai Teluk Bakung memiliki air laut yang berkadar garam tinggi pada bagian mulut muara yang bersalinitas 17,8 ppt – 21,6. Sedangkan pada bagian tengah dan hulu muara aliran sungai didominasi oleh air tawar yang memiliki kadar garam sebesar 0 ppt.



Gambar 7. Peta Sebaran Salinitas Saat Kondisi Pasang di Muara Sungai Teluk Bakung

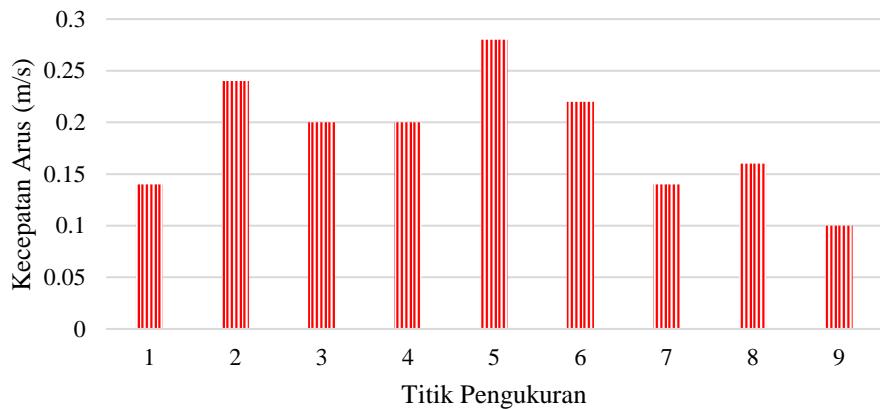
3.2.6 Salinitas Vertikal

Hasil pengukuran salinitas di Muara Sungai Teluk Bakung pada saat pasang secara vertikal diperkedalaman 0,5m, 1 m, 1,5 m, dan 2 m berupa 0 ppt yang berarti tidak ada kadar garam yang terdapat pada kedalaman tersebut.

3.3 Kondisi Surut

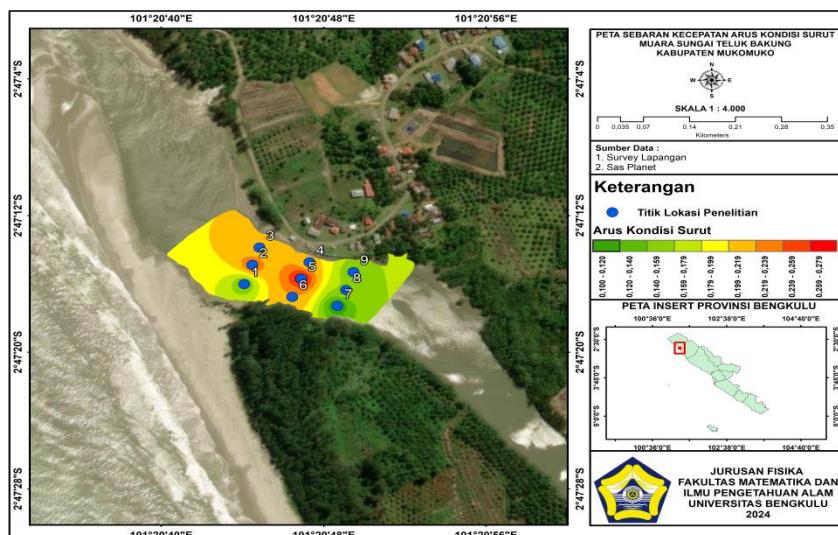
3.3.1 Arus Horizontal

Kecepatan arus yang sudah dirata-ratakan disetiap titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 8 yang menunjukkan grafik kecepatan arus saat kondisi surut. Pada bagian mulut muara kecepatan arus berkisar antara 0,14 m/s – 0,24 m/s, bagian tengah muara berkisar antara 0,2 m/s -0,28 m/s, sedangkan bagian hulu muara sebesar 0,1 m/s – 0,16 m/s.



