



Zonasi Bencana Abrasi Pantai Sappoang Kabupaten Polewali Mandar

Hamsah^{1,2*}, Nirmawala²

¹Institut Teknologi dan Bisnis Muhammadiyah Polewali Mandar, Indonesia

²Wesrec Research, Indonesia

Article Info

Article History

Submitted 2022-01-13

Revised 2022-05-28

Accepted 2022-07-07

Keywords

Zonation Abrasion, Coastal Morphology, Disaster

Abstrak

Penelitian ini menggunakan pendekatan formula. Dalam rumus memiliki beberapa variabel. Variabel dalam penelitian ini adalah pasang surut, kecepatan dan arah arus laut, tinggi gelombang dan periode gelombang, jenis struktur geologi pantai dan bahan ukuran butir sedimen, kemiringan pantai dan arah garis pantai, kecepatan dan arah angin. Jumlah sampel atau titik pengamatan sebanyak 27 titik, dengan jarak interval setiap titik 200 m. Hasil penelitian dianalisis dalam rumus tipe gelombang dan determinan abrasi dan sedimentasi. Pantai Sappoang merupakan salah satu bentang alam laut yang lebih spesifik dikenal dengan bentuk daratan bar (endapan pasir di sepanjang pantai). Kondisi pantai yang terletak di sekitar muara sungai dengan perbedaan fisik pantai yaitu berada pada daerah cekungan (central coast), dimana kekuatan ombak, dan kecepatan aliran pada lereng pantai daerah cekungan pantai mempunyai nilai lebih besar jika dibandingkan dengan daerah pantai. daerah pesisir dekat muara sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga kondisi pantai di Pantai Sappoang yang berbeda daerah penelitian yang sedang dilakukan (angin barat), yaitu daerah sedimentasi, seimbang dan terabrasi. Zona abrasi dan zona sedimentasi lebih dominan dibandingkan dengan pantai-pantai yang stabil. Hal ini lebih signifikan karena pada saat pengukuran, angin bertiup dari arah barat, mengingat kuantitas variabel pengukuran pantai semakin tinggi, sehingga zona pantai semakin terkikis.

Abstract

This research uses a formula approach. In formula has several variables. The variables in this research are tidal, ocean current speed and direction, wave height and wave period, type of geological structure of the coast and sediment grain size materials, the slope of the beach and coastline direction, wind speed and direction. The number of samples or observation points at 27, with interval distance every point is 200 m. The results of the research were analyzed in the waves of the type formula and determinants of abrasion and sedimentation. Sappoang Beach is one of the marine landforms are more specifically known as a land form bar (deposition of sand along the coast). Conditions beach located around the mouth of the river to the beach physical differences that are in the basin area (central coast), where the force of the waves, and the flow velocity at the beach slope basin area beaches have greater value when compared to the coastal areas near the mouth river. The results showed that there are three conditions in Sappoang Beach beaches of different areas of research currently conducted (the west wind), like sedimentation area, balanced and abraded. Abraded zone and sedimentation zone is more dominant than the beaches that are stable. This is more significant because at the time of measurement, the wind is blowing west wind, given the quantity of variables measuring the higher the coast, so the coastal zone is increasing abraded.

* Address: Jl. Poros Majene - Mamuju, Campurjo, Kec. Wonomulyo, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat 91352
 E-mail: hamsahancha92@gmail.com

© 2022. Published by UNNES. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

p-ISSN 2549-3078 e-ISSN 2549-3094

PENDAHULUAN

Bencana Alam yang terdapat di Indonesia sudah banyak terjadi. Mulai dari bencana tsunami, banjir, tanah longsor, gempa sampai dengan abrasi. Salah satu bencana tersebut adalah abrasi, khususnya pada wilayah pantai. Tidak dapat dipungkiri bahwa sebagian besar wilayah pantai Indonesia mengalami abrasi pantai yang penanggulangannya masih belum sempurna, hal ini menjadi tugas tambahan bagi pemerintah yang terus menerus diupayakan, dikarenakan akibat yang ditimbulkan oleh masalah abrasi yang sangat memprihatinkan.

Sulawesi merupakan salah satu pulau yang memiliki pantai yang panjang. Pada sepanjang garis pantai yang berada pada wilayah pesisir inilah denyut aktifitas perekonomian sangat dominan dibandingkan dengan wilayah sebelah dalam. Hal ini dapat dilihat dari lokasi permukiman penduduk yang tersebar dan tumbuh di sepanjang wilayah ini. Selanjutnya antara satu lokasi dengan lainnya dihubungkan dengan jalur transportasi yang terus dikembangkan.

