

Pemodelan Numerik Transportasi Sedimen pada Ekosistem Mangrove Lantebung Makassar Menggunakan Software MIKE 21

Tanti Triana^{*1} | Nenny² | kasmawati²

1 Mahasiswa Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email:
tntitriana@gmail.com

2 Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email:
nennykarim@unismuh.ac.id
kasma08@unismuh.co.id

Korespondensi:

*Tanti Triana
tntitriana@gmail.com

ABSTRAK

Hutan mangrove memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologi pesisir, termasuk dalam proses sedimentasi. Namun, informasi mengenai sebaran sedimen di Kawasan Mangrove Lantebung masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola transportasi sedimen menggunakan metode pemodelan numerik MIKE 21. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data sekunder berupa gelombang, pasang surut, dan angin dari BMKG. Hasil pemodelan menunjukkan adanya variasi pola sedimentasi pada 7 titik koordinat yang dianalisis. Sebagian besar titik mengalami akresi (pengendapan), dengan titik koordinat I menunjukkan akresi cepat dan stabil sebesar 0,278 m, sedangkan titik koordinat III mengalami erosi stabil sebesar -0,015 m. Transportasi sedimen dipengaruhi oleh dinamika arus pasang surut, gelombang, dan vegetasi mangrove. Penelitian ini menegaskan bahwa aplikasi MIKE 21 efektif untuk memprediksi pola transportasi sedimen sebagai dasar pengelolaan kawasan pesisir.

Kata Kunci:

Transportasi sedimen, mangrove, MIKE 21.

ABSTRACT

Mangrove forests play an important role in maintaining the ecological balance of coastal areas, including in the sedimentation process. However, information regarding sediment distribution in the Lantebung Mangrove Area is still limited. This study aims to analyze sediment transport patterns using the MIKE 21 numerical modeling method. The research method uses a quantitative descriptive approach with secondary data consisting of waves, tides, and wind from BMKG. The modeling results show variations in sedimentation patterns at the 7 coordinate points analyzed. Most points experienced accretion (deposition), with coordinate point I showing rapid and stable accretion of 0.278 m, while coordinate point III experienced stable erosion of -0.015 m. Sediment transport is influenced by the dynamics of tidal currents, waves, and mangrove vegetation. This study confirms that the application of MIKE 21 is effective for predicting sediment transport patterns as a basis for coastal area management.

Keywords:

Sediment transport, mangrove, MIKE 21.

1 | PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan kumpulan tumbuhan yang tumbuh di wilayah pesisir tropis hingga sub-tropis, yang memiliki peran penting dalam lingkungan dengan kandungan garam tinggi serta kondisi tanah pantai yang cenderung anaerob (Snedaker, 1978). Secara fisik, hutan mangrove berperan dalam mengurangi abrasi pantai melalui kemampuannya memecah energi kinetik gelombang laut. Selain itu, hutan mangrove juga berfungsi sebagai penghalang intrusi air laut ke daratan dan membantu mempercepat proses sedimentasi, yang pada akhirnya dapat membentuk daratan baru dan memperluas wilayah pantai (Petra et al., 2012).

Berdasarkan analisis sedimentologi, ditemukan bahwa pada habitat *Rhizophora* spp dan *Avicennia*, sekitar 61% sedimennya terdiri dari lumpur, sementara sisanya berupa pasir dan kerikil (Irwani., 2004). Kawasan mangrove di Pantai Lantebung, Kota Makassar, merupakan salah satu kawasan konservasi yang telah mengalami upaya rehabilitasi sejak tahun 2010. Wilayah ini tidak hanya berperan sebagai zona perlindungan pesisir, tetapi juga menjadi lokasi wisata edukasi dan penelitian lingkungan. Studi oleh (Mashoreng et al., 2022) mencatat bahwa kawasan ini memiliki rata-rata kandungan bahan

organik sedimen sebesar 6,68%, menunjukkan kemampuan kawasan ini dalam menyimpan dan menstabilkan sedimen secara signifikan. Namun demikian, informasi mengenai bagaimana sebaran sedimen yang terjadi di kawasan ini masih terbatas.

