

Analisis Pasang Surut Sungai Kapuas Kota Pontianak Menggunakan Metode Admiralty

Hendi Santoso^{1*}, Robin Saputra¹, Rizqan Khairan Munandar¹, Zan Zibar¹, Dodi¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas IPA dan Kelautan, Universitas OSO, Pontianak, Indonesia

*Email : hendisantoso@oso.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received : August 29, 2024

Revised : September 12, 2024

Accepted : September 30, 2024

Keywords:

Admiralty

Flooding

Formzahl

Kapuas River

Tides

ABSTRACT

This study analyzes the tidal patterns in the Kapuas River, Pontianak, using the Admiralty Method to determine the type and characteristics of tides and their implications for flood management and navigation along the river channel. Based on harmonic analysis, the tides in the Kapuas River are classified as mixed, with a dominant semidiurnal component, resulting in two high and two low tides per day with varying heights. This tidal type potentially increases flood risk, particularly when peak tides coincide with high upstream discharge. This condition heightens the risk of river overflow, necessitating mitigation measures such as tidal monitoring and effective drainage planning. Additionally, tidal fluctuations impact the depth of the river channel, critical for navigation activities. At high tide, water depth increases, facilitating large vessel navigation, while at low tide, some channels may become shallow, hindering navigation. This study's findings highlight the importance of integrating tidal predictions in coastal area management and river channel regulation in Pontianak to reduce flood risk and support safe navigation.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pola pasang surut di Sungai Kapuas, Pontianak, menggunakan Metode Admiralty untuk menentukan tipe dan karakteristik pasang surut serta implikasinya terhadap penanganan banjir dan navigasi di alur sungai. Berdasarkan hasil analisis harmonik, pasang surut di Sungai Kapuas memiliki tipe campuran dengan dominasi komponen semidiurnal, yang menghasilkan dua kali pasang dan surut dalam sehari dengan ketinggian bervariasi. Tipe pasang surut ini berpotensi meningkatkan risiko banjir, terutama saat puncak pasang bertepatan dengan debit puncak dari hulu. Kondisi ini menyebabkan tingginya risiko luapan sungai, yang memerlukan langkah mitigasi seperti pemantauan prediksi pasang surut dan perencanaan drainase yang efektif. Selain itu, fluktuasi ketinggian air juga memengaruhi kedalaman jalur alur sungai, yang penting bagi aktivitas pelayaran. Pada saat pasang tinggi, kedalaman air meningkat, memungkinkan navigasi kapal besar, namun saat surut, beberapa jalur mengalami kedangkalan yang dapat menghambat pelayaran. Kesimpulan penelitian ini menekankan pentingnya integrasi prediksi pasang surut dalam manajemen wilayah pesisir dan pengelolaan alur sungai di Pontianak untuk mengurangi risiko banjir dan mendukung keamanan pelayaran.

Kata Kunci:

Admiralty

Banjir

Formzahl

Sungai Kapuas

Pasang Surut

1. PENDAHULUAN

Sungai Kapuas, yang membentang di Provinsi Kalimantan Barat, Indonesia, merupakan salah satu sungai terpanjang di negara ini, dengan panjang sekitar 1.143 kilometer. (Jumarang *et al*, 2011). Sungai ini memegang peran penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat lokal, baik sebagai sumber air, transportasi, serta pendukung ekonomi melalui aktivitas perikanan dan perdagangan. Salah satu aspek penting yang

perlu diperhatikan dalam pengelolaan sungai ini adalah fenomena pasang surut, yang secara langsung memengaruhi aliran air, distribusi sedimen, dan kualitas air. Pasang surut di sungai-sungai besar, seperti Sungai Kapuas, merupakan fenomena kompleks yang disebabkan oleh interaksi gaya gravitasi bulan, matahari, dan rotasi bumi (Pugh, 2004).

Pasang surut terjadi akibat kombinasi gaya gravitasi yang bekerja antara bulan, matahari, dan bumi. Fenomena ini umumnya dikenal dalam

konteks perairan laut, tetapi sungai-sungai besar seperti Sungai Kapuas juga dipengaruhi oleh pasang surut laut, terutama di bagian hilir yang dekat dengan muara (Rifai *et al.*, 2017). Pasang surut yang terjadi di Sungai Kapuas menyebabkan perubahan ketinggian air yang signifikan, yang dapat berdampak pada aliran air dan transportasi sedimen. Pada saat pasang tinggi, volume air sungai meningkat, menyebabkan penurunan kecepatan aliran, sedangkan pada saat surut, aliran air meningkat, yang dapat memobilisasi sedimen yang telah mengendap di dasar sungai (Abdullah *et al.*, 2018).

