

Analisis Pasang Surut Dan Model Numerik Arus Pada Perairan Laut Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-Tongke Kabupaten Sinjai
(*TIDAL ANALYSIS AND NUMERICAL MODELS OF SEA CURRENT IN TONGKE-TONGKE MANGROVE FOREST TOURISM DESTINATION SINJAI DISTRICT*)

A. Imran Anshari^{1*}, Irawan Alham¹

¹Program Studi Teknik Kelautan Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

*Corresponding author: andiiimran.anshari@polipangkep.ac.id

Abstrak. Hutan mangrove di Desa Tongke-Tongke Kabupaten Sinjai mempunyai kekayaan hutan bakau sehingga dijuluki sebagai Laboratorium Bakau Sulawesi Selatan. Kajian mendalam terhadap kondisi oseanografi terutama kajian arus dan pasang surut perlu dilakukan untuk mengetahui tipe pasang surut dan tunggang pasang surut di sekitar destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus hingga bulan Oktober 2020 di perairan Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Pengambilan data pasang surut dilakukan pada saat pasang tertinggi (*spring tide*) dan terendah (*neap tide*) dan penyajian data ditampilkan dengan software SMS 10.0 (*Surface water modeling system*). Hasil kajian pasang surut didapatkan tipe pasang surut pada Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke adalah pasang surut campuran, condong harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*). Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali surut dengan ketinggian yang berbeda dengan tunggang pasang surut sebesar 1,36 m. Sedangkan pada hasil analisa software SMS.10 dimana pada saat surut, arus di sekitar lokasi studi dominan bergerak dari timur ke barat dengan kecepatan rerata 0,0067 m/detik dan pada saat pasang di sekitar daerah studi arus bergerak dari barat menuju ke timur dengan kecepatan rerata yaitu 0,0035 m/detik. Kecepatan rata-rata arus pada saat menjelang pasang lebih besar dibandingkan pada saat surut. Hasil kajian ini menggambarkan kondisi hutan mangrove di Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke sangat bergantung dengan kondisi alami dari arus dan pasang surut dalam menunjang pertumbuhan dan kepadatan mangrove.

Kata kunci: Arus, Pasang surut, SMS 10, Tongke-tongke.

Abstract. The mangrove forest in Tongke-Tongke Village, Sinjai Regency, has such a rich mangrove forest that it is nicknamed the South Sulawesi Mangrove Laboratory. An in-depth study of oceanographic conditions, especially the study of currents and tides, needs to be carried out to determine the type of tides and tidal stumps around the Tongke-tongke Mangrove Forest Tourism Destination. The research was conducted from August to October 2020 in the waters of Tongke-tongke Mangrove Forest Tourism Destination. The research method used is quantitative research. Tidal data were collected during the highest (*spring tide*) and lowest (*neap tide*) tides and data presentation was displayed with SMS 10.0 (*Surface water modeling system*) software. The results of the tidal study obtained tidal type at Tongke-tongke Mangrove Forest Tourism Destination is mixed tides, tilted double daily (*mixed tide prevailing semi diurnal*). In 1 day there are 2 times high tide and 2 times low tide with different heights with a tidal stump of 1.36 m. Whereas in the results of the SMS.10 software analysis where at low tide, the current around the dominant study site moves from east to west with an average speed of 0.0067 m/sec and at high tide around the study area the current moves from west to east with an average speed of 0.0035 m/sec. The average speed of the current at high tide is greater than at low tide. The results of this study illustrate the condition of mangrove forests in Tongke-tongke Mangrove Forest Tourism Destination is very dependent on the natural conditions of currents and tides in supporting the growth and density of mangroves.