Salah satu kabupaten atau daerah di Sulawesi Barat adalah Kabupaten Polewali Mandar. Kabupaten ini tepat berada pada Teluk Mandar yang memiliki letak astronomis yaitu $118^{\circ} 40' 27''$ BT sampai $119^{\circ} 29' 41''$ BT dan $3^{\circ} 4' 10''$ LS sampai $3^{\circ} 32' 00''$ LS dengan panjang pantai sekitar 63 km. Pantai Sappoang berada di Kelurahan Ammassangan Kecamatan Binuang, yang sejajar dengan Jalur Trans Sulawesi atau Jalan Poros Polewali-Pinrang, dimana pantai ini memiliki panjang sekitar 7,36 km (BPS, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan wilayah yang terabrasi dan tersedimentasi. Dari hasil penelitian ini dapat diperoleh beberapa manfaat seperti dijadikan acuan untuk menunjang pengembangan wilayah, pemanfaatan sumber daya alam dan penanggulangan abrasi dan sedimentasi pantai tersebut.

Abrasi ialah suatu peristiwa mundurnya garis pantai pada wilayah pesisir pantai yang rentan terhadap aktivitas yang terjadi di daratan maupun di laut. Aktivitas seperti penebangan hutan mangrove, penambangan pasir, serta fenomena tingginya gelombang, dan pasang surut air laut menimbulkan dampak terjadinya abrasi atau erosi pantai (Abda, 2019). Pesisir pantai merupakan kawasan yang sangat dinamis dengan berbagai ekosistem hidup yang saling terkait satu sama lain. Kedinamisan kawasan pantai yang terjadi secara terus menerus salah satu wujudnya yaitu perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai yang terjadi berupa

pengikisan badan pantai (abrasi) dan penambahan badan pantai (sedimentasi) (Badwi et al., 2019). Kekuatan abrasi ditentukan oleh besar-kecilnya gelombang yang menghempas ke pantai. Sebagaimana juga halnya erosi sungai, kekuatan daya kikis oleh gelombang dipertajam pula oleh butiran-butiran material batuan yang terkandung bersama gelombang yang terhempas membentur batuan.

Abrasi dan sedimentasi pantai sesungguhnya adalah suatu bentuk keseimbangan interaksi antara faktor-faktor oseanografi dan geologi di kawasan pesisir. Faktor-faktor oseanografi di antaranya adalah gelombang, pasang surut dan arus sedangkan faktor geologi antara lain adalah batuan penyusun pantai dan morfologi pantai. Pada kondisi faktor oseanografi lebih kuat daripada faktor geologi, maka pantai akan mengalami abrasi (Hasanudin & Kusmanto 2018). Bentuk-bentuk endapan yang utama dari gelombang dan arus sepanjang pantai adalah: *beach*, *bars*, *spits*, *tombolo*, *tidal delta*, dan *beach ridges*.

Pantai adalah mintakat antara tepi perairan laut pada pasang rendah sampai ke batas efektif pengaruh gelombang ke arah daratan. Sedangkan pesisir adalah mintakat yang meliputi pantai dan perluasannya ke arah darat sampai batas pengaruh laut tidak ada (Setiyono, 1996). Geomorfologi adalah ilmu yang mempelajari tentang bentang alam yang meliputi sifat dan karakteristik dari bentuk morfologi, klasifikasi dan perbedaannya serta proses yang berhubungan terhadap pembentukan morfologi tersebut.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan formula, dimana dalam formula ini membutuhkan data-data parameter dinamika pantai. Ada beberapa jenis formula yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain formula penentuan tipe hempasan gelombang, formula untuk penentuan total angkutan sedimen serta formula untuk penentuan sedimentasi atau abrasi (G_o).