Salah satu dampak paling signifikan dari pasang surut di Sungai Kapuas adalah pengaruhnya terhadap transportasi sedimen. Sedimen di sungai berasal dari berbagai sumber, termasuk erosi tanah di sepanjang aliran sungai, aktivitas manusia, serta sedimen laut yang masuk selama pasang tinggi (Faisal and Suryanto, 2021). Pada saat pasang tinggi, kecepatan aliran air sungai melambat, menyebabkan sedimen yang terbawa oleh aliran air mengendap di dasar sungai. Sebaliknya, pada saat surut, kecepatan aliran meningkat, yang dapat menggerus dan mengangkut sedimen ke hilir. Fenomena ini menyebabkan perubahan morfologi sungai dari waktu ke waktu, terutama di bagian hilir yang lebih dekat dengan muara sungai (Hakim and Setiawan, 2018).

Penelitian tentang transportasi sedimen di sungai besar menunjukkan bahwa pasang surut memiliki dampak signifikan terhadap distribusi sedimen dan perkembangan delta sungai. Abdullah *et al.* (2018) menemukan bahwa pasang surut di Sungai Kapuas menyebabkan variasi dalam distribusi sedimen di sepanjang aliran sungai, yang mempengaruhi morfologi dasar sungai serta kualitas air. Pengendapan sedimen di dasar sungai selama pasang tinggi dapat membentuk gundukan atau delta, sementara erosi selama surut dapat mengubah pola aliran sungai dan mempengaruhi navigasi.

Selain transportasi sedimen, pasang surut juga mempengaruhi kualitas air di Sungai Kapuas. Salah satu dampak langsung dari pasang surut adalah perubahan salinitas di bagian hilir sungai. Pada saat pasang tinggi, air laut yang masuk ke sungai dapat meningkatkan kadar garam di air sungai, terutama di dekat muara. Hal ini dapat berdampak negatif pada ekosistem perairan tawar, termasuk kehidupan ikan dan organisme lain yang tidak mampu beradaptasi dengan perubahan salinitas yang signifikan (Rifai *et al.*, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2018) menunjukkan bahwa intrusi air laut selama pasang tinggi di Sungai Kapuas menyebabkan peningkatan salinitas di air sungai, yang dapat memengaruhi keseimbangan ekosistem sungai.

Selain itu, pasang surut juga mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dan distribusi polutan di sungai. Selama pasang tinggi, aliran air yang lebih lambat memungkinkan polutan untuk mengendap di dasar sungai, sementara selama surut, aliran yang lebih cepat dapat menyebarkan polutan lebih luas di sepanjang sungai (Astuti and Rahayu, 2017). Hal ini menunjukkan pentingnya memahami dinamika pasang surut dalam upaya menjaga kualitas air di sungai besar seperti Sungai Kapuas.

Pengelolaan Sungai Kapuas memerlukan pemahaman yang mendalam tentang dinamika pasang surut dan dampaknya terhadap lingkungan sungai. Salah satu tantangan utama dalam pengelolaan sungai ini adalah mitigasi risiko banjir rob, yang sering terjadi di daerah hilir selama pasang tinggi. Banjir rob disebabkan oleh kombinasi pasang tinggi dan curah hujan yang tinggi, yang menyebabkan meluapnya air sungai ke wilayah pemukiman (Widodo, 2021). Dengan memahami karakteristik pasang surut di Sungai Kapuas, pihak berwenang dapat merancang strategi mitigasi yang lebih efektif untuk mengurangi dampak banjir rob terhadap masyarakat lokal.

Selain itu, pengelolaan kualitas air di Sungai Kapuas juga memerlukan pendekatan yang mempertimbangkan siklus pasang surut. Perubahan salinitas dan distribusi polutan selama pasang surut memerlukan perhatian khusus dalam upaya konservasi ekosistem sungai dan pengelolaan sumber daya air (Setiawan and Sutanto, 2020). Dalam konteks ini, penerapan metode *Admiralty* untuk memprediksi pasang surut dapat membantu dalam perencanaan pengelolaan air, terutama dalam upaya menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia dan kelestarian lingkungan.