Keywords: Flow, SMS, Tides, Tongke-tongke

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan formasi dari tumbuhan yang umumnya dijumpai tumbuh dan berkembang pada kawasan pesisir serta dipengaruhi oleh adanya pasang-surut air laut. Jenis tumbuhan yang biasa terdapat pada kawasan darat dari perairan pasang surut dan kawasan tambak pantai adalah jenis *Ceriops decandra* dan *Sonneratia alba* (Ashri dkk., 2023). Keberadaan hutan mangrove ini adalah untuk membantu mencegah abrasi dan sebagai pelindung kawasan pesisir dari hempasan angin, arus dan ombak dari laut. Indonesia yang merupakan negara kepulauan, memiliki garis pantai yang panjang sehingga memiliki banyak hutan mangrove yang tumbuh secara alami. Beberapa hutan mangrove juga dapat dijadikan

sebagai lokasi wisata, salah satu dari beberapa hutan mangrove di Indonesia yang dibuka untuk wisata adalah Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke (AMDAL Destinasi Hutan Mangrove Tongke-tongke, 2019).

Destinasi Wisata Tongke-tongke terletak di Desa Tongke-tongke Kecamatan Sinjai Timur, sekitar 7 km dari pusat Kota Sinjai. Hutan bakau (mangrove) di Tongke-tongke dalam perkembangannya telah menjadi obyek wisata yang ramai diminati baik oleh wisatawan nusantara maupun mancanegara, terutama oleh para ilmuwan yang gemar melakukan penelitian, Desa Tongke-Tongke dengan kekayaan hutan bakaunya dijuluki sebagai Laboratorium Bakau Sulawesi Selatan (www.celebes.co/hutan-mangrove-tongke-tongke). Pengembangan hutan bakau yang berlokasi pada pesisir sebelah timur Kota Sinjai tersebut memiliki luas kurang lebih 173.5 ha, yang dikembangkan melalui swadaya masyarakat murni (AMDAL Destinasi Hutan Mangrove Tongke-tongke, 2019).

Arus pasang surut selalu berdampak pada kehidupan mangrove, komunitas tanaman maupun vegetasi yang hidup di sepanjang pesisir serta dekat hilir batang air. (Malahayati dkk. 2023). Data pasang surut historis dapat digunakan untuk menganalisis pola pasang surut di lokasi tersebut. Dengan menerapkan metode statistik atau analisis harmonik, dapat diidentifikasi konstanta harmonik pasang surut yang relevan dan pola perubahan pasang surut sepanjang tahun. Ini membantu dalam pemodelan dan prediksi pasang surut di masa depan. Analisis ini membantu dalam pemodelan dan pemahaman tentang perubahan pasang surut dan arus di lokasi. Model numerik arus digunakan untuk memodelkan dan memprediksi karakteristik arus di perairan tersebut. Model ini mempertimbangkan faktor seperti topografi dasar laut, pasang surut, angin, dan sirkulasi umum di daerah tersebut. Dalam proses ini, perlu dilakukan validasi model dengan membandingkan hasil simulasi dengan data pengamatan yang ada.

Surf zone merupakan lokasi terjadinya aktivitas angkutan sedimen di daerah pantai terutama di areal hutan mangrove Tongke-tongke. Maju mundurnya posisi garis pantai sangat tergantung pada laju dan arah angkutan sedimen di *surf zone*. Besar dan arah angkutan sedimen sangat tergantung pada laju dan arah arus di area *surf zone*. Arus di *surf zone* umumnya terjadi akibat induksi gelombang (*wave induced current*). Pada pantai yang cenderung mengalami abrasi maka arus gelombang pada daerah ini secara kontinu membawa sedimen dan di pindahkan pada ruas pantai yang lain (Triatmodjo, 2005).