Tipe Hempasan gelombang dan Indeks Hempasan Gelombang

$$H_b = 0,39 g^{1/5} (T.H^2)^{2/5}$$

Dimana:

H_b : Tinggi hempasan gelombang (m)

g : Percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

T : Periode gelombang (sekon atau detik)

H : Tinggi gelombang (m)

Kemudian nilai H_b dapat dimasukkan ke dalam formula:

$$I = Hb / (g \cdot \tan \beta \cdot T^2)$$

Dimana :

- I: Indeks hempasan gelombang
- β : Sudut kemiringan lereng tepi pantai (...^o)
- g: Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)
- T: Periode gelombang (sekon atau detik)

Dengan Ketentuan nilai Indeks hempasan gelombang (I) :

Tabel 1. Ketentuan Nilai Indeks Hempasan Gelombang (I)

Sifat/Tipe Gelombang	Nilai Indeks Hempasan
Spilling	> 0,07
Plunging & Collapsing	0,003-0,07
Surging	< 0,003

Sumber: Taofiqurohman, (2020).

Total angkutan Sedimen

$$E = 1/8 \rho g H^2$$

$$C = L/T$$

$$P_e = (EC_n) \sin \alpha \cos \alpha$$

$$Q = 1,290 P_e \dots\dots\dots(\text{Anwar dkk, 2013})$$

Keterangan :

- ρ = Massa jenis air laut (kg/m³)
- g = Percepatan gravitasi (m/s²)
- α = Sudut antara arah gelombang & garis pantai (...^o)
- n = Fungsi kedalaman air (0,5 air dalam; 1 air dangkal)
- E = Energi gelombang (kg/s²)
- C = Kecepatan gelombang (m/s)
- P_e = Kekuatan Gelombang (Nm/s/m)
- Q = Total angkutan sedimen (m³/tahun)

Faktor penentu Sedimentasi dan Abrasi (Go)

$$L = 1,56 T^2$$

$$Go = (Ho/L) (tg\beta)^{0,27} (d_{50}/L)$$

Dengan Ketentuan nilai Go:

Tabel 2. Ketentuan Nilai Go

Kriteria Nilai Go	Sifatnya
< 0,0556	Sedimentasi
0,0556-0,1111	Seimbang
> 0,1111	Erosi/Abrasi

Sumber : Nasiah dan Ichsan, 2013

Keterangan :

T: Periode gelombang (sekon)

Ho : Tinggi gelombang maksimum (m)

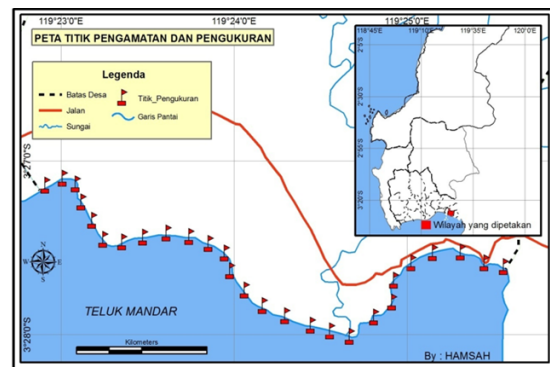
L: Panjang gelombang (m)

β : Sudut kemiringan lereng tepi pantai (...^o)

d_{50} : diameter sedimen kuartil 2

Go : faktor penentu akresi/ abrasi

Adapun teknik pengambilan atau titik pengukuran yaitu dengan mengambil beberapa titik pengambilan sampel sebanyak 27 titik, dengan jarak interval setiap titik sekitar 200 meter. Sebaran lokasi titik pengamatan dan pengukuran ini telah tertuang dalam Gambar 1. Penelitian ini dilakukan di sepanjang garis pantai Kelurahan Ammasangan, Kecamatan Binuang Kabupaten Polewali Mandar. Letak administratif kelurahan ini yaitu : 119° 22' 18,68" BT sampai 119° 26' 06,03" BT dan 3° 24' 3,4" LS sampai 3° 28' 01,13" LS. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan dan pengukuran lapangan yang dilakukan di beberapa titik sepanjang garis pantai tersebut. Penelitian ini memakan waktu selama 3 bulan yang mencakup studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data serta penyusunan laporan akhir.



Gambar 1. Peta Titik Pengamatan dan Pengukuran di Pantai Sappooing

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis data yang dikumpulkan, yaitu :

Data Primer, data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian penelitian atau pengukuran langsung baik itu di Lapangan maupun di Laboratorium. Data-data tersebut meliputi data pasang surut, arah dan tinggi gelombang, arah dan kecepatan angin, arah garis pantai dan kemiringan lereng pantai, serta sampel sedimen.