Studi yang menggunakan metode *Admiralty* di perairan lain menunjukkan bahwa prediksi pasang surut yang akurat dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya air dan mitigasi risiko bencana (Arief and Nugraha, 2019). Dalam konteks Sungai Kapuas, metode *Admiralty* ini dapat digunakan untuk memperkirakan banjir pasang (rob) dan variasi aliran air yang memengaruhi dinamika transportasi sedimen serta kondisi kualitas air.

Dengan demikian, penerapan metode *Admiralty* dalam studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan Sungai Kapuas yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pasang surut Sungai Kapuas di Kota Pontianak dengan menggunakan metode *Admiralty* dengan mengidentifikasi pola pasang surut harian dan bulanan Sungai Kapuas serta menentukan jenis pasang surut berdasarkan konstanta harmonik.

2. METODE

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2024. Lokasi penelitian dilakukan di sungai Kapuas, Kelurahan Banjar Sarasan, Kecamatan Pontianak Timur, Kota Pontianak dengan titik lokasi 0°02'26.1" LS dan 109°21'20.5"BT (Gambar 1).

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data pasang surut secara langsung menggunakan alat ukur pasang surut selama 7 x 24 Jam terhitung dari tanggal 18-24 Agustus 2024. Pengambilan data pasang surut selama 7 hari sudah mewakili data variable untuk pengambilan data Formzhal dan menganalisis pasang surut. Data pasang surut memanfaatkan alat ukur dengan sistem jarak. Sistem jarak dapat

dihitung menggunakan metode echosounder (Santoso, 2024).

Metode echosounder digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan prinsip gelombang suara. Gelombang suara dipancarkan ke dasar perairan, kemudian pantulan (echo) dari dasar diterima kembali oleh sensor. Waktu tempuh antara gelombang yang dipancarkan dan diterima digunakan untuk menghitung kedalaman atau jarak dengan persamaan :

$$\text{Jarak} = \frac{v \times t}{2}$$

Dimana

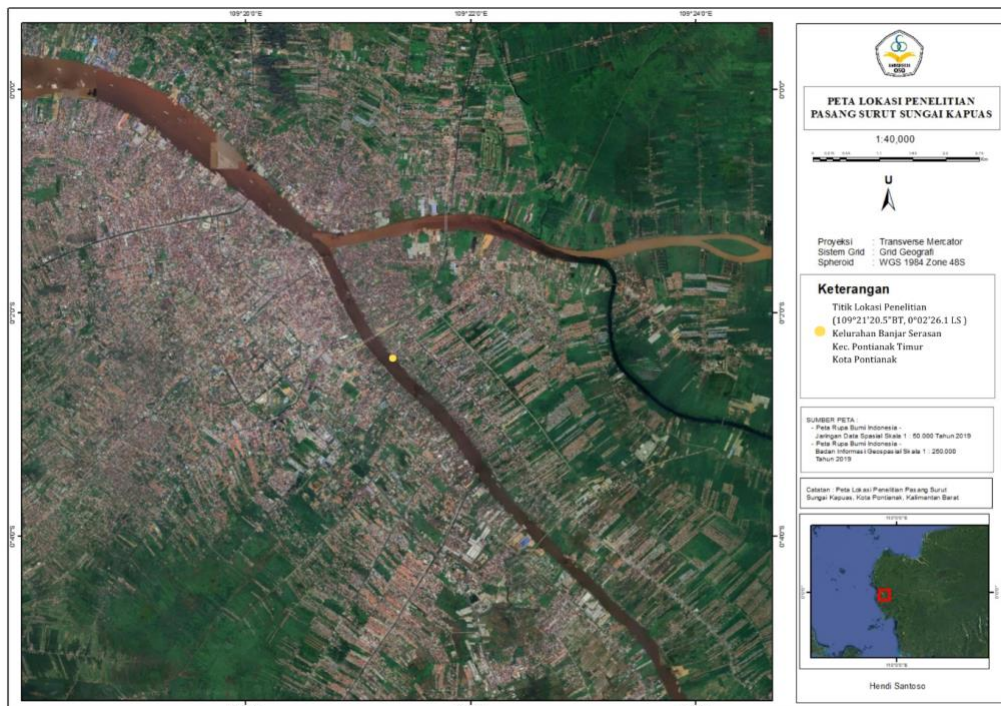
v = kecepatan suara (m/s)

t = waktu tempuh (s)

Proses pengolahan mengacu pada pemrosesan data pasang surut yang telah disaring atau dilakukan perataan (*smoothing*) dari data yang diperoleh di lapangan. Data mentah yang dikumpulkan melalui pengukuran alat pasang surut dengan interval waktu 10 menit kemudian diproses menggunakan Metode Admiralty.