Menurut (Triatmodjo, 1999), dalam bahasa Indonesia terdapat dua istilah yang seringkali disalahartikan dalam konteks wilayah pesisir, yaitu pesisir dan pantai. Istilah pesisir merujuk pada kawasan daratan yang terletak di tepi laut. Sedangkan pantai merupakan bagian dari daerah perairan yang berada antara batas pasang tertinggi dan surut terendah. Sebagai suatu lingkungan alami, ekosistem mangrove terdiri atas hutan bakau, terumbu karang, dan perairan dangkal di area pesisir. Manfaat ekonominya bersumber dari tiga sektor utama, meliputi produk kehutanan, tangkapan perikanan pantai, serta kegiatan ekowisata (Arfan et al., 2023).

Mangrove tergolong sebagai tumbuhan sejati karena memiliki struktur lengkap berupa akar, batang, daun, dan buah (Nagelkerken et al., 2008). Sebagian besar spesies mangrove tumbuh optimal di tanah berlumpur, khususnya pada area yang mengalami akumulasi endapan lumpur (Nugraha Rudijanta Tjahja., 2011). Kemampuan setiap jenis mangrove dalam menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungan menyebabkan terbentuknya pola zonasi dan komposisi hutan mangrove yang bervariasi dengan ciri khas tertentu (Poedjiraharjo Erny., 2007).

Menurut (Soemarto, 1999), sedimen merupakan hasil dari berbagai jenis erosi, termasuk erosi permukaan dan erosi parit. Sementara itu, (Basri, 2018) menyebutkan bahwa sedimen umumnya mengendap di kaki bukit, daerah banjir, saluran air, sungai, maupun waduk.

Pengukuran ukuran sedimen dilakukan untuk mengelompokkan partikel, mulai dari lempung dengan diameter kurang dari 0,004 mm hingga bongkah, yaitu batu berukuran besar hasil erosi oleh aliran air yang berdiameter mencapai 256 mm. Sedimen terdiri dari beragam jenis partikel dan menunjukkan variasi ukuran yang dipengaruhi oleh karakteristik serta umur sedimen tersebut (Sahala Hutabarat & Stewart M. Evans, 1985).

Pola transportasi sedimen merujuk pada jumlah dan arah pergerakan sedimen yang dibawa oleh gelombang, arus, atau gabungan keduanya. Di wilayah pesisir, besar dan arah pergerakan sedimen dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sifat fisik sedimen, kemiringan pantai, serta kekuatan gelombang dan arus laut. Jenis gelombang yang paling berperan dalam proses transportasi sedimen adalah gelombang pendek yang dihasilkan oleh tiupan angin (Sandilyan, 2015).

Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis berbasis pemodelan menggunakan MIKE 21 untuk mengetahui kondisi hidrodinamika, pola transportasi sedimen, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Sehingga diharapkan dapat memberikan gambaran ilmiah dalam upaya pengelolaan dan perlindungan di wilayah tersebut.

2 | METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pemodelan numerik menggunakan software MIKE 21 untuk menganalisis pola transportasi sedimen. Data sekunder diperoleh dari BMKG Stasiun Paotere Makassar (2019–2023), meliputi tinggi gelombang bulanan, data pasang surut (interval 1 jam selama 30 hari), kecepatan dan arah angin.

2.1 | Lokasi dan Konteks Tapak

Lokasi penelitian berada di Kawasan Mangrove Lantebung kelurahan Bira, kecamatan Tamalanrea, kota Makassar. Secara geografis, Lantebung terletak pada titik koordinat antara 5°04'41"S dan 119°27'58"E berbatasan langsung dengan perairan Selat Makassar, menjadikannya lokasi yang strategis untuk mengamati dinamika transportasi sedimen.



GAMBAR 1. Lokasi Penelitian

2.2 | Jenis Penelitian, Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sebagai data pendukung dan pelengkap. Data sekunder yang dibutuhkan ialah data kecepatan angin, data gelombang, dan data pasang surut. Pengambilan data gelombang laut bulanan ini diambil dari BMKG Paotere Makassar, data yang diambil selama 5 tahun pada tahun 2019 sampai tahun 2023.

Selanjutnya dilakukan analisis data, yang mencakup input data ke dalam aplikasi MIKE 21. Proses pemodelan dimulai dengan membuka aplikasi, memasukkan data gelombang, pasang surut, dan angin, serta mengatur domain model. Modul yang digunakan adalah Mud Transport karena pada lokasi penelitian mendominasi sedimen lumpur. Setting simulasi diatur dengan interval waktu tertentu untuk mendapatkan hasil output sedimentasi yang akurat.