Gambar 8. Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut di Muara Sungai Teluk Bakung

Berdasarkan peta sebaran kecepatan arus saat kondisi surut di Muara Sungai Teluk Bakung dapat dilihat pada Gambar 9 dimana kecepatan arus tertinggi berada pada titik 5 yaitu sebesar 0,28 m/s yang ditunjukkan oleh warna merah. Kecepatan arus terendah berada pada titik 9 yang ditunjukkan oleh warna hijau yaitu sebesar 0,1 m/s.

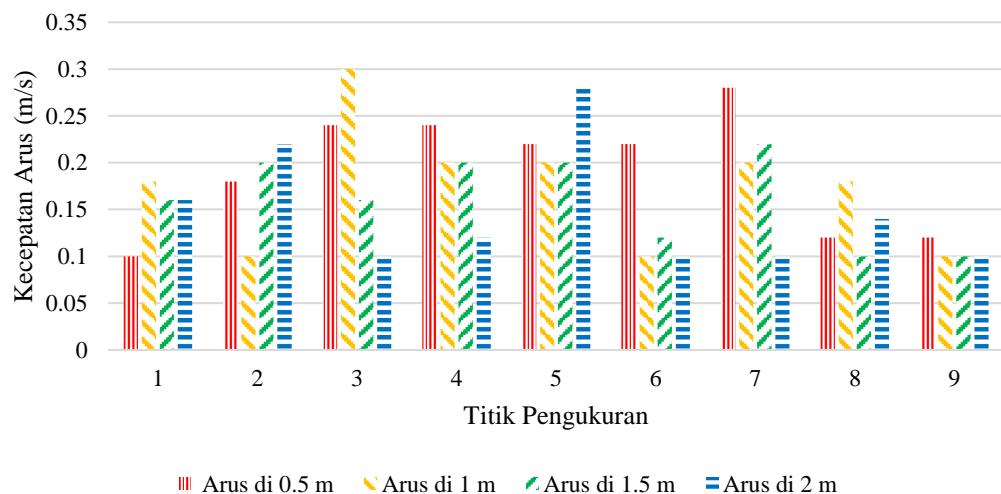


Gambar 9. Peta Sebaran Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut di Muara Sungai Teluk Bakung

3.3.2 Arus Vertikal

Hasil pengukuran kecepatan arus yang telah dirata-ratakan pada setiap titik lokasi di Muara Sungai Teluk Bakung dapat dilihat pada Gambar 10. Pada kedalaman 0,5 m bagian mulut muara kecepatan arus berkisar antara 0,1 m/s – 0,24 m/s, bagian tengah muara berkisar antara 0,22 m/s – 0,24m/s, bagian hulu muara berkisar antara 0,12m/s – 0,28m/s. Pada kedalaman 1 m bagian mulut muara kecepatan arus berkisar antara 0,1 m/s – 0,3 m/s, bagian tengah muara berkisar antara 0,1 m/s – 0,2 m/s, hulu muara berkisar antara 0,1 m/s – 0,2 m/s.

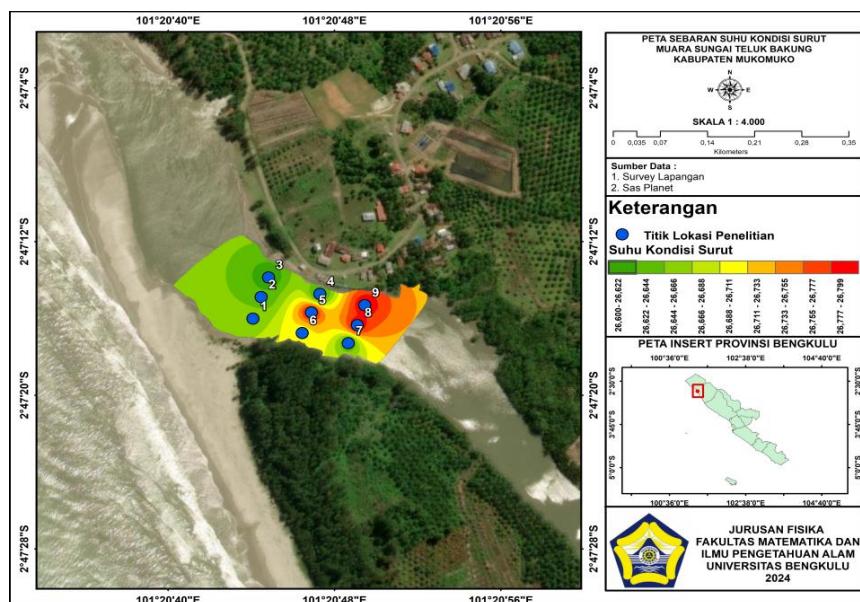
Pada kedalaman 1,5 m bagian mulut muara kecepatan arus berkisar antara 0,16 m/s – 0,2 m/s, bagian tengah muara berkisar antara 0,12 m/s – 0,2 m/s, hulu muara berkisar antara 0,1 m/s – 0,22 m/s. Pada kedalaman 2 m bagian mulut muara kecepatan arus berkisar antara 0,1 m/s – 0,22 m/s, bagian tengah muara berkisar antara 0,1 m/s – 0,28 m/s, hulu muara berkisar antara 0,1 m/s – 0,14 m/s.