Keberadaan Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke telah diuraikan oleh Lestari dkk (2019) dan Sabir (2020). Namun belum ada yang membahas terkait kajian mendalam terhadap kondisi oseanografi terutama kajian arus dan pasang surut, atas dasar pertimbangan tersebut di atas maka dilakukan survey terkait kondisi pasang surut dan arus yang nantinya akan dibuat model dalam bentuk numerik sehingga pola arus yang terjadi di sekitar destinasi wisata hutan mangrove. Tongke-tongke dapat dijadikan sebagai pedoman dalam penanggulangan masyarakat sekitar destinasi wisata ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tunggang pasang surut dan jenis pasang surut serta pola arus di sekitar destinasi wisata hutan mangrove Tongke-tongke. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran hasil pengujian di lapangan dengan hasil uji numerik pada data yang akan diolah. Data hasil simulasi ini sebagai pedoman dalam penanggulangan kerusakan lingkungan hutan mangrove oleh masyarakat di sekitar destinasi wisata ini. Hal ini juga akan menunjang pengelolaan lingkungan hutan mangrove terutama di sektor perikanan tangkap dan perhubungan laut pada destinasi wisata hutan mangrove Tongke-tongke.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus s.d. Oktober 2020 di Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke Kabupaten Sinjai, mulai dari pengukuran pasang surut, pengukuran arus, dan pemodelan numerik arus.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan merupakan peralatan sederhana yang mudah didapatkan di lapangan yang digunakan sebagai penunjang dalam pengukuran arus dan pasang surut serta penentuan posisi, adapun yang dimaksud adalah : Bahan (Paku, Balok (4 x 6 cm), Papan (3 x 20 x 400 cm), *Peilschaal* (1 m) dan Tabel Pencatatan), sedangkan peralatan (GPS type Garmin), Perahu, Solar dan Palu).

Pengukuran Pasang Surut

Tujuan survei pasang surut adalah untuk mengetahui elevasi muka air rencana, elevasi bangunan pantai dan untuk keperluan analisis hidraulika pantai. Pengamatan pasang surut dilaksanakan selama 15 hari. Pencatatan elevasi muka air dilakukan setiap jam selama 24 jam.

Sebelum dilakukan pencatatan elevasi muka air akibat pasang surut air laut, terlebih dahulu dilakukan pengukuran *peil scale* pada suatu titik yang dianggap aman dan mewakili area studi. Dalam studi ini, pengamatan pasang surut dilakukan pada areal sisi luar dari Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke Kabupaten Sinjai.

Pengukuran Arus

Tujuan pengukuran arus ini adalah untuk mendapatkan besaran kecepatan dan arah arus yang akan digunakan dalam penentuan perilaku hidrodinamika pantai. Arus yang terjadi di sekitar perairan pantai dipengaruhi oleh beberapa kejadian yang mempengaruhi perairan. Hal utama yang mempengaruhi arus di sekitar perairan pantai adalah pasang surut.

Pengukuran arus menggunakan Metode *Float Tracking* (Irawan dkk., 2018), dimana hal pertama yang dilakukan membuat alat ukur arus berupa *float* yang terbuat dari papan dan balok kayu. Alasan penggunaan material kayu karena material tersebut dapat mengapung dan mudah dibentuk sesuai kebutuhan. Pada *float* dipasang botol plastik untuk menyimpan GPS. Setelah peralatan pengukuran siap, selanjutnya alat *survey* di bawah ke posisi pengukuran dengan menggunakan perahu. *Float* yang telah dilengkapi dengan GPS dilepas dan *float* akan bergerak mengikuti arah arus. Posisi *float* setiap saat akan terekam oleh GPS. Setelah waktu pengukuran dianggap selesai, selanjutnya *float* diambil dengan menggunakan perahu. Pengukuran arus dilaksanakan 2 kali, yaitu pada saat pasang tertinggi (*spring tide*) dan terendah (*neap tide*).

Pemodelan Numerik Arus

Surface Modelling System (SMS) yang dibuat oleh US Army. Modul yang digunakan adalah modul RMA2. Area yang dimodelkan adalah seluruh wilayah yang menjadi objek kajian. Data elevasi muka air akibat pasang surut akan diinput pada batas laut dengan wilayah studi. Langkah-langkah utama dalam pemodelan arus dengan SMS dimulai dengan pembuatan elemen, input kondisi batas, *running model* dan melihat hasil (Irawan dkk., 2020).