3 | HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode MIKE 21 pada analisis transportasi sedimen di Kawasan Mangrove Lantebung menghasilkan pola sedimentasi yang bervariasi pada setiap titik koordinat. Sebagian besar area mengalami proses akresi (pengendapan), namun terdapat juga area yang mengalami erosi. Hal ini memberikan gambaran ilmiah mengenai dinamika dasar perairan di kawasan mangrove.

Menurut (Sheppard, 2017), sedimentasi adalah proses pengendapan material yang terbawa oleh media seperti air, angin, es, atau gletser ke dalam suatu cekungan tertentu. Sementara itu, (Bakri, 2018) menjelaskan bahwa sedimentasi merupakan proses terbentuknya sedimen atau batuan sedimen sebagai hasil dari pengendapan material asal di suatu lokasi yang dikenal sebagai lingkungan pengendapan, misalnya sungai, muara, danau, delta, estuari, serta perairan laut dangkal maupun dalam.

3.1 | Data Koordinat Pantai

Sebelum mengetahui bagaimana garis pantai di lokasi penelitian, dilakukan survei garis pantai untuk mengetahui koordinat awalnya. Lokasi penelitian terletak di Kelurahan Bira, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Setelah melakukan peninjauan dan pengukuran secara langsung di lapangan menggunakan GPS disepanjang garis pantai pada saat kondisi pasang, didapatkan 21 titik koordinat garis pantai awal dengan jarak sekitar 5 meter tiap titik koordinatnya.

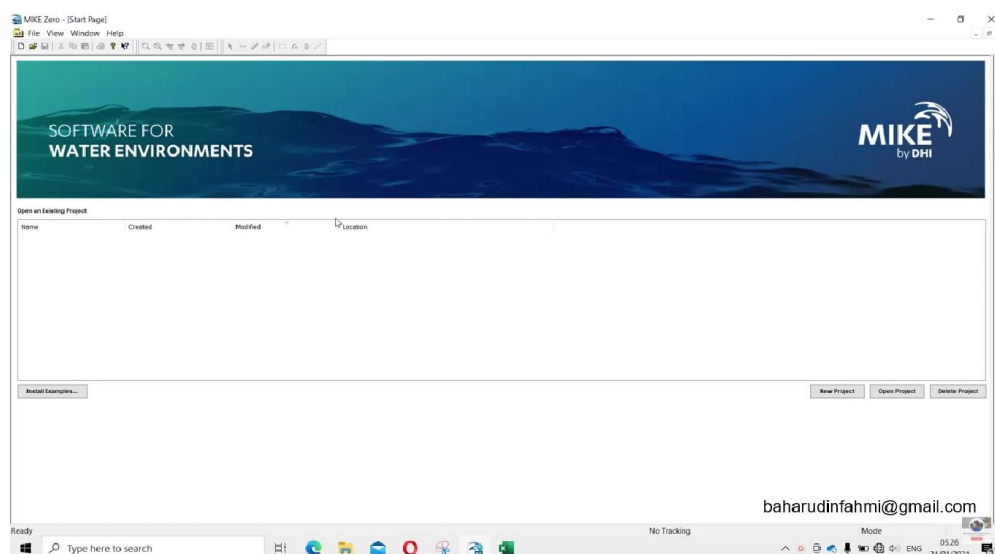
TABEL 1 Titik Koordinat Profil Lantebung

No	Jarak antara secara garis pantai (X)	Longitude Garis bujur (DD)	Latitude Garis lintang (DD)
1	0	119,4645499	-5,078485592
2	5	119,4647231	-5,078278
3	10	119,4649062	-5,078079991
4	15	119,4651023	-5,07791569
5	20	119,4653349	-5,07778748
6	25	119,465375	-5,077577378
7	30	119,4655974	-5,077716437
8	35	119,4656136	-5,07746268
9	40	119,4657571	-5,077236452
10	45	119,465863	-5,076987625
11	50	119,4659381	-5,076727863
12	55	119,466053	-5,076483372
13	60	119,4661527	-5,076599857
14	65	119,4661191	-5,076868443
15	70	119,4660544	-5,077131256
16	75	119,4659595	-5,077384721
17	80	119,4658357	-5,077625391

18	85	119,4656847	-5,077849991
19	90	119,4655085	-5,078055466
20	95	119,4653096	-5,078239018
21	100	119,4650906	-5,078398144

3.2 | Pemodelan MIKE 21

Proses pemodelan dilakukan dengan memasukkan data sekunder ke dalam aplikasi MIKE 21. Data gelombang diolah sesuai hasil running yang diinginkan yakni menggunakan interval 24 jam perhari selama 5 tahun terakhir dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2023. Pada Hydrodynamic Module (Solution technique) dilakukan pengaturan teknik penyelesaian numerik dalam mengkonfigurasi metode numerik, batasan langkah waktu, dan kondisi stabilitas ($CFL = 0.8$).



