

Hubungan Karakteristik Hidro-Oseanografi dengan Proses Abrasi Pantai di Tanjung Bunga Makassar

Rezky Andriady Idhil¹

¹Prodi Teknik Sipil Bangunan Gedung, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Korespondensi: rezky.andriady@unm.ac.id

Diterima: 10 Maret 2026; Direvisi: 23 April 2026; Disetujui: 30 April 2026

Abstrak

Kawasan pesisir merupakan wilayah yang dinamis dan rentan terhadap perubahan morfologi pantai akibat interaksi berbagai proses hidro-oseanografi. Pesisir Tanjung Bunga Makassar dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan indikasi terjadinya abrasi yang diduga berkaitan dengan karakteristik dinamika perairan di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik hidro-oseanografi yang meliputi pasang surut, angin, gelombang, arus, serta transpor sedimen dan mengkaji hubungannya terhadap proses abrasi pantai di kawasan Tanjung Bunga Makassar. Penelitian dilakukan melalui survei lapangan dan analisis data hidro-oseanografi yang meliputi pengukuran pasang surut, arus, analisis angin dan gelombang, serta perhitungan transpor sedimen sepanjang pantai. Hasil analisis menunjukkan bahwa tipe pasang surut di lokasi penelitian termasuk pasang surut campuran condong harian ganda dengan nilai Formzahl sebesar 0,897. Pola angin dominan berasal dari sektor barat hingga barat laut yang membangkitkan gelombang dengan tinggi berkisar antara 2–3 m. Kecepatan arus rerata tercatat sebesar 0,1475 m/s saat kondisi pasang dan 0,2390 m/s saat kondisi surut. Analisis transpor sedimen menunjukkan adanya net transpor sebesar 126.019 m³/tahun yang dominan datang dari arah selatan. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya ketidakseimbangan distribusi sedimen yang berpotensi menyebabkan kemunduran garis pantai hingga ±65 m pada periode 2012–2025. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik hidro-oseanografi memiliki hubungan terhadap proses abrasi pantai di kawasan Tanjung Bunga Makassar serta dapat menjadi dasar dalam pengelolaan dan penanganan permasalahan abrasi di wilayah tersebut.

Kata kunci: abrasi pantai, hidro-oseanografi, transpor sedimen, perubahan garis pantai

Abstract

Coastal areas are dynamic environments that are highly susceptible to morphological changes due to the interaction of various hydro-oceanographic processes. In recent years, the coastal area of Tanjung Bunga, Makassar, has shown indications of shoreline retreat which are suspected to be related to the hydro-oceanographic conditions of the surrounding waters. This study aimed to analyze the hydro-oceanographic characteristics, including tides, wind, waves, currents, and sediment transport, and to examine their relationship with coastal erosion processes in the Tanjung Bunga coastal area of Makassar. The research was conducted through field surveys and hydro-oceanographic data analysis, including tidal observations, current measurements, wind and wave analysis, and sediment transport calculations along the shoreline. The results indicated that the tidal type in the study area was mixed predominantly semidiurnal with a Formzahl value of 0.897. The dominant wind pattern originated from the west to northwest sector, generating waves with heights ranging from 2–3 m. The average current velocity was recorded at 0.1475 m/s during flood tide and 0.2390 m/s during ebb tide. Sediment transport analysis showed a net transport of approximately 126,019 m³/year predominantly coming from the southern direction. These conditions indicated an imbalance in sediment distribution which potentially contributed to shoreline retreat of approximately ±65 m during the period of 2012–2025. The findings suggest

that hydro-oceanographic characteristics play an important role in coastal erosion processes in the Tanjung Bunga coastal area and can provide a scientific basis for coastal management and erosion mitigation strategies.

Key words: *coastal erosion, hydro-oceanography, sediment transport, waves, currents, shoreline change*

PENDAHULUAN

Perubahan garis pantai pada wilayah pesisir sangat dipengaruhi oleh interaksi gelombang dan arus yang mengontrol proses transpor sedimen sepanjang pantai (Umar dkk., 2025). Dinamika tersebut berperan dalam mengontrol distribusi sedimen di sepanjang pantai sehingga dapat menyebabkan terjadinya abrasi maupun sedimentasi pada suatu wilayah pesisir. Selain itu, interaksi antara arus dan gelombang juga berperan penting dalam proses transpor sedimen yang mempengaruhi perubahan morfologi pantai (Simbolon dkk., 2025). Ashilah dkk. (2023) menjelaskan bahwa perubahan garis pantai di wilayah pesisir Indonesia dipengaruhi oleh interaksi antara gelombang, arus laut, serta proses transpor sedimen yang berlangsung secara kontinu. Handiani dkk. (2024) juga menyatakan bahwa parameter fisik pesisir seperti gelombang, arus, dan pasang surut menjadi faktor utama dalam menentukan tingkat kerentanan wilayah pesisir terhadap abrasi. Selain itu, Hastuti dkk. (2024) menunjukkan bahwa dinamika oseanografi pesisir memiliki peran penting dalam mempengaruhi perubahan garis pantai terutama pada wilayah yang berhadapan langsung dengan perairan terbuka.