Gambar 10. Kecepatan Arus Saat Pasang Pada Kedalaman 0,5 m, 1 m, 1,5 m, dan 2 m di Muara Sungai Teluk Bakung

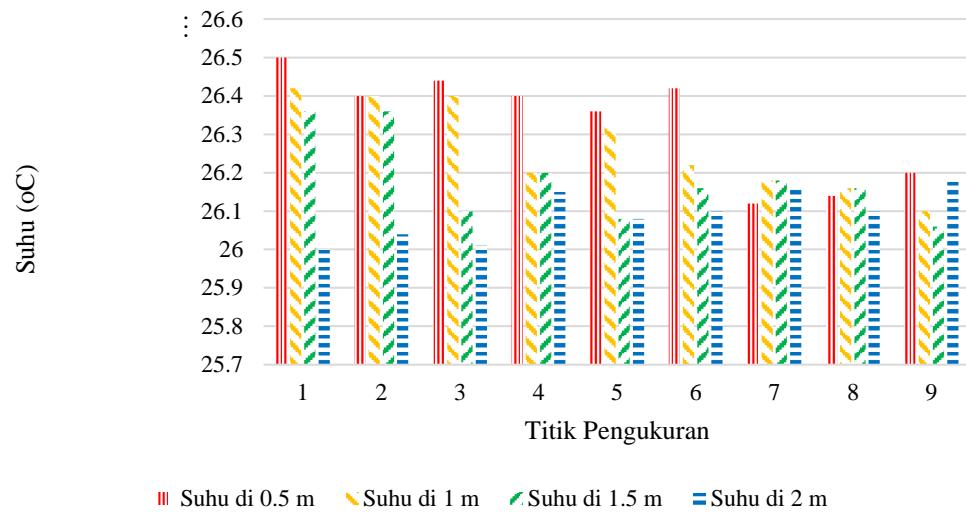
3.3.3 Suhu Horizontal

Hasil pengukuran suhu di Muara Sungai Teluk Bakung dapat dilihat pada Gambar 11. Terlihat peta sebaran suhu menunjukkan bahwa suhu tertinggi $26,8^{\circ}\text{C}$ yang terdapat dititik 5 pada bagian tengah muara yang ditunjukkan oleh warna hijau dan dititik 7, 8 pada bagian hulu muara yang ditunjukkan warna merah. Suhu terendah $26,6^{\circ}\text{C}$ yang terdapat pada titik 3 dan 4 pada bagian mulut muara, tengah muara sebelah kanan yang ditunjukkan oleh warna hijau.