2.3 Metode Admiralty

Metode *Admiralty* adalah teknik analisis yang digunakan untuk memprediksi dan memahami fenomena pasang surut di berbagai lokasi perairan. Dalam penelitian ini, metode yang diterapkan secara ekstensif untuk



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Peletakan alat ukur pasang surut)

menganalisis komponen harmonik yang menyusun pola pasang surut di sungai maupun laut, khususnya di lokasi yang berdekatan dengan daerah pesisir. Salah satu contoh implementasi metode ini adalah pada penelitian yang dilakukan oleh Smith *et al.* (2020), yang menyebutkan bahwa metode *Admiralty* memungkinkan pemisahan komponen pasang harian dan semi-diurnal secara akurat. Komponen-komponen ini dianalisis berdasarkan data pasang surut harian yang diperoleh melalui pengamatan jangka panjang, dimana hasilnya memberikan pemahaman mendalam tentang variasi pasang surut dalam skala waktu tertentu Roberston and White (2019).

2.4 Analisis Data

2.4.1. Perhitungan Metode Admiralty

Konstanta harmonik pasang surut M2, S2, K1, dan O1 dalam metode Admiralty diperoleh melalui serangkaian perhitungan dari Skema 1 hingga Skema 8 (Soeroso, 1989; Djaja, 1989). Proses perhitungan ini memerlukan beberapa variabel astronomis, yaitu variabel s, h, p, dan N, sebagaimana dijelaskan oleh Schureman (1988). dengan rumus sebagai berikut:

$$s = 277,0248 + 48126,8950 T + 0,0011 T^2$$

$$h = 280,1895 + 36000,7689 T + 0,0003 T^2$$

$$p = 334,3853 + 4069,0340 T - 0,0103 T^2$$

$$N = 100,8432 + 1934,4200 T - 0,0021 T^2$$

Variabel s, h, p, N merupakan unsur-unsur orbit bulan dan matahari yang merupakan fungsi dari:

$$T = (365 (Y-1900) + (D-1)+i)/365$$

D = hari tengah pengamatan terhadap tanggal 1 Januari

i = banyaknya tahun kabisat dihitung dari tahun 1900

2.4.2. Konstanta Harmonik Pasang Surut

Menurut Adibrata (2007), konstanta harmonik pasang surut dalam metode *Admiralty* mencakup berbagai komponen, yaitu komponen pasut semidiurnal seperti M2, S2, N2, dan K2, yang terjadi dua kali dalam sehari. Selain itu, terdapat komponen pasut diurnal, meliputi K1, O1, dan P1, yang memiliki satu siklus harian. Komponen pasut *shallow* atau dangkal, seperti M4 dan MS4, juga diperhitungkan dalam metode ini untuk menangkap variasi tambahan pada gelombang pasang surut.

Bilangan Formzahl (F), adalah bilangan yang digunakan untuk mengklasifikasikan tipe pasang surut di suatu wilayah perairan berdasarkan rasio antara komponen diurnal dan semidiurnal dari konstanta harmonik pasang surut. Bilangan ini dihitung dengan membandingkan jumlah amplitudo komponen pasut diurnal utama (K1 dan O1) terhadap komponen semidiurnal utama (M2 dan S2). Menurut Pugh and Woodworth (2014), nilai Formzahl didefinisikan sebagai:

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

Keterangan:

- F = Bilangan Formzahl
- A_{O1} = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik bulan
- A_{K1} = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik surya
- A_{M2} = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik bulan
- A_{S2} = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik surya