Proses abrasi pantai umumnya dipengaruhi oleh karakteristik hidro-oseanografi seperti tinggi dan arah gelombang, pola arus pesisir, serta dinamika pasang surut yang berperan dalam menentukan arah transpor sedimen sepanjang pantai (Singgih dkk., 2024). Gaol dkk. (2025) menjelaskan bahwa perubahan garis pantai merupakan hasil dari interaksi kompleks antara gelombang, arus laut, serta kondisi morfologi pantai yang mempengaruhi distribusi sedimen. Penelitian yang dilakukan oleh Muskananfola dkk. (2023) menunjukkan bahwa variasi energi gelombang dan arus menyusur pantai dapat memicu terjadinya transpor sedimen sepanjang garis pantai yang berkontribusi terhadap proses abrasi maupun sedimentasi.

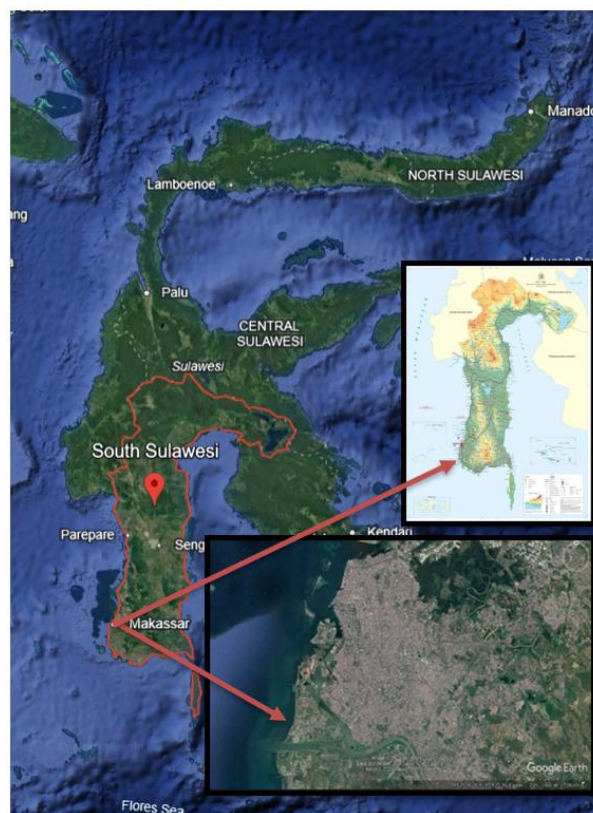
Kawasan pesisir Tanjung Bunga di Kota Makassar merupakan salah satu wilayah pesisir yang mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama untuk kepentingan permukiman, pariwisata, serta aktivitas ekonomi lainnya. Perkembangan tersebut berpotensi mempengaruhi dinamika pesisir yang ditandai dengan adanya perubahan garis pantai yang mengarah pada proses abrasi. Alfiah dkk.

(2024) juga menunjukkan bahwa kawasan pesisir yang berhadapan langsung dengan perairan terbuka cenderung mengalami dinamika morfologi pantai yang lebih aktif akibat pengaruh energi gelombang dan arus laut. Selain itu, Perubahan garis pantai pada suatu wilayah pesisir umumnya dipengaruhi oleh dinamika hidro-oseanografi seperti gelombang, arus, dan kondisi meteorologi yang berperan dalam mengontrol proses transpor sedimen serta mekanisme erosi maupun akresi pantai

Berdasarkan kondisi tersebut, kajian mengenai karakteristik hidro-oseanografi menjadi penting untuk memahami mekanisme perubahan garis pantai serta proses abrasi yang terjadi di suatu wilayah pesisir. Namun demikian, kajian yang secara khusus menganalisis keterkaitan antara karakteristik hidro-oseanografi dengan proses abrasi pantai di kawasan Tanjung Bunga Makassar masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik hidro-oseanografi yang meliputi pasang surut, angin, gelombang, arus, serta transpor sedimen dan mengkaji hubungannya terhadap proses abrasi pantai di kawasan Tanjung Bunga Makassar.