Data Sekunder, diperoleh secara tidak langsung (didapat dari Instansi Pemerintahan dan Militer) untuk bahan atau jenis yang sama dan berhubungan dengan penelitian ini, serta pedoman yang relevan lainnya yang sesuai dengan penelitian ini. Data-data tersebut meliputi data pasang surut pembandingan, Peta RBI, Jenis Tanah, Geologi wilayah penelitian dari pihak-pihak/instansi yang terkait.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Pantai Sappoang

Morfologi Pantai merupakan salah satu bentuk lahan yang disebabkan oleh parameter dinamika pantai yang berkerja di pantai. Pantai Sappoang merupakan salah satu bentuk lahan marine yang bentukannya dibentuk oleh energi gelombang dan arus yang bekerja di wilayah pantai tersebut. Secara lebih mendetail lagi, Pantai Sappoang merupakan contoh bentuk lahan gisik, yaitu suatu jenis bentuklahan marine, yang berupa endapan pasir di sepanjang pantai, dimana endapan pasir tersebut merupakan hasil endapan material yang dapat berasal dari suplai sedimen sungai ataupun dari wilayah pantai itu sendiri.

Secara umum, Pantai Sappoang merupakan salah satu bentuklahan marine yang bentuknya dibentuk oleh energi gelombang dan arus yang bekerja di wilayah pantai tersebut. Secara lebih mendetail lagi, pantai sappoang merupakan contoh bentuk lahan gisik, yaitu suatu jenis bentuk lahan marine, yang berupa endapan pasir di sepanjang pantai, dimana endapan pasir tersebut merupakan hasil endapan material yang berasal dari suplai sedimen sungai ataupun dari wilayah pantai itu sendiri.

Pembentukan gisik di Pantai Sappoang ini merupakan hasil kerjasama dari beberapa variable dinamika pantai. Ada beberapa komponen dinamika pantai yang menjadi pengaruh pembentukan lahan gisik ini, baik komponen aktif maupun komponen pasif. Komponen-komponene tersebut antar lain: pasang surut, angin, energy gelombang, arus, material geologi pantai, kemiringan lereng pantai dan garis pantai.

Berdasarkan hasil analisis, diketahui tipe pasang surut yang terjadi di Kelurahan Ammasangan adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mix tide prevailing diurnal*), dimana pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Adanya dinamika perubahan permukaan air laut ini tentu saja membawa pengaruh bagi proses penggerusan dan pengangkutan material pantai. Sebagai contoh saat pasang terjadi, energi gelombang dan arus dapat mencapai wilayah lereng pantai atas. Sehingga di wilayah lereng pantai atas tersebut dapat saja terjadi proses pengendapan ataupun abrasi. Peluang energi gelombang dan arus untuk mencapai titik lereng pantai atas sangatlah berbeda antara tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal dengan tipe pasang surut lainnya.

Bentuk lahan gisik di Pantai Sappoang ini merupakan hasil kerjasama dari beberapa variabel dinamika pantai. Terdapat beberapa komponen dinamika pantai yang menjadi pengaruh pembentukan lahan gisik ini, baik komponen aktif maupun komponen pasif. Beberapa komponen-komponen tersebut antara lain: pasang surut, angin, energi gelombang, arus, material geologi pantai, kemiringan lereng pantai dan arah garis pantai.

Sesuai hasil analisis pasang surut pengukuran langsung di lokasi penelitian, diketahui tipe pasang surut yang terjadi di Kelurahan Ammasangan adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (*Mixed Semi Diurnal Tide*), dimana pada tipe ini diketahui bahwa dalam 1 (satu) hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, namun tinggi air beserta periodenya berbeda. Bagitupun dengan hasil analisis grafik pasang surut data DANLANTAMAL, bahwa tipe pasang surut dengan titik pengambilan data di Mamuju yang tersekat dengan lokasi penelitian ini yaitu campuran condong ke harian ganda (*Mixed Semi Diurnal Tide*), sama dengan tipe pasang surut pengukuran langsung di lokasi penelitian, dimana pada tipe ini diketahui bahwa dalam 1 (satu) hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, namun tinggi air beserta periodenya berbeda. Adanya dinamika perubahan permukaan air laut ini tentu saja membawa pengaruh bagi proses penggerusan dan pengangkutan material pantai. Sebagai contoh, saat pasang terjadi, energi gelombang dan arus dapat mencapai wilayah lereng pantai atas. Sehingga di wilayah lereng pantai atas tersebut dapat saja terjadi proses pengendapan ataupun abrasi. Peluang energi gelombang dan arus untuk mencapai titik lereng pantai atas sangatlah berbeda antara tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda dengan tipe pasang surut lainnya.