Tabel 1. Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan Formzahl

Nilai Formzal	Tipe Pasang Surut
$F < 0,25$	menandakan pasang surut tipe semidiurnal (dua kali per hari)
$0,25 \leq F < 1,5$	mengindikasikan pasang surut campuran dominan semidiurnal
$1,5 \leq F < 3,0$	mengindikasikan pasang surut campuran dominan diurnal
$F \geq 3,0$	menandakan pasang surut diurnal (satu kali per hari)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa terlihat adanya pola berulang yang konsisten. Grafik menunjukkan satu siklus pasang dan surut dalam satu hari, dengan variasi ketinggian yang berbeda antara pagi dan malam hari. Pada ke-1 (18 Agustus 2024) terjadi anomaly grafik pasang surut di sekitar Pukul 14.00-15.00 WIB (Gambar 2). Hal ini dikarenakan pada waktu tersebut terjadinya hujan lebat sehingga air sungai meluap dan menjadi lebih tinggi. Setelah Pukul 15.00 WIB air sungai kembali seperti biasa. Kenaikan curah hujan dengan tinggi muka air sungai Kapuas mempunyai hubungan positif (Proyogo *et al.*, 2024).

Pada grafik, amplitudo tertinggi terjadi pada hari ke-5 (22 Agustus 2024), mencapai sekitar 1,47 meter, sementara amplitudo terendah tercatat pada hari ke-4 (21 Agustus 2024), sekitar 0,19 meter. Perbedaan ini diindikasikan oleh fase bulan yang berpengaruh kuat pada ketinggian pasang surut harian. Tabel menunjukkan detail ketinggian pasang dan surut per jam, dan dari data ini dapat dilihat bahwa rata-rata durasi waktu antara puncak surut ke puncak pasang adalah sekitar 8 jam.

3.1 Analisis Harmonik

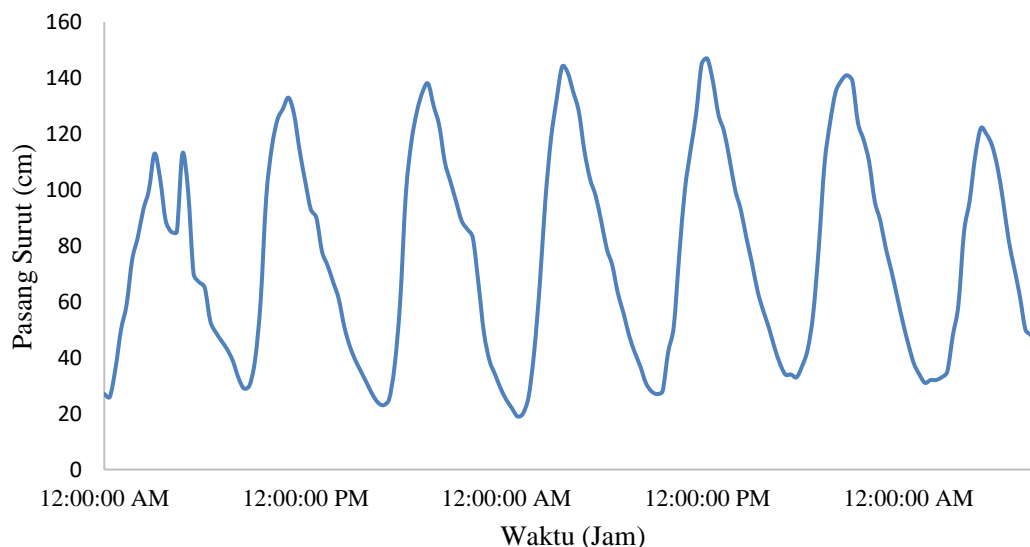
Analisis Harmonik Pasang Surut menggunakan metoda *Admiralty*. Harga Komponen utama pasang surut yang dianalisis meliputi komponen semidiurnal (M2 dan S2) dan diurnal (K1 dan O1). Hasil analisis menghasilkan nilai amplitudo dan fase dari masing-masing

komponen harmonik, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung Bilangan Formzahl (Formzahl), F. Hasil pengukuran selama 7 hari) dapat dilihat pada Tabel 2.