METODE PENELITIAN

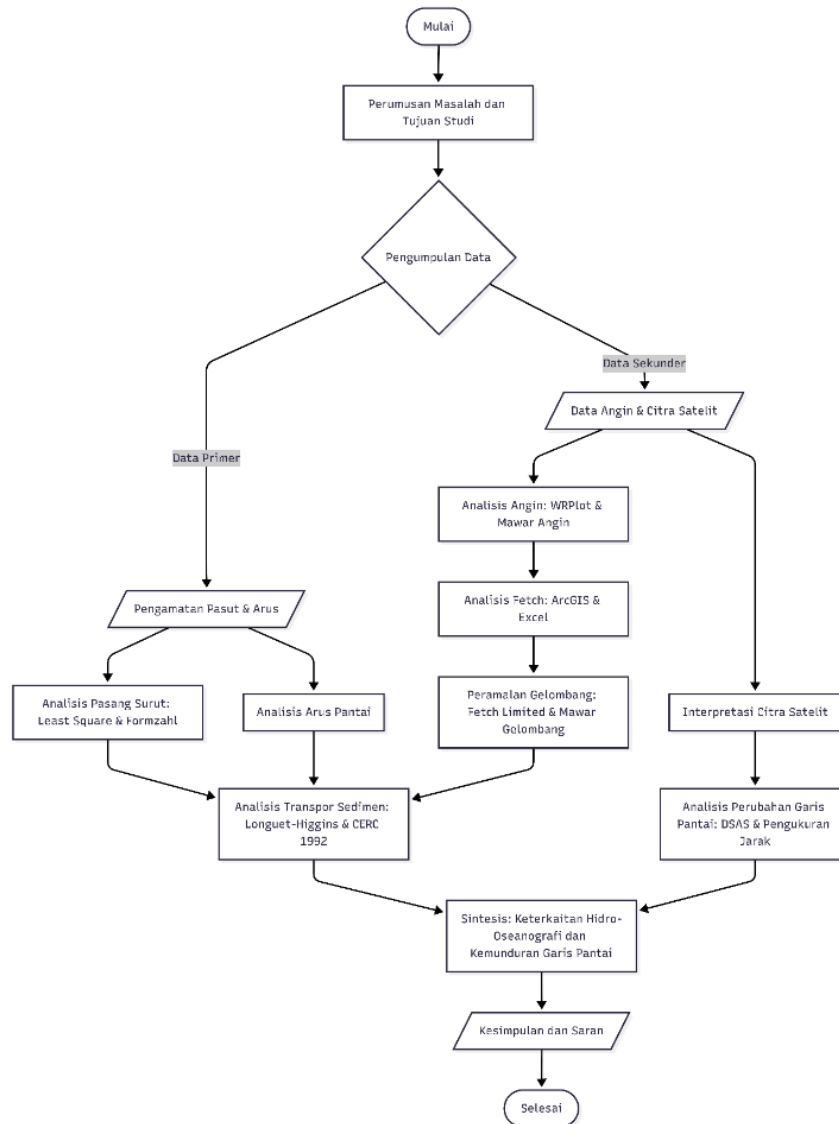
Lokasi Penelitian



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Kawasan Tanjung Bunga terletak di bagian barat daya Kota Makassar dan berbatasan langsung dengan Selat Makassar. Secara geografis, kawasan pesisir ini berada pada titik koordinat sekitar 5° 8' – 5° 9' Lintang Selatan dan 119° 23' – 119° 24' Bujur Timur. Wilayah ini termasuk dalam administrasi Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Pengumpulan Data

Data Primer yang digunakan merupakan data pengukuran langsung dilokasi studi dan data sekunder yang didapatkan dari stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin dan *Google Earth*.

Tabel 1. Matriks data yang dikumpulkan

No	Jenis Data	Panjang / Durasi Data	Sumber / Perolehan Data	Keterangan
1	Data Pasang Surut	15 Hari (Interval 30 – 60 Menit)	Data Primer / Survei Lapangan	Pengamatan menggunakan rambu pasang surut (<i>Peilschaal</i>)
2	Data Arus Pantai	Fase Pasang dan Surut	Data Primer / Survei Lapangan	Pengukuran tegak lurus garis pantai
3	Data Angin	10 Tahun (Periode 2012 – 2022)	Data Sekunder / Daring (https://dataonline.bmkg.go.id)	Diperoleh dari Stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin
4	Citra Satelit	13 Tahun (Periode 2012 – 2025)	Data Sekunder / Daring (https://earth.google.com)	Diperoleh melalui <i>Google Earth</i> untuk identifikasi perubahan garis pantai
5	Data Sedimen	Kondisi Eksisting	Data Primer / Survei Lapangan	Pengambilan sampel sedimen dasar untuk analisis ukuran butir D50 dan berat jenis di laboratorium

Komponen Pasang Surut

Data pasang surut didapatkan dari hasil pengamatan menggunakan *Peilschaal* selama 15 hari dengan interval waktu 60 menit. Pelaksanaan survei pasang surut minimal dilakukan selama 15 hari agar mendapatkan pasang purnama, untuk menggambarkan fluktuasi muka air laut dengan baik maka pengukuran harus dilakukan dengan interval 30 – 60 menit (Yuwono, 2021).

Data Angin

Data angin dari Stasiun Meteorologi dikelompokkan menurut distribusi arah dan kecepatannya untuk divisualisasikan menjadi mawar angin (*windrose*) melalui perangkat lunak WRPlot View. Pada tahapan peramalan gelombang, data kecepatan angin darat tersebut terlebih dahulu dikonversi menjadi *wind-stress factor* (U_A). Nilai U_A ini digunakan karena merepresentasikan tegangan geser angin aktual yang mentransfer energi dalam mekanisme pembangkitan gelombang laut. Berdasarkan *Coastal Engineering Research Center (CERC), 1992* , persamaan yang digunakan adalah:

$$U_A = 0,71 \times U_{10}^{1,23} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan U_A = Faktor tegangan angin atau *wind-stress factor* (m/s)

U_{10} = Kecepatan angin pada elevasi 10 m di atas permukaan laut (m/s)

Tipe Pasang Surut

Pasang surut di beberapa daerah tidak akan sama, tergantung dari lokasi dan waktunya. Menurut pola fluktuasi muka air laut yang terjadi dalam satu hari, pasang surut dapat dibedakan menjadi empat kategori utama, yaitu tipe harian tunggal, tipe harian ganda, campuran condong harian tunggal, dan campuran condong harian ganda (Yuwono, 2021). Dari hasil analisis least square akan didapatkan konstituen gelombang pasang surut yang selanjutnya digunakan dalam penentuan klasifikasi pasang surut dalam formula *Formzhal Number*.

Fetch

Untuk dapat meramalkan gelombang terlebih dahulu data *fetch* efektif di lokasi studi wajib diketahui. Penentuan *fetch* ditentukan dengan arah yang berpotensi menghasilkan gelombang, pembuatan *fetch* dilakukan menggunakan bantuan software *ArcGIS* dan *MS Excel*. Panjang *fetch* umumnya dibatasi berdasarkan bentuk daratan yang mengelilingi daerah pembangkit gelombang dan diukur berdasarkan arah hembusan angin.