Angin yang di Pantai Sappoang sangatlah bervariasi, baik dari segi kecepatan maupun dari arah gerakannya. Perubahan ini tentu saja dipengaruhi oleh perubahan tekanan di permukaan bumi. Kecepatan angin yang terukur di beberapa titik pengukuran yaitu antara antara 0,2 m/s sampai 3,6 m/s, dengan arah gerakan angin di pantai ini bergerak ke arah Timur Laut dan Utara, ini dapat dilihat berdasarkan hasil pengukuran arah angin pada titik A1 sampai A11 (48° - 8°). Ketika di titik A12 sampai A18, arah gerakan angin ini menuju Barat Laut dan Barat-Barat Laut (352° - 290°).

Adanya gaya angin yang berkecepatan 0,2 m/s sampai 3,6 m/s di permukaan air laut Pantai Sappoang yang menyebabkan terjadinya

gaya gesek/dorong tentu saja dapat membangkitkan gelombang pantai. Dari hasil pengukuran di lapangan, diketahui tinggi gelombang laut yang terbentuk sangatlah bervariasi, mulai dari ketinggian 3,36 cm sampai dengan ketinggian 21,14 cm. Perbedaan ketinggian ini tentu saja menciptakan karakteristik gisik yang terbentuk di setiap titik berbeda.

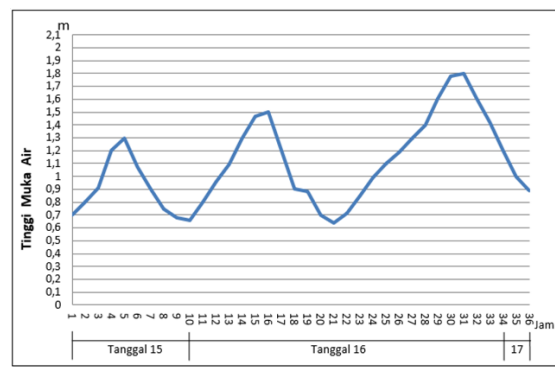
Begitupula dengan gelombang, kecepatan dan arah arus sangat dipengaruhi oleh angin. Dengan kecepatan angin yang mampu bertiup hingga kecepatan 3,6 m/s ini ternyata dapat menciptakan arus yang berkecepatan antara 0,01 m/s sampai dengan 0,07 m/s. Variasi kecepatan dan arah arus ini tentu saja sangat mempengaruhi tingkat ketebalan gisik di sepanjang Pantai Sappoang. Selain tingkat ketebalan, variasi ukuran diameter butiran juga menjadi faktor akibat dari perbedaan kecepatan dan arah arus yang terjadi di Pantai Sappoang.

Oleh karena adanya variasi energi gelombang dan arus menyebabkan persebaran butiran sedimen pantai di setiap sudut Pantai Sappoang ini berbeda-beda, dimana ada butiran sedimen yang ukuran diameter rata-ratanya diantara 0,155 mm sampai 0,59 mm. Jika masukkan dalam klasifikasi ukuran sedimen menurut Wentworth, ukuran 0,155 mm - 0,59 mm masuk dalam banyah jenis kelas yaitu pasir sangat halus, pasir halus, pasir setengah kasar, pasir kasar, pasir sangat kasar. Namun energi gelombang dan arus yang terjadi di wilayah muara sungai menjadi lebah, hal ini dipengaruhi oleh aliran sungai yang ada di muara. Sehingga ukuran butiran sedimen di pantai bagian muara sungai, berdiameter lebih besar, atau dengan kata lain jenis sedimennya agak lebih kasar.

Lahan Gisik yang terbentuk di Pantai Sappoang ini memiliki tingkat kemiringan yang berbeda-beda. Di wilayah muara Sungai, tingkat kemiringan lereng pantai berkisar antara 5° sampai 11°, sedangkan di wilayah Pantai Sappoang yang agak jauh dari muara sungai mencapai tingkat kemiringan lereng 12° sampai 20°. Perbedaan kemiringan lereng ini, selain dipengaruhi oleh hasil kerja energi gelombang dan arus pantai, juga sangat dipengaruhi oleh jarak muara sungai, yang merupakan titik sumber penyuplai sedimen sungai. Semakin dekat dengan muara sungai, maka lereng pantai akan semakin landai akibat proses pengendapan sedimen.