Nilai F sebesar 0,57 berada di antara 0,25 hingga 1,5, yang menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Perairan Sungai Kapuas Kota Pontianak adalah tipe pasang surut campuran dengan kecenderungan semi-diurnal (*mixed mainly semidiurnal tides*). Tipe pasang surut ini dipengaruhi oleh kombinasi faktor astronomis dan geografis, dengan dominasi pasang surut semidiurnal. Secara astronomis, posisi Sungai Kapuas yang berada di dekat garis ekuator membuatnya terpapar secara seimbang oleh gaya gravitasi pasang surut Bulan dan Matahari. Kondisi ini menyebabkan pola pasang surut yang terjadi dua kali sehari (semidiurnal) menjadi lebih dominan, meskipun tetap terdapat pengaruh pasang surut diurnal yang menghasilkan tipe campuran (Purnomo *et al.*, 2021).

Secara geografis, Sungai Kapuas bermuara ke Laut Natuna, yang memiliki karakteristik pasang surut semidiurnal karena dipengaruhi oleh gelombang pasang dari Laut Cina Selatan dan Samudra Pasifik Barat. Gelombang pasang semidiurnal dari Laut Natuna masuk ke Sungai Kapuas, tetapi dipengaruhi oleh morfologi sungai, kedalaman, dan kondisi lokal, sehingga menghasilkan pola pasang surut campuran dominan semidiurnal (Rahman *et al.*, 2020).

Karakteristik ini mirip dengan Sungai Mahakam di Kalimantan Timur, yang juga memiliki pola pasang surut campuran dominan



Gambar 2. Grafik Pasang Surut di Sungai Kapuas Kota Pontianak 18-24 Agustus 2024

Tabel 3. Konstanta Pasang Surut di Sungai Kapuas, Kota Pontianak

	So	K1	O1	P1	S2	M2	K2	M4	MS4
H (cm)	0.00	46.30	25.64	15.28	56.44	70.15	12.98	6.04	1.22
g (deg)	0.00	96.51	-145.63	96.51	-358.36	-100.78	-334.49	-201.57	-334.49
F	0.57								

semidiurnal karena pengaruh pasang surut dari Laut Jawa dan Laut Sulawesi (Sutrisno & Anwar, 2019). Tipe pasang surut ini, yang mengalami dua kali pasang dan surut dalam sehari dengan ketinggian yang bervariasi, dapat meningkatkan risiko banjir, terutama saat pasang tinggi terjadi bersamaan dengan puncak musim hujan. Hal ini dikarenakan penumpukan volume air yang masuk dari hulu sungai bertambah dengan air pasang yang mengalir dari laut, mengurangi kapasitas sungai untuk menampung aliran tambahan (Ningsih *et al.*, 2020).

Pada kondisi pasang tinggi, aliran air dari Sungai Kapuas menuju laut dapat tertahan, menyebabkan kenaikan muka air sungai dan berpotensi mengakibatkan banjir di wilayah hilir, termasuk Kota Pontianak. Menurut penelitian oleh Yusuf *et al.* (2018), pasang surut tipe campuran dengan dominasi komponen semidiurnal membutuhkan perhatian khusus dalam perencanaan drainase kota dan infrastruktur pengendalian banjir, seperti pintu air atau bendungan sementara. Ketika pasang surut dan debit air dari hulu bertemu, risiko luapan sungai yang menggenangi kawasan sekitar meningkat. Oleh karena itu, pemantauan prediksi pasang surut dan pola aliran hulu menjadi penting untuk memitigasi banjir.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa filet nila yang direndam larutan fermentasi kulit pisang cavendish konsentrasi garam 3% merupakan konsentrasi garam yang paling baik serta berpengaruh terhadap masa simpan filet nila merah pada penyimpanan suhu rendah yang dapat memperpanjang masa simpan hingga 10 hari 18 jam atau hari ke-11 dengan nilai pH sebesar 6,60 dan jumlah total bakteri yaitu $1,9 \times 10^8$ CFU/g.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A., Rifai, R., Sari, D. 2018. Studi transportasi sedimen di Sungai Kapuas. *Jurnal Hidrologi Indonesia*. 13(2): 145-157.

Adibrata, S. 2007. Analisis Pasang Surut Di Pulau Karampuang, Provinsi Sulawesi Barat Tide Analysis in Karampuang Island of West Sulawesi Province. *Sumberdaya Perairan*. 1(4):1-6.

Ananda, M. and Subarjo, S. 2020. Evaluasi dinamika pasang surut dan intrusi air laut di Sungai Musi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 12(1): 35-44.

Arief, S. and Nugraha, F. 2019. Model prediksi pasang surut menggunakan metode harmonik di perairan pesisir. *Jurnal Oseanografi Indonesia*. 14(2): 87-95.