Transpor Sedimen

Perhitungan transpor sedimen menyusur pantai dilakukan untuk mengestimasi besaran dan arah angkutan sedimen akibat interaksi gelombang dan arus sejajar pantai. Kecepatan arus menyusur pantai dihitung menggunakan pendekatan teoritis Longuet-Higgins (1970) sebagaimana dirumuskan oleh (Yuwono, 2021). Estimasi laju transpor sedimen sepanjang pantai dihitung menggunakan rumus Coastal Engineering Research Center (CERC, 1992). Pemanfaatan citra satelit dan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) banyak digunakan untuk mengidentifikasi laju perubahan garis pantai secara spasial dan temporal (Sakka dkk., 2025). Untuk menghitung jumlah sedimen yang terbawa dapat menggunakan rumus teoritis Longuet-Higgins (1970), dalam Yuwono (2021).

$$V = 1,19 (gH_b)^{1/2} \sin a_b \cos a_b \dots\dots\dots (2)$$

- Dengan V = Kecepatan arus menyusur pantai (m/s)
- g = Percepatan gravitasi (m/s²)
- H_b = Tinggi gelombang pecah (m)
- a_b = Sudut elevasi gelombang datang terhadap garis pantai (°)

HASIL DAN PEMBAHASAN

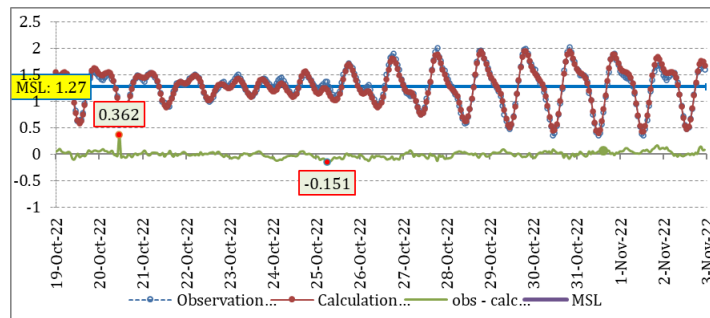
Analisis Data Pasang Surut

Data pasang surut didapatkan dari hasil pengamatan langsung di area penelitian pada tahun 2022 dengan interval waktu 30 menit selama 15 hari. Pembacaan elevasi muka air berdasarkan acuan titik nol rambu pasang surut (*peilschaal*). Data yang berhasil didapatkan selanjutnya dilakukan perhitungan amplitudo dan beda fase 9 konstanta pasang surut. Dalam analisis ini dilakukan analisis pemisah komponen dengan menggunakan metode *least square*. Komponen Konstanta pasang surut hasil analisis data pengamatan sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konstanta Pasang Surut di Lokasi Studi

Simbol	Periode	Phase	Amplitudo
M2	12,42	67,57	0,12
S2	12,00	103,82	0,39
N2	12,66	347,03	0,04
K2	11,97	247,50	0,25
K1	23,93	310,70	0,19
O1	25,82	306,96	0,26
P1	24,07	47,73	0,25

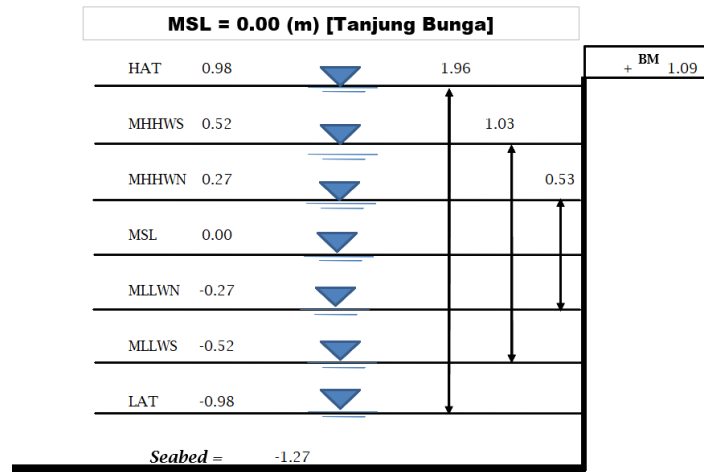
Data tersebut jika di plot dalam bentuk grafik maka akan menunjukkan kurva pasang surut (*tidal envelope*) dan tunggang pasang surut yang disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Perbandingan Elevasi Muka Air Hasil Pengamatan Langsung vs Peramalan

Setelah mendapatkan konstituen gelombang pasang surut, selanjutnya dilakukan penentuan klasifikasi pasang surut dengan menggunakan formula *Formzhal Number*. Hasil Perhitungan F_N yang didapatkan adalah 0,897 dimana nilai $0,25 < F_N < 1,5$ Dengan demikian, pola pasang surut di lokasi tersebut ditandai oleh dua kejadian pasang dan dua kejadian surut setiap hari dengan perbedaan tinggi muka air, yang menunjukkan tipe pasang surut campuran condong harian ganda (*prevailing semi-diurnal*). Pola pasang surut campuran condong harian ganda menyebabkan arus bolak-

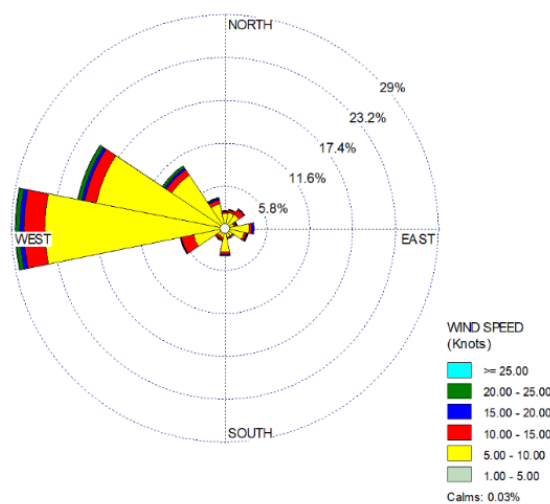
balik dengan periode relatif pendek, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan frekuensi mobilisasi sedimen di zona pesisir.