Pemodelan arus yang digunakan dalam kajian ini adalah untuk mengetahui sirkulasi vektor arus pasang surut perairan. Informasi ini penting dalam penentuan posisi penentuan bangunan pantai dan juga digunakan dalam kajian distribusi sedimen. Untuk memodelkan

simulasi ini menggunakan software SMS dengan sub program GFGEN dan RMA2. Software yang dibangun dari persamaan numerik elemen hingga (*finite element method*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi

Destinasi Wisata Tongke-Tongke terletak di Desa Tongke-tongke Kecamatan Sinjai Timur, sekitar 7 km dari pusat Kota Sinjai dengan titik kordinat $5^{\circ} 11' 50''$ Lintang Selatan (LS) dan $120^{\circ} 10' 00''$ Bujur Timur (BT). Hutan bakau (mangrove) di Tongke-Tongke dalam perkembangannya telah menjadi objek wisata yang ramai diminati baik oleh wisatawan nusantara maupun mancanegara, terutama oleh para ilmuwan yang gemar melakukan penelitian, Desa Tongke-Tongke dengan kekayaan hutan bakaunya dijuluki sebagai Laboratorium Bakau Sulawesi Selatan. Pengembangan hutan bakau yang berlokasi pada pesisir sebelah timur Kota Sinjai tersebut memiliki luas kurang lebih 173.5 ha (AMDAL Destinasi Hutan Mangrove Tongke-tongke, 2019). Keadaan umum lokasi dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

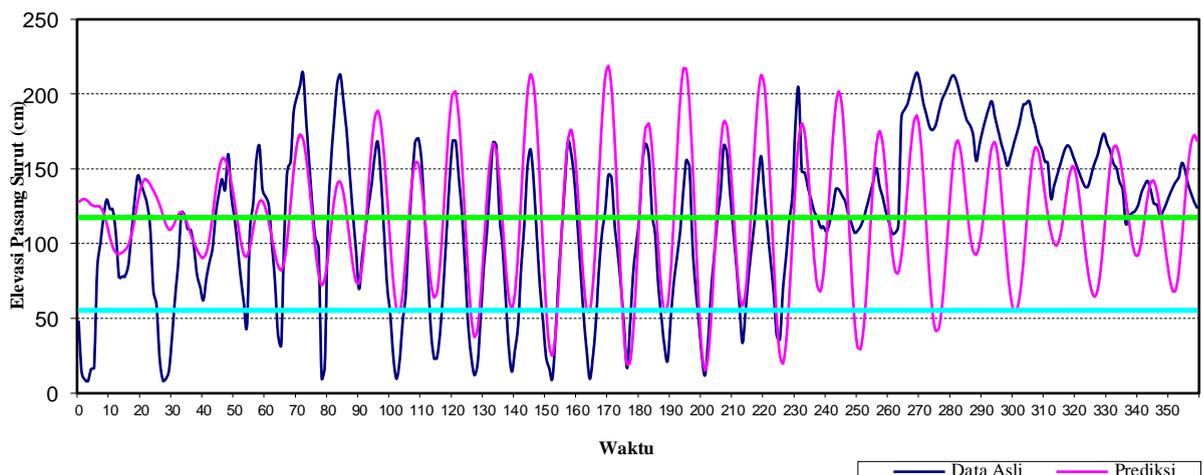
Tabel 1. Hasil Analisis Konstanta Harmonik Pasang Surut

Amplitudo A (cm)	S ₀	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁
	117	43	19	17	17	5	1	1	5	6
go (beda phasa)	0	260	69	118	359	140	102	98	69	359

Keterangan :