GAMBAR 2. Tampilan awal aplikasi MIKE 21

Pengaturan hambatan dasar (bed resistance) menggunakan koefisien manning. Data angin dimasukkan dari file eksternal dengan format yang berubah sepanjang waktu (varying in time) tetapi konstan di seluruh area model (constant in domain) dengan item Wind Speed dan Wind Direction. Setelah hasil outputs berhasil kemudian keluarlah grafik model sedimen pada program MIKE 21.

3.3 | Hasil Transportasi Sedimen

Grafik hasil simulasi menunjukkan bahwa selama 16 jam simulasi, semua titik lokasi mengalami penumpukan sedimen (akresi), dengan laju yang bervariasi tergantung lokasi. Titik dengan warna orange mengalami akresi paling besar 27 cm, sementara titik biru tua hanya 9 cm paling minim penumpukan sedimen.

TABEL 2 Hasil deposisi sedimen interval 2 jam.

Waktu	Bed level change 44°62'00''m	Bed level change 44°62'09''m	Bed level change 44°62'74''m	Bed level change 44°62'50''m	Bed level change 44°62'37''m	Bed level change 44°62'72''m	Bed level change 44°62'11''m
00:00	0	0	0	0	0	0	0
02:00	0,078	0,032	-0,01	0,036	0,035	0,013	0,006
04:00	0,196	0,091	-0,015	0,115	0,108	0,037	0,017
06:00	0,218	0,122	-0,015	0,152	0,147	0,061	0,029
08:00	0,23	0,138	-0,015	0,165	0,16	0,085	0,041
10:00	0,242	0,15	-0,015	0,177	0,172	0,109	0,053
12:00	0,254	0,162	-0,015	0,189	0,184	0,133	0,065
14:00	0,266	0,174	-0,015	0,201	0,196	0,157	0,077

16:00	0,278	0,186	-0,015	0,213	0,208	0,181	0,089
-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	-------

Tabel tersebut menunjukkan perubahan ketinggian dasar (bed level change) selama periode 16 jam, di mana nilai positif mengindikasikan terjadinya pengendapan (dasar naik), sedangkan nilai negatif menunjukkan pengikisan atau erosi (dasar turun). Dari data terlihat bahwa sebagian besar titik mengalami pengendapan seiring waktu terutama Titik 1 yang mengalami kenaikan hingga 0,278 m (27,8 cm) sedangkan hanya Titik 3 yang konsisten mengalami erosi (penurunan sekitar 1–1,5 cm).

TABEL 3 Interpretasi Singkat.

Titik	Koordinat	Akhir	Pola
1	44°62'00"	0,278	Akresi cepat dan stabil
2	44°62'09"	0,186	Akresi sedang
3	44°62'74"	-0,015	Erosi stabil
4	44°62'50"	0,213	Akresi cepat
5	44°62'37"	0,208	Akresi bertahap
6	44°62'72"	0,181	Akresi sedang
7	44°62'11"	0,089	Akresi minim

Pola ini membantu mengidentifikasi zona kritis erosi dan akumulasi sedimen. Sebagian besar titik (1, 2, 4, 5, dan 6) mengalami akresi mulai dari minim hingga cepat menunjukkan dominasi proses pengendapan, sedangkan Titik 3 merupakan satu-satunya lokasi yang mengalami erosi stabil.

4 | KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pemodelan transportasi sedimen menggunakan aplikasi MIKE 21, penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola transportasi sedimen di kawasan mangrove Lantebung melalui analisis pada 7 titik koordinat dengan interval waktu 2 jam. Hasil simulasi menunjukkan variasi pola sedimentasi yang signifikan, di mana sebagian besar titik mengalami proses akresi. Secara spesifik, koordinat I menunjukkan akresi cepat dan stabil, koordinat II dan VI mengalami akresi sedang, koordinat IV mengalami akresi cepat, koordinat V mengalami akresi bertahap, dan koordinat VII mengalami akresi minim. Sebaliknya, koordinat III merupakan satu-satunya titik yang mengalami erosi stabil, mengindikasikan adanya dinamika dasar perairan yang tidak merata di kawasan tersebut.