Gambar 4. Tunggang Pasang Surut di Lokasi Studi

Analisis Angin

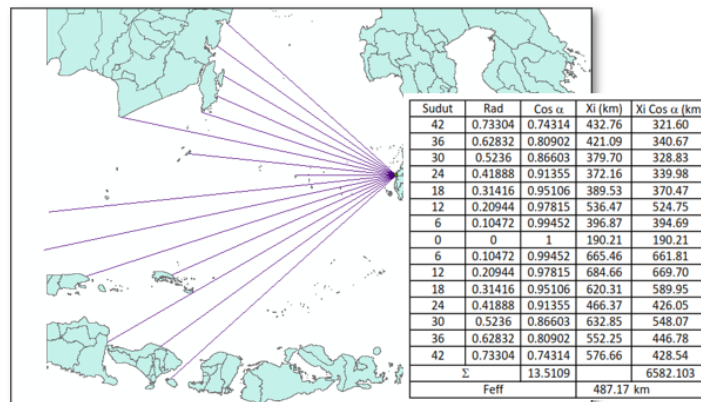
Data angin yang digunakan diperoleh dari Stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin yang didapatkan secara daring dan diolah menggunakan *WRPlot View*. Penggolongan data yang didapatkan berdasarkan jumlah kecepatan dan arah angin tiap tahun, analisis angin dilakukan menggunakan data hasil pengamatan stasiun meteorologi selama periode sepuluh tahun (2012–2022). Selanjutnya, data tersebut disajikan dalam bentuk diagram *windrose* untuk menggambarkan arah dan kecepatan angin.



Gambar 5. Mawar Angin Harian Stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin

Pada Gambar 5, Angin dominan berasal dari sektor Barat hingga Barat Laut. Hal ini terlihat dari persentase tertinggi yang terjadi pada arah W ($258,75^{\circ}$ – $281,25^{\circ}$) sebesar 28,43%, diikuti oleh arah WNW ($281,25^{\circ}$ – $303,75^{\circ}$) sebesar 20,35%, serta arah NW ($303,75^{\circ}$ – $326,25^{\circ}$) sebesar 10,27%. Dengan demikian, pola angin menunjukkan kecenderungan kuat bertiup dari arah barat menuju wilayah pengamatan, Dominasi angin barat tersebut menjadi faktor utama pembangkitan gelombang dominan yang berperan dalam proses transpor sedimen sejajar pantai.

Analisis Fetch



Gambar 6. Analisis Fetch Efektif di Lokasi Studi

Pada Gambar 6 disajikan garis dari berbagai arah angin yang mempengaruhi pembentukan gelombang dan hasil perhitungan *fetch* rerata efektif. Dalam pengukuran *fetch* digunakan durasi hembusan angin kondisi badai dan deviasi pada kedua sisi dari arah angin, sehingga didapatkan *fetch* efektif dengan panjang 487,17 km. Hasil analisis *fetch* ini akan digunakan dalam peramalan tinggi dan periode gelombang.

Dominasi angin dari sektor barat hingga barat laut dengan kecepatan rerata 3,60–5,70 m/s serta *fetch* efektif mencapai 487,17 km menunjukkan kondisi yang mendukung pembangkitan gelombang signifikan dari arah tersebut. *Fetch* yang relatif panjang memungkinkan transfer energi angin secara optimal ke permukaan laut sehingga meningkatkan tinggi dan periode gelombang. Kondisi ini menjelaskan mengapa gelombang dominan di lokasi penelitian datang dari sektor barat dan barat laut yang berperan dalam proses redistribusi sedimen sepanjang pantai.

Analisis Arus

Arus merupakan air yang bergerak secara horizontal yang disebabkan oleh perubahan tinggi muka air laut, perputaran bumi, angin, dan suhu udara. Kecepatan arus yang terukur adalah kecepatan rerata yang merupakan kontribusi dari pasang dan surut

serta gelombang yang terjadi, berikut hasil pengukuran arus di lapangan yang disajikan pada tabel 3