- S₀ : Amplitudo awal komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari;
- M₂ : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan;
- S₂ : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari;
- N₂ : Amplitudo komponen pasang surut semidiurnal yang disebabkan oleh lintasan elips bulan;
- K₂ : Amplitudo komponen pasang surut semidiurnal yang disebabkan gabungan dari gaya tarik bulan dan matahari (Lunisolar);
- K₁ : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari;
- O₁ : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan;
- P₁ : Amplitudo komponen pasang surut diurnal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari;
- M₄ : Amplitudo komponen pasang surut yang disebabkan oleh gaya tarik bulan pada perairan dangkal;
- MS₄ : Amplitudo komponen pasang surut seperempat harian pada perairan dangkal;
- S₄ : Amplitudo komponen pasang surut yang disebabkan oleh gaya tarik bulan pada perairan dangkal

Adapun grafik perbandingan antara elevasi muka air pencatatan langsung dengan elevasi muka air hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Antara Data Pencatatan Dengan Prediksi Elevasi Muka Air, menggunakan software SMS 10.0 (*Surface water modeling system*)

Hasil analisis di atas diperoleh nilai Formzhal (F) yaitu 1,47 yang dimana dari nilai F ini kita dapat menentukan tipe pasang surut yang terjadi. Dan untuk nilai $F = 1,47$, maka dapat

diketahui bahwa tipe pasang surut di lokasi studi adalah pasang surut campuran, condong harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*). Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali surut dengan ketinggian yang berbeda (Triatmodjo, 2008). Selanjutnya tunggang pasang di lokasi studi dapat dihitung dan hasilnya seperti berikut.

HWS (<i>High Water Spring</i>)	: 1,53 m
MSL (<i>Mean Sea Level</i>)	: 0,68 m
LWS (<i>Low Water Spring</i>)	: 0,17 m

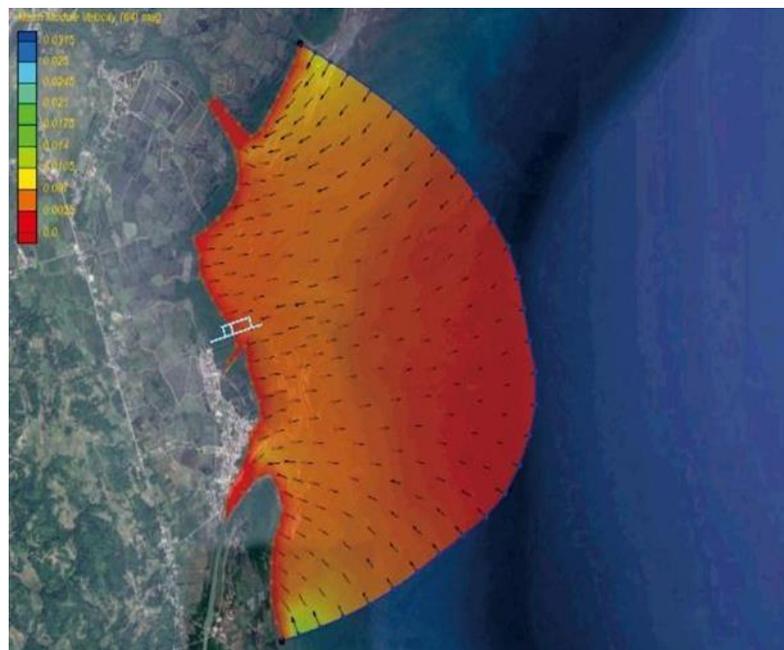
Besarnya *tidal range* di lokasi studi adalah $HWS-LWS = 153 - 17 \text{ cm} = 136 \text{ cm}$. Jika digunakan muka air surut LWL (*Low Water Level*) sebagai titik referensi (0,0), maka diperoleh:

LWL (<i>Low Water Level</i>)	= 0,0
MSL (<i>Mean Sea Level</i>)	= 0,68 m
HWL (<i>High Water Level</i>)	= 1,36 m

Hasil analisis dengan perolehan nilai F dengan kisaran 1,47 masuk dalam kategori tipe pasang surut campuran. Natalie dkk. (2016) melaporkan katagori tipe yang sama untuk wilayah Pantai Lemong dimana hasil pemodelan menunjukkan bahwa tunggang pasang surut di wilayah Pantai Lemong mencapai 1,4 m dengan tipe *mixed* – dominan semi diurnal.