Gambar 11. Peta Sebaran Suhu Saat Kondisi Surut di Muara Sungai Teluk Bakung

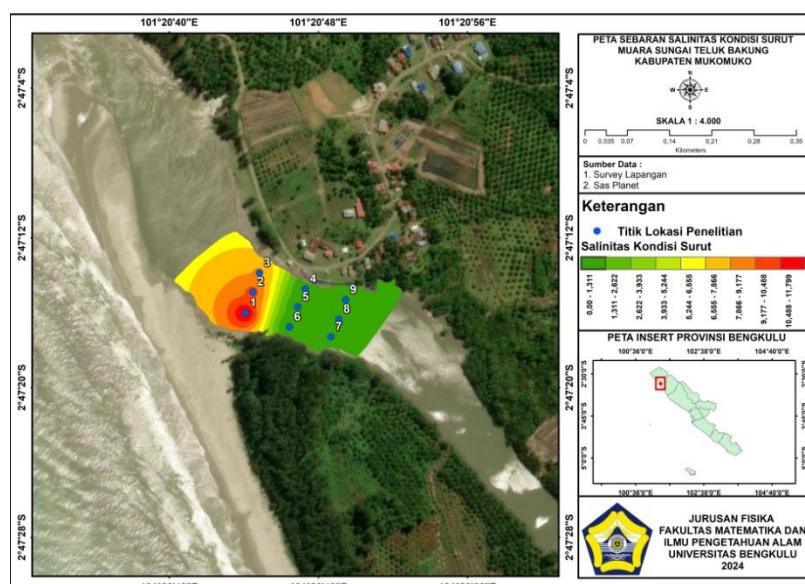
3.3.4 Suhu Vertikal



Gambar 12. Suhu Saat Kondisi Surut di Muara Sungai Teluk Bakung

Pada Gambar 12 terlihat bahwa suhu pada kedalaman 0,5 m bagian mulut muara sebesar $26,4^{\circ}\text{C} - 26,5^{\circ}\text{C}$, bagian tengah muara sebesar $26,36^{\circ}\text{C} - 26,42^{\circ}\text{C}$, sedangkan hulu muara sebesar $26,12^{\circ}\text{C} - 26,2^{\circ}\text{C}$. Suhu pada kedalaman 1 m bagian mulut muara sebesar $26,4^{\circ}\text{C} - 26,42^{\circ}\text{C}$, bagian tengah muara sebesar $26,2^{\circ}\text{C} - 26,32^{\circ}\text{C}$, sedangkan hulu muara sebesar $26,1^{\circ}\text{C} - 26,18^{\circ}\text{C}$. Suhu pada kedalaman 1,5 m bagian mulut muara sebesar $26,1^{\circ}\text{C} - 26,36^{\circ}\text{C}$, bagian tengah muara sebesar $26,08^{\circ}\text{C} - 26,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan hulu muara sebesar $26,06^{\circ}\text{C} - 26,18^{\circ}\text{C}$. Suhu pada kedalaman 2 m bagian mulut muara sebesar $26^{\circ}\text{C} - 26,04^{\circ}\text{C}$, bagian tengah muara sebesar $26,08^{\circ}\text{C} - 26,16^{\circ}\text{C}$, sedangkan hulu muara sebesar $26,1^{\circ}\text{C} - 26,18^{\circ}\text{C}$.

3.3.5 Salinitas Horizontal



Gambar 13. Peta Sebaran Salinitas Saat Kondisi Surut di Muara Sungai Teluk Bakung

Berdasarkan peta sebaran salinitas Gambar 13 menunjukkan bahwa salinitas tertinggi berada pada bagian mulut muara yaitu 11,8 ppt yang ditunjukkan oleh warna merah. Hal ini

menunjukkan daerah mulut muara lebih dominan air laut. Salinitas terendah berada pada bagian tengah dan hulu muara yaitu sebesar 0 ppt yang ditunjukkan oleh warna hijau. Rendahnya salinitas pada bagian hilir, hulu dan tengah muara dikarenakan lebih dominan air sungai.

3.3.6 Salinitas Vertikal

Hasil pengukuran salinitas di Muara Sungai Teluk Bakung pada saat surut secara vertikal diperkedalaman 0,5m, 1 m, 1,5 m, dan 2 m berupa 0 ppt, dikarenakan lebih dominan aliran air sungai ketika surut.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa proses percampuran massa air di Muara Sungai Teluk Bakung dapat dipengaruhi oleh pasang surut dan parameter fisis berupa arus, suhu dan salinitas. Arah dan kecepatan pasang surut memengaruhi sebaran material dimuara sungai. Kecepatan arus yang tinggi menyebabkan kekeruhan yang tinggi, sedangkan kecepatan arus yang rendah menyebabkan perairan relatif tenang.