Tabel 3. Hasil Pengukuran Arus di Lokasi Studi

No	Koordinat Titik Awal		Koordinat Titik Akhir		Jam		Arah Arus Ke- Mata Angin	Jarak (m)	Waktu		Kecepatan Arus (m/det)	Kondisi
	X	Y	X	Y	dari	ke			(menit)	(detik)		
1	763772	9425583.7	763429	9425813	8:24	9:00	BL	412.59	0:36	2160	0.1910	Surut
2	763752	9425849	763378	9425813	8:24	9:02	B	375.73	0:38	2280	0.1648	Surut
3	763941	9425962	764051	9425873	9:08	9:38	TG	141.50	0:30	1800	0.0786	Pasang
4	763978	9425947	763999	9425849	9:08	9:39	S	100.22	0:31	1860	0.0539	Pasang
5	763481	9426279	763500	9426101	9:46	10:25	S	179.01	0:39	2340	0.0765	Pasang
6	763461	9426279	763499	9426130	9:47	10:26	S	153.77	0:39	2340	0.0657	Pasang
7	763966	9426399	764274	9426462	10:32	11:02	T	314.38	0:30	1800	0.1747	Pasang
8	764003	9426394	764279	9426482	10:33	11:03	T	289.69	0:30	1800	0.1609	Pasang
9	764084	9426521	764365	9426726	11:05	11:35	TL	347.83	0:30	1800	0.1932	Pasang
10	764043	9426529	764332	9426804	11:06	11:36	TL	398.93	0:30	1800	0.2216	Pasang
11	764525	9426686	764555	9426531	13:52	14:23	S	157.88	0:31	1860	0.0849	Pasang
12	764525	9426686	764550	9426504	13:52	14:24	S	183.71	0:32	1920	0.0957	Pasang
13	764093	9427033	764275	9426961	14:30	14:59	TG	195.72	0:29	1740	0.1125	Pasang
14	764067	9427040	764275	9426960	14:31	15:00	TG	222.85	0:29	1740	0.1281	Pasang
15	764269	9426955	763739	9427456	15:06	15:34	BL	729.32	0:28	1680	0.4341	Surut
16	764252	9426950	763743	9427471	15:07	15:35	BL	728.37	0:28	1680	0.4336	Surut
17	763884	9427402	764429	9427320	15:39	16:09	TG	551.13	0:30	1800	0.3062	Pasang
18	763888	9427390	764446	9427315	15:40	16:10	TG	563.02	0:30	1800	0.3128	Pasang
19	764533	9427143	764445	9427121	16:13	16:33	B	90.71	0:20	1200	0.0756	Surut
20	764574	9427141	764422	9427119	16:13	16:32	B	153.58	0:19	1140	0.1347	Surut

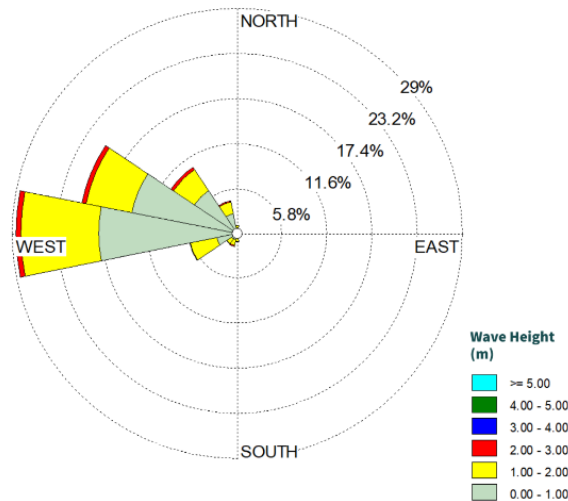
Pengukuran arus dilakukan pada zona yang tegak lurus terhadap garis pantai yang ditinjau. Berdasarkan hasil pengamatan, pada kondisi pasang arus bergerak menuju arah tenggara dengan kecepatan rerata sebesar 0,1475 m/s. Sementara itu, pada kondisi surut arus bergerak menuju arah barat laut dengan kecepatan rerata sebesar 0,2390 m/s. Kecepatan arus rerata pada saat kondisi surut tercatat lebih dominan dibandingkan saat kondisi pasang. Kondisi arus surut yang lebih kuat ini memiliki peran signifikan dalam membawa material sedimen yang telah tersuspensi menjauhi area pantai. Fenomena ini sejalan dengan temuan Muskananfola dkk. (2023) yang menyatakan bahwa karakteristik hidrodinamika, khususnya pergerakan arus pasca-puncak (fase menuju surut), sangat memengaruhi dan mendikte pola distribusi sedimen di kawasan perairan dangkal.

Kecepatan arus yang lebih besar pada saat surut mengindikasikan potensi peningkatan kapasitas angkut sedimen ke arah barat laut. Pola pergerakan arus tersebut berimplikasi terhadap distribusi dan mobilitas sedimen di sepanjang zona pantai yang ditinjau, terutama pada fase peralihan pasang menuju surut maupun sebaliknya. Interaksi antara arus pasang surut dan kondisi morfologi setempat berperan dalam proses transpor sedimen.

Pola arus pasang surut yang menunjukkan pergerakan bolak-balik dengan kecepatan lebih besar saat kondisi surut mengindikasikan adanya kapasitas angkut sedimen yang signifikan. Kecepatan arus maksimum yang lebih tinggi pada fase surut berpotensi meningkatkan mobilisasi sedimen menuju arah barat laut. Interaksi antara arus sejajar pantai dan gelombang pecah memperkuat mekanisme longshore sediment transpor, sehingga menghasilkan ketidakseimbangan distribusi sedimen pada sepanjang garis pantai.

Peramalan Gelombang

Karakteristik gelombang laut di wilayah perairan Indonesia umumnya dipengaruhi oleh dinamika angin muson dan periode transisi antar musim yang menyebabkan variasi tinggi dan arah gelombang secara temporal (Sutjipto 2025). Untuk meramalkan tinggi gelombang di laut dalam dibutuhkan data angin dan *fetch* efektif. Data angin yang didapatkan sebelumnya dikoreksi menjadi faktor tegangan angin (*wind-stress factor*) sebelum melakukan analisis tinggi gelombang di laut dalam. Dari hasil konversi tersebut selanjutnya dilakukan analisis peramalan gelombang di laut dalam menggunakan rumus *fetch limited* dan bantuan grafik peramalan gelombang, berikut besaran tinggi gelombang yang didapatkan disajikan dalam bentuk mawar gelombang.