Hasil Analisis Numerik Arus

Kajian sirkulasi arus di lokasi proyek bahwa timbulnya arus-arus permukaan yang terbentuk lebih banyak didominasi oleh arus pasut karena disamping lokasinya yang sempit juga mencirikan kondisi bathimetri bawah laut yang cukup dangkal sehingga lebih banyak dipengaruhi oleh arus pasang surut (Triatmodjo, 2008).

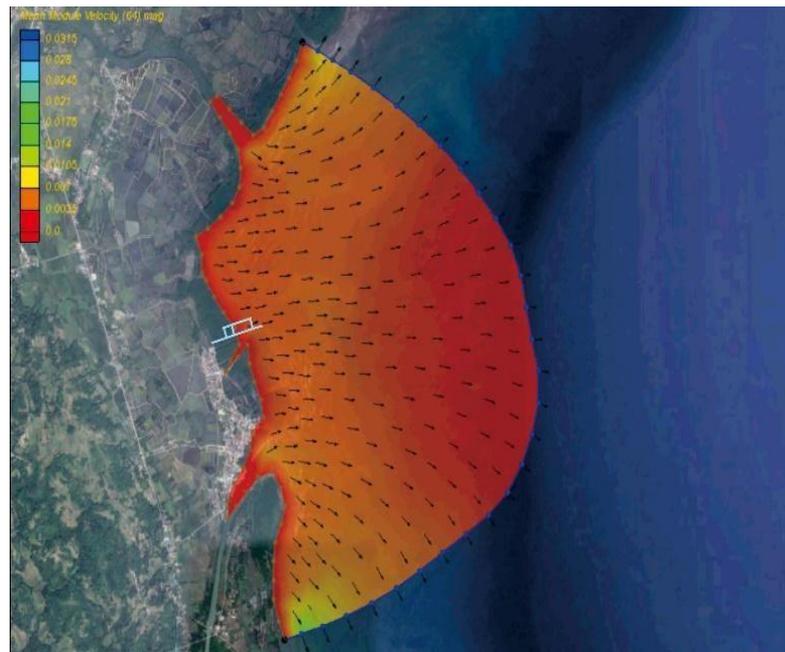


Gambar 5. Model Pola Arus pada Saat Surut Menuju Pasang

Keterangan : Gradasi Warna Menunjukkan Kecepatan Arus Sedangkan Arah Tanda Panah Menunjukkan Arah Arus.

Pada Gambar 5 terlihat model pola arus pada saat surut menuju pasang menggunakan software SMS 10.0 (*Surface water modeling system*). Pada saat surut, arus di sekitar lokasi studi dominan bergerak dari timur ke barat dengan kecepatan rerata 0,0067 m/detik. Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna orange

Model pola arus menggunakan software pemodelan juga sudah dilaporkan Wurjanto dan Ajiwibowo (2020), dimana pemodelan dilakukan dengan metode online nesting dengan empat tingkat resolusi grid dengan resolusi tertinggi pada 1 x 1 km² saat mendekati ke Perairan Pantai Lemong. Hasil pemodelan divalidasi dengan data lapangan berupa elevasi pasang surut pada dua titik di perairan dangkal dan tiga titik di perairan dalam.



Gambar 6. Model Pola Arus pada Saat Pasang menuju Surut

Keterangan : Gradasi Warna Menunjukkan Kecepatan Arus Sedangkan Arah Tanda Panah Menunjukkan Arah Arus.