**Dinamika Pantai Sappoang
Pasang Surut
Hasil Pengukuran Langsung**

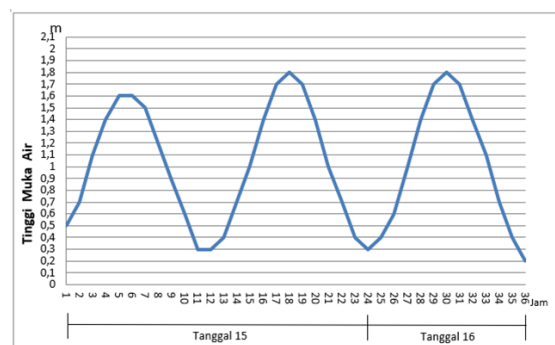
Berdasarkan hasil pengukuran langsung di lokasi penelitian, dan setelah dianalisis melalui grafik pasang surut hubungan waktu dengan dengan tinggi muka air lau dalam selang waktu 1 (satu) jam, dapat disimpulkan bahwa tipe pasang surut yang terdapat di Kelurahan Ammassangan ini termasuk tipe tipe Campuran Condong Ke Harian Tunggal (*Mixed Prevailing Diurnal Tide*), dimana pada tipe ini diketahui bahwa dalam 1 (satu) hari terjadi dua kali air pasang dan satu kali air surut, namun kadang-kadang terjadi dua kali surut tinggi air beserta periodenya berbeda. Hasil analisis grafiknya dapat dilihat pada gambar 2. Pada Gambar 2 merupakan hasil pengolahan data dari pengukuran pasang surut di lokasi penelitian.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Langsung di Lokasi Penelitian, Maret 2014

Hasil Pengukuran dari DANLANTAMAL (data sekunder)

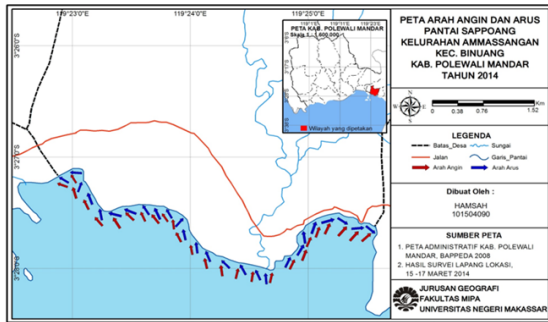
Hasil pengolahan data pasang surut harian yang dianalisis dalam bentuk grafik yang sesuai dengan gambar 3.



Gambar 3. Hasil Analisis Data Pasang Surut 15 hari dari DANLANTAMAL Prov. Sulawesi Selatan, Maret 2014

Berdasarkan data ketinggian permukaan air laut tanggal 16 Maret 2014 sampai dengan 30 Maret 2014 yang diperoleh dari DANLANTAMAL Provinsi Sulawesi Selatan, dengan pengambilan data di Stasiun Mamuju yang kemudian dianalisis dalam sebuah grafik hubungan antara waktu dan tinggi muka air laut, diketahui tipe pa-

sang surut yang dimana stasiun yang paling dekat dengan Kelurahan Ammassangan yaitu Stasiun Mamuju ini yaitu tipe Campuran Condong Ke Harian Tunggal (*Mixed Prevailing Diurnal Tide*), dimana pada tipe ini diketahui bahwa dalam 1 (satu) hari terjadi dua kali air pasang dan satu kali air surut, namun kadang-kadang terjadi dua kali surut tinggi air beserta periodenya berbeda. Untuk lebih jelas, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Peta Arah Angin dan Arus Pantai Sappoang, Kelurahan Ammassangan Tahun 2014

Angin

Kecepatan angin dan arah angin yang telah diukur di beberapa titik lokasi penelitian mulai tanggal 15 sampai 17 Maret 2014 dengan menggunakan alat *Kompas* dan *Anemometer*. Untuk melihat hasil pengukuran angin 27 titik, dapat dilihat pada tabel berikut.