Gambar 7. Hasil Analisis Waverose di Lokasi Studi

Waverose menunjukkan bahwa pada lokasi studi memiliki besaran tinggi gelombang laut sebesar 2 - 3 m yang datang dari arah Barat, disusul dari arah barat laut dengan tinggi gelombang maksimum yang sama. Pola angin dominan dari sektor barat hingga barat laut terbukti mampu membangkitkan gelombang dengan tinggi signifikan berkisar antara 2–3 meter. Tingginya gelombang yang membentur garis pantai ini memberikan fluks energi yang besar pada area *surf zone*. Sesuai dengan penelitian

Sakka dkk. (2025) di perairan pesisir barat Sulawesi Selatan, energi gelombang yang terdisipasi saat pecah merupakan agen penggerak utama transpor sedimen yang secara langsung memicu perubahan morfologi dan garis pantai.

Tinggi gelombang yang diperoleh dari hasil peramalan gelombang merupakan gelombang rencana yang mewakili tiap tahun, sehingga tinggi gelombang yang digunakan untuk analisis lanjutan merupakan tinggi gelombang periode ulang. Penentuan periode ulang gelombang rencana dilakukan dengan mempertimbangkan nilai ekonomi kawasan yang menjadi objek perlindungan serta tipe bangunan pantai yang dirancang. Semakin besar nilai kepentingan wilayah tersebut, maka semakin besar pula periode ulang gelombang yang dipilih dalam proses perencanaan. (Yuwono, 2021).

Analisis Sedimentasi

Perhitungan transpor sedimen dilakukan untuk menganalisis kemungkinan penyebab terjadinya pendangkalan di lokasi studi. Angkutan sedimen terjadi akibat terbentuknya osilasi gelombang dengan aliran arus sejajar pantai dan turbulensi gelombang pecah.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Transpor Sedimen di Lokasi Studi

Arah Datang	Tinggi Gelombang	Transpor Sedimen	Total Transpor Sedimen	Arah Datang
Gelombang	(m)	m ³ /tahun	m ³ /tahun	Sedimen
S-SW	0.5	865	21,586	Utara
	1.5	12,236		
	2.5	8,485		
	3.5	0		
SW	0.5	970	17,015	
	1.5	12,471		
	2.5	3,575		
	3.5	0		
W-SW	0.5	1,795	41,334	
	1.5	37,299		
	2.5	2,240		
	3.5	0		
Σ Sedimen Dari			79,935	Utara
W-NW	0.5	9,056	86,621	Selatan
	1.5	64,128		
	2.5	13,437		
	3.5	0		
NW	0.5	6,849	83,377	
	1.5	55,079		
	2.5	21,449		
	3.5	0		
N-NW	0.5	2,510	35,956	
	1.5	24,961		
	2.5	8,485		
	3.5	0		
Σ Sedimen Dari			205,954	Selatan
Net Transport			126,019	Selatan

Berdasarkan hasil perhitungan, transpor sedimen dipengaruhi oleh variasi arah datang dan tinggi gelombang. Gelombang dari sektor selatan–barat hingga barat–barat daya menghasilkan total transpor sebesar 79.935 m³/tahun yang datang dari utara, sedangkan gelombang dari sektor barat–barat laut hingga utara–barat laut menghasilkan total 205.954 m³/tahun yang datang dari selatan. Secara keseluruhan

diperoleh net transpor sedimen sebesar 126.019 m³/tahun yang dominan datang dari arah selatan, menunjukkan adanya ketidakseimbangan angkutan sedimen sepanjang pantai. Kondisi ini mengindikasikan potensi defisit sedimen, yang dalam jangka panjang dapat berkontribusi terhadap proses abrasi pada zona yang kehilangan suplai sedimen.



Gambar 8. Kondisi Lokasi Studi dari tahun 2012 sampai 2025 (Google Earth).

Pada Gambar 8 terlihat adanya aktivitas transpor sedimen yang menyebabkan kemunduran pada garis pantai sebesar ± 65 m, gambar tersebut merupakan hasil penangkapan satelit kondisi pantai dari tahun 2012 – 2025.

Hasil perhitungan menunjukkan net transpor sedimen sebesar 126.019 m³/tahun yang dominan datang dari arah selatan. Ketidakseimbangan angkutan sedimen ini mengindikasikan adanya defisit suplai sedimen pada bagian asal net arah transpor, yang dalam jangka panjang dapat memicu kemunduran garis pantai. Temuan ini konsisten dengan hasil interpretasi citra satelit periode 2012–2025 yang menunjukkan kemunduran garis pantai sebesar ± 65 m. Dengan demikian, karakteristik hidro-oseanografi berupa dominasi gelombang barat, pola arus pasang surut, dan arah net transpor sedimen memiliki hubungan langsung terhadap proses abrasi yang terjadi di kawasan penelitian.

KESIMPULAN

Dari hasil kajian terhadap dinamika hidro-oseanografi di pesisir Tanjung Bunga Makassar dapat diketahui bahwa tipe pasang surut yang terjadi di lokasi penelitian termasuk dalam kategori campuran condong harian ganda dengan nilai Formzahl (FN) sebesar 0,897. Pola angin dominan berasal dari sektor barat hingga barat laut yang berperan dalam pembangkitan gelombang dengan tinggi berkisar antara 2–3 m. Hasil pengukuran arus menunjukkan adanya dinamika arus pasang surut dengan arah yang berubah mengikuti fase pasang dan surut serta kecepatan yang lebih besar pada kondisi

surut. Analisis transpor sedimen menunjukkan adanya net transpor sebesar 126.019 m³/tahun yang dominan datang dari arah selatan.