Pergerakan arus pada saat Surut menunjukkan pola yang berbeda yang dapat dilihat pada Gambar 6. Dimana di sekitar daerah studi arus bergerak dari barat menuju ke timur dengan kecepatan rerata yaitu 0,0035 m/detik. Perbedaan nilai kecepatan ini kita dapat berasumsi bahwa pergerakan arus dominan menuju ke barat. Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna orange.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tipe pasang surut pada Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke adalah pasang surut campuran, condong harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*). Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali surut dengan ketinggian yang berbeda dengan tunggang pasang surut sebesar 1,36 m. Hasil modeling *Surface Modeling System* (SMS 10) menggambarkan kondisi Arus di sekitar Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke lebih dipengaruhi oleh arus pasang maupun arus surut dimana dari hasil penelitian kecepatan rata-rata arus pada saat menjelang pasang lebih besar dibandingkan pada saat surut, dan implementasi hasil kajian arus dan pasang surut dari Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke ini menggambarkan kondisi hutan mangrove ini sangat bergantung dengan kondisi alami dari arus dan pasang surut dalam menunjang pertumbuhan dan kepadatan mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2019. AMDAL Rencana Pengembangan Destinasi Wisata Hutan Mangrove Tongke-tongke Kabupaten Sinjai. Centre of Technology Engineering Faculty Hasanuddin University
- Ashri, N., Yanti. L.A., dan FIKrinfa. 2023. Struktur dan Komposisi Vegetasi Mangrove di Kecamatan Batee Kabupaten Pidie Propinsi Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(1), 569-576.
- Irawan, S., Fahmi, R., dan Roziqin, A. 2018. Kondisi Hidro-Oseanografi (Pasang Surut, Arus Laut, dan Gelombang) Perairan Nongsa Batam. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), 56. <https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.4496>
- Irwan, A., Gunawan, D. S., Wahyunus, M., dan Mulyanto, H. 2020. Simulasi Pemodelan Numerik Hidrodinamika dan Aliran Sedimen pada Bendung PLTA Musi – Bengkulu. *Journal of Applied Science (Japps)*, 2(2), 001–011. <https://doi.org/10.36870/japps.v2i2.179>
- Lestari, R. A., Amirullah, A., dan Ahmadin, A. 2019. Sejarah Hutan Mangrove Tongke-Tongke di Kabupaten Sinjai. *Jurnal Patingalloang*, 6(1), 91. <https://doi.org/10.26858/patingalloang.v6i1.10687>
- Malahayati, Arlita, T., dan Dewiyanti, I. 2023. Indeks Nilai Penting dan Keanekaragaman Jenis Vegetasi Mangrove di Pesisir Utara Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(1), 522-531.
- Muththalib, A. 2020. Hutan Mangrove Tongke-Tongke, Ekowisata yang menjadi Andalan Sinjai. <https://www.celebes.co/hutan-mangrove-tongke-tongke>
- Natalie, E., Ismanto, A., dan Priyono, B. 2016. Analisis Karakteristik Arus Laut untuk pemanfaatan Potensi Energi Alternatif di Perairan Selat Gaspar. *Oseanografi*, 5(3), 317–324. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/joseJl.Prof.Sudarto,SHTembalangTlp./Fax>.
- Sabir, M. 2020. Strategi pengembangan Ekowisata Mangrove Tongke-Tongke di Kabupaten Sinjai. *Jurnal Industri Pariwisata*, 3(1), 53–60. <https://doi.org/10.36441/pariwisata.v3i1.45>
- Surface water Modeling System (SMS)-Advance Circulation (ADCIRC). <http://id.scribd.com/document/343841711/Surface-Water-Modeling-System>. Diakses tanggal 10 Juli 2019
- Triatmodjo, B. 2005. Pelabuhan Yogyakarta. Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Triatmodjo, B. 2008. Teknik Pantai Yogyakarta. Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Wurjanto, A., & Ajiwibowo, H. 2020. Analisis Hidrodinamika di Perairan Lemong, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung menggunakan Piranti Surface-Water Modeling System. *Rekayasa*, 13(2), 154–163. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i2.6480>