Astuti, P. D. and Rahayu, D. W. 2017. Pengaruh pasang surut terhadap kualitas air di kawasan muara sungai. *Jurnal Ekosistem Perairan*, 19(3), 110-120.

Prayogo, D.A., Kushadiwijayanto, A.A., Nurrahman, Y.A., 2024. Pengaruh Musim Terhadap Perubahan Pasang Surut di Estuari Kapuas Kecil Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 5 (2): 56-61

Faisal, A. and Suryanto, T. 2021. Analisis perubahan morfologi sungai akibat sedimentasi di Sungai Kapuas. *Jurnal Teknik Sipil*. 9(3): 125-133.

Hakim, R.A., and Setiawan, B. 2018. Evaluasi pola aliran sungai dan distribusi sedimen. *Jurnal Hidrologi Tropis*. 11(4): 175-188.

Jumarang, M.I., Muliadi, Ihwan, A. 2008. Pola sirkulasi Arus Tiga Dimensi Perairan Pantai Kalimantan Barat. *Journal Aplikasi Fisika*. 4(1): 1-9

Ningsih, N.S., Subiyanto, Wahyudi, T. 2020. Dinamika Pasang Surut dan Pengaruhnya terhadap Penanganan Banjir di Daerah Hilir Sungai Kapuas. *Journal of Hydrology Research*. 12(3): 157-168.

Purnomo, A., Lestari, D., dan Syahputra, F. 2021. Dinamika Pasang Surut di Sungai Kapuas: Studi Pengaruh Astronomis dan Geografis. *Jurnal Geofisika dan Kelautan Tropis*. 9(3): 211-225.

- Pugh, D.T. 2004. *Tides, Surges and Mean Sea-Level: A Handbook for Engineers and Scientists*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Rahman, A., Setiawan, T., dan Harjanto, A. 2020. Pengaruh Laut Natuna terhadap Pasang Surut Sungai Kapuas di Kota Pontianak. *Jurnal Hidrodinamika Indonesia*. 12(4): 45–58.
- Rifai, R., Abdullah, A., Sari, D. 2017. Analisis distribusi sedimen di Sungai Kapuas. *Jurnal Teknik Hidro*. 7(1): 45-55.
- Robertson, M. and White, P. 2019. "Evaluating Tidal Predictions Using *Admiralty* and Harmonic Methods in Estuarine Environments. *Coastal and Marine Science Journal*. 34(3): 201-215.
- Santoso, H. 2024. *Pengantar Akustik Kelautan*. Tangerang: Minhaj Pustaka.
- Setiawan, D. and Sutanto, B. 2020. Pengaruh pasang surut terhadap kualitas air di Sungai Kapuas. *Jurnal Lingkungan Hidup*. 15(1): 78-90.
- Smith, J., Brown, A., Lee, K. 2020. The Application of *Admiralty* Method in Tidal Analysis for Coastal Waters. *Journal of Oceanographic Research*. 45(2): 123-135.
- Sutrisno, T., dan Anwar, M. 2019. Analisis Pasang Surut Campuran di Sungai Mahakam Menggunakan Metode *Admiralty*. *Jurnal Sains Kelautan Indonesia*. 14(2): 78–88.
- Ulum, M. and Khomsin. 2013. Perbandingan Prediksi Pasang surut Antara Metode *Admiralty* dan Metode Least Square. *Journal of Geodesy and Geomatics*. 9(1): 65-72.
- Wahyuni, S. 2018. Dinamika aliran Sungai Kapuas: Studi hidrologi dan pengelolaan sumber daya air. *Jurnal Hidrologi Indonesia*, 13(3). 250-261.
- Wang, L., Chen, X., Zhang, T. 2021. Tidal Analysis in Mixed Tidal Regions Using the *Admiralty* Method: A Case Study of Riverine Tides. *Hydrology and Earth System Sciences*. 25(5): 1763-1778.
- Widodo, H. 2021. Morfologi sungai dan distribusi sedimen di Sungai Kapuas. *Jurnal Geografi Indonesia*. 10(4): 89-99.
- Yusuf, R., Gunawan, M., Prasetyo, W. 2018. Mitigasi Risiko Banjir melalui Analisis Pasang Surut Tipe Campuran di Sungai Kapuas, Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil*. 27(4): 283-295.