Kondisi ini mengindikasikan ketidakseimbangan angkutan sedimen yang berpotensi menyebabkan defisit sedimen pada bagian asal transpor. Keterkaitan antara parameter hidro-oseanografi dengan fenomena abrasi di Tanjung Bunga menunjukkan adanya interaksi akumulatif yang destruktif. Energi gelombang dominan dari arah barat bertindak sebagai pengaduk yang mensuspensikan sedimen dasar, sementara arus surut yang kuat (0,2390 m/s) serta arus sepanjang pantai (*longshore current*) bertindak sebagai media pembawa (*transporting agent*). Hal ini mengakibatkan defisit sedimen, di mana volume sedimen yang terangkut keluar dari sel pantai lebih besar dibandingkan sedimen yang mengendap. Kondisi ini diperkuat oleh studi Singgih dkk. (2024), yang menegaskan bahwa pesisir pesisir Makassar sangat rentan terhadap tingkat erosi yang kritis akibat kuatnya hantaman gelombang dominan pada musim barat yang tidak diimbangi dengan suplai sedimen alami yang memadai. Hasil interpretasi citra satelit periode 2012–2025 menunjukkan kemunduran garis pantai sebesar ±65 m yang sejalan dengan arah net transpor sedimen. Dengan demikian, karakteristik hidro-oseanografi yang meliputi gelombang, arus pasang surut, dan transpor sedimen memiliki hubungan terhadap proses abrasi pantai di kawasan Tanjung Bunga Makassar.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pemodelan numerik dinamika pantai secara lebih komprehensif dengan mempertimbangkan interaksi gelombang, arus, dan perubahan morfologi pantai dalam jangka waktu yang lebih panjang. Selain itu, diperlukan kajian lanjutan terkait alternatif penanganan abrasi pantai melalui analisis perencanaan bangunan pantai atau pendekatan pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan di kawasan Tanjung Bunga Makassar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada CV. Elriguaz atas dukungan dalam pelaksanaan survei lapangan, termasuk bantuan tim ahli serta penyediaan peralatan yang digunakan dalam kegiatan pengukuran. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) atas penyediaan data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Alfiah, N. A., Darwis, M. F., Al Imran, H., & Syamsuri, A. M. (2024). Analisis Perubahan Garis Pantai Takkalasi Kecamatan Balusu Kabupaten Barru. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(1), 64–71.
- Ashilah, S., Anugroho, A., Suryoputro, D., Dwi, D., & Ismunarti, H. (2023). Studi Perubahan Garis Pantai Tahun 2012-2022 di Pesisir Pantai Bagik Kembar, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. Dalam *Indonesian Journal of Oceanography* (Vol. 02).
- Center, C. E. R. (1992). *Automated Coastal Engineering System*. Department of the Army Waterway Experiment Station Corps of Engineers.
- Gaol, H. L., Helmi, M., & Satriadi, A. (2025). Analisis Perubahan Garis Pantai Wilayah Pesisir Menggunakan Metode DSAS (Digital Shoreline Analysis System) Di Pantai Tirang, Tugurejo Kota Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 7(1), 21–31.
- Handiani, D. N., Heriati, A., Ashary H, H. M., & Wardhani, E. (2024). Penilaian Kerentanan Pesisir Berdasarkan Parameter Fisik di Pantai Utara Kabupaten Bekasi. *Jurnal Kelautan Nasional*, 19(1), 79–92.
- Hastuti, A. W., Nagai, M., Ismail, N. P., Priyono, B., Suniada, K. I., & Wijaya, A. (2024). Spatiotemporal analysis of shoreline change trends and adaptation in Bali Province, Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*, 76, 103598.
- Muskananfolo, M. R., Febrianto, S., & Ayuningrum, D. (2023). Hydrodynamic Characteristics and Sediment Distribution Patterns in Wulan Delta Estuary, Demak, Indonesia. *Makara Journal of Technology*, 27(1), 11–16.
- Sakka, Assegaf, A. H., Amiruddin, Saaduddin, Azis, S. N. A. A., & Ismail, A. M. I. (2025). Impact of wave energy and sediment transport on shoreline changes: A multi-temporal satellite image analysis in Galesong, Takalar Regency, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 12(4), 8179–8189.
- Simbolon, M. Y., Achiari, H., Sulaiman, D. M., & Aryanti, C. A. (2025). Analisis Sedimentasi dan Peredaman Gelombang Akibat Pemecah Gelombang Ambang Rendah di Pantai Sigandu. *Jurnal Tropis Maritim*, 7(1), 1–15.
- Singgih, H., Buarlele, L., & Febriani, L. (2024). Analyzing Coastline Erosion to Save the Coastal Environment in Makassar. *Journal of Science and Education (JSE)*, 5(1), 329–343.
- Sutjipto, Pranowo, W. S., & Prasita, V. D. (2025). Analisis Karakter Gelombang Laut di Selat Madura Periode Tahun 2024. *J-Tropimar*, 7(2), 79–93.
- Umar, H., Paotonan, C., Rachman, T., Nur, S. H., Muhiddin, A. H., Maming, M. I., Rezky Andriadi, A. M., & Assidiq, F. M. (2025). Assessing Sediment Transport and Shoreline Dynamics in High-Energy Tropical Coasts. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 11(7), 3020–3038.
- Yuwono, N. (2021). *Teknik Perlindungan dan Pengamanan Wilayah Pesisir*. Kanisius.