Elevasi muka air saat kondisi pasang sebesar 1,7 m dan saat kondisi surut sebesar 0,99 m. Secara horizontal saat kondisi pasang maksimum kecepatan arus berkisar antara 0,14 m/s – 0,32 m/s, suhu sebesar 26,5° C – 27,3° C dan salinitas sebesar 0 ppt – 21,6 ppt. Secara vertikal kecepatan arus berkisar antara 0,1 m/s – 0,44 m/s, suhu sebesar 26,02° C – 26,7° C, dan salinitas sebesar 0 ppt. Secara horizontal saat kondisi surut kecepatan arus berkisar antara 0,1 m/s – 0,28 m/s, suhu sebesar 26,6° C – 26,8° C dan salinitas berkisar antara 0 ppt – 11,8 ppt. Secara vertikal kecepatan arus berkisar antara 0,1 m/s – 0,3 m/s, suhu sebesar 26,01° C – 26,5° C, dan salinitas sebesar 0 ppt.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing utama dan pembimbing pendamping yang telah membimbing dengan sangat baik dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Harahap, N., Liza, L., & Suwarsono, S. (2019). *Karakteristik Parameter Fisis Muara Sungai di Wilayah Bengkulu Bagian Utara (Kasus Muara Sungai Lais, Ketaun, Seblat dan Muar Ipuh)* [Tesis]. Universitas Bengkulu.
- Pamuji, A., Muskananfola, M. R., & A'in, C. (2015). Pengaruh Sedimentasi terhadap Kelimpahan Makrozoobenthos di Muara Sungai Betahwalang Kabupaten Demak. *Saintek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 10(2), 129–135.
- Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten Mukomuko Nomor 3 Tahun 2013 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Tahun 2005-2025, Pub. L. No. Nomor 3 Tahun 2018 (2013).
- Purnaini, R., Sudarmadji, S., & Purwono, S. (2017, August 27). Kualitas Air Sungai Kapuas Kecil Bagian Hilir pada Kondisi Pasang dan Surut. *Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi 2017*.
- Richasari, D. S., Rohmawati, C. N., & Fitriana, D. (2019). Analisis Perbandingan Konstanta Harmonik Pasang Surut Air Laut Menggunakan Spftware GeoTide dan Toga (Studi Kasus: Stasiun Pasang Surut Surabaya, Jawa Timur, Indonesia). *Seminar Nasional SPI-4*.
- Sari, D. P. (2021). *Karaktersitik Besaran Fisis dan Tipe Estuari Di Perairan Muara Sungai Air Manna Kabupaten Bengkulu Selatan*.
- Siagian, E. N. (2010). *Simulasi pemodelan sirkulasi hidrodinamika arus pasang surut*

- diperairan kolam alur Pelabuhan Belawan Sumatera Utara [Skripsi]. Universitas Sriwijaya.
- Stoddard, A. (2018). Ji, Zhen-Gang. 2017. Hydrodynamics and Water Quality: Modeling Rivers, Lakes, and Estuaries, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ (USA). ISBN 978-1-118-87715-9 (978-1-119-37192-2 eBook), DOI:10.1002/9781119371946. Suggested retail price: \$160.00 for hardcover, \$128.99 for eBook (\$82.37 for hardcover or \$97.97 for eBook on Amazon.com). *Limnology and Oceanography Bulletin*, 27(2), 64–65. <https://doi.org/10.1002/lob.10233>
- Widyastuti, M. S. (2014). *Pemodelan Fluks Garam di Estuari Kapuas, Institut Teknologi Bandung, Program Studi Sains Kebumian* [Tesis].
- Yulianti, Y., Ardiani, D., Susanti, F., Muliadi, M., & Kushadiwijayanto, A. A. (2019). Profil Spasial Batimetri, Salinitas, Suhu, dan Densitas di Perairan Teluk Tambelan, Kepulauan Riau. *Prisma Fisika*, 7(2), 63. <https://doi.org/10.26418/pf.v7i2.34025>