Transportasi sedimen di kawasan mangrove Lantebung terbukti dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu dinamika arus pasang surut, gelombang, karakteristik sedimen, serta keberadaan vegetasi mangrove yang berperan dalam memperlambat arus dan meningkatkan deposisi. Penerapan metode MIKE 21 dalam penelitian ini efektif untuk memprediksi pola transportasi sedimen sebagai dasar pengelolaan kawasan pesisir. Namun, untuk meningkatkan akurasi hasil simulasi, diperlukan verifikasi model secara lebih detail menggunakan data lapangan jangka panjang, seperti pengukuran sedimen tersuspensi, data sungai, dan arus. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah dalam pengelolaan kawasan pesisir, khususnya untuk mendukung rehabilitasi mangrove serta mitigasi abrasi di wilayah Kota Makassar.

Daftar Pustaka

- Arfan, A., Sanusi, W., & Rakib, M. (2023). Analisis Kerapatan Mangrove dan Keanekaragaman Makrozoobenthos di Kawasan Ekowisata Mangrove Lantebung Kota Makassar. *Journal of Marine Research*, 12(3), 493–500. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i3.38060>
- Bakri, M. (2018). *Distribusi Besar Butiran Sedimen Dasar dan Konsentrasi Sedimen Tersuspensi Akibat Pengerukan dan Dampaknya Terhadap Komunitas Makrozoobentos di Perairan Sungai Malili, Sulawesi Selatan*. Makassar: Universitas Hasanuddin. .
- Basri, N. and A. D. I. Purwanto. (2018). "Studi Laju Sedimentasi Bagian Hilir Sungai Saddang." : 17–18. .
- Irwani. (2004). *studi transpor sedimen di pantai slamaran; (Vol. 1)*. .
- Mashoreng, S., Hatta, M., Sari Sakaria, F., Studi Ilmu Kelautan, P., Ilmu Kelautan dan Perikanan, F., Hasanuddin, U., Kesehatan, F., dan Kelautan, P., Muhammadiyah, U., & Penulis Korespondensi, P. (2022). KANDUNGAN BAHAN ORGANIK SEDIMEN BERDASARKAN PERBEDAAN UMUR VEGETASI MANGROVE DI DAERAH MANGROVE LANTEBUNG KAWASAN EKOWISATA, MAKASSAR. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 8(1), 30–35. www.onlinedoctranslator.com

- Nagelkerken, I., Blaber, S. J. M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., Meynecke, J. O., Pawlik, J., Penrose, H. M., Sasekumar, A., & Somerfield, P. J. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. In *Aquatic Botany* (Vol. 89, Number 2, pp. 155–185). <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.007>
- Nugraha Rudijanta Tjahja. (2011). *Seri Buku Informasi dan Potensi Mangrove Taman Nasional Alas Purwo*. Balai Taman Nasional Alas Purwo. Banyuwangi. .
- Petra, J. L., Sastrawibawa, S., Riyantini, I., Fakultas, A., Dan Ilmu, P., Unpad, K., Dosen, S., Perikanan, F., & Ilmu, D. (2012). PENGARUH KERAPATAN MANGROVE TERHADAP LAJU SEDIMEN TRANSPOR DI PANTAI KARANGSONG KABUPATEN INDRAMAYU. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 3(3), 329–337.
- Poedjiraharjoe Erny. (2007). *Dendogram Zonasi Pertumbuhan Mangrove Berdasarkan Habitatnya Di Kawasan Rehabilitasi Pantai Utara Jawa Tengah Bagian Barat*. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. Vol 1 (02) : hal 10 -21 .
- Sahala Hutabarat & Stewart M. Evans. (1985). *Pengantar Oseanografi*: ISBN 978-979-456-218.
- Sandilyan, S. , & K. K. (2015). *Mangrove conservation: A global perspective*. *Biodiversity and Conservation*.
- Sheppard, H. Tasker. (2017). *Tell Your Story*.
- Snedaker, S. C. ,. (1978). 19791851143, *English, Journal article*, 0028-0844, 14, (3), *Nature and Resources*, (6–13), *Mangroves: their value and perpetuation..*.
- Soemarto. (1999). *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Triatmodjo. (1999). *Hidraulika Pantai*.