Kecepatan angin Pantai Sappoang ini berkisar antara 0,2 m/s sampai 3,6 m/s. Sedangkan arah gerakan angin di pantai ini bergerak ke arah Timur Laut dan Utara, ini dapat dilihat berdasarkan hasil pengukuran arah angin pada titik A1 sampai A11 (48° - 8°). Ketika di titik A12 sampai A18, arah gerakan angin ini menuju Utara Barat Laut dan Barat-Barat Laut (352° - 290°).

Gelombang

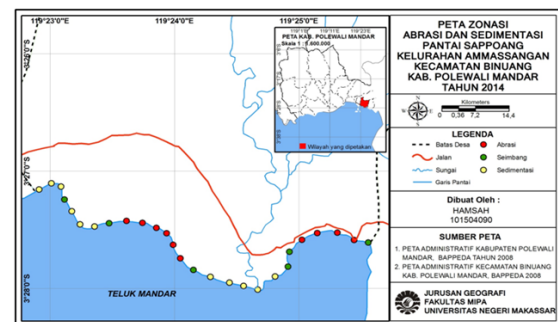
Tinggi gelombang yang terjadi di Pantai Sappoang ini bervariasi, yaitu antara 3,36 cm sampai 21,14 cm. Di wilayah pantai yang berada di sekitar muara, tinggi gelombang yang terjadi yaitu antara 3,57 cm sampai 7,33 cm. Sedangkan di bagian Timur pantai ini, tinggi gelombang yang tertinggi yaitu 21,14 cm, dan di bagian Barat pantai ini, tinggi gelombang yang tertinggi yaitu 18,72 cm.

Di wilayah timur muara, arah gelombang menuju antara Utara dan Timur Laut (9° - 50°). Sedangkan di bagian barat muara, arah gelombang lebih dominan menuju ke bagian Utara. Selain arah gelombang dan periode gelombang, Periode gelombang di Pantai Sappoang ini juga bervariasi yaitu berkisar antara 4,62 sekon sampai 8,57 sekon. Pengukuran Gelombang ini di-

lakukan dari arah utara ke timur.

Sedimen

Berdasarkan hasil analisis ukuran butiran sedimen dan hasil analisis grafik semilog, diketahui bahwa nilai kuartil 2 (Q_2 atau d_{50}) ukuran butiran sedimen di Pantai Sappoang berada diantara 0,155 mm sampai 0,59 mm. Nilai ini jika diklasifikasikan dalam skala *Wenworth*, bahwa butiran sedimen ini termasuk klasifikasi : Pasir Sangat Halus, Pasir Halus, Pasir Setengah Kasar, Pasir Kasar, Pasir sangat kasar. Sedimen di wilayah ini bervariasi karena ukuran butiran sedimen yang dekat dengan muara agak lebih kasar dibanding dengan yang jauh dari muara sungai.



Gambar 5. Peta Titik Zonasi Abrasi dan Sedimentasi Pantai Sappoang Kelurahan Ammassangan Tahun 2014

Arah garis pantai dan kemiringan lereng tepi pantai

Berdasarkan hasil pengukuran di wilayah Pantai Sappoang, diketahui bahwa arah garis pantai ini melengkung terhadap laut, tetapi pada umumnya memanjang dari arah Barat sampai ke Timur. Sedangkan kemiringan pantai juga bervariasi, yaitu antara $4,5^{\circ}$ sampai $22,58^{\circ}$. Di wilayah yang dekat dengan muara, kemiringan lereng agak landai, dengan kisaran sudut lereng 5° sampai 11° . Sebaliknya wilayah yang agak jauh dari muara, kemiringannya agak terjal dengan sudut lereng berkisar antara 12° sampai 20° .

Tipe Hempasan Gelombang

Dari hasil analisis beberapa parameter dinamika pantai, dapat diketahui nilai hempasan gelombang, dan indeks hempasan gelombang di beberapa titik di Pantai Sappoang. Setelah dianalisis diketahui bahwa tipe hempasan gelombang di pantai ini, yaitu lebih dominan bertipe *Spilling*, dimana gelombang terjadi karena memiliki kemiringan kecil menuju pantai yang datar. Terdapat 5 titik yang bertipe lain yaitu tipe *Plunging* dan *Collapsing*, dimana gelombang terjadi karena kemiringan gelombang dan dasar bertambah. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat tabel 3.

Tabel 3. Hubungan antara Nilai Go dan Kategori Go

Titik	Go	Kategori
A1	0,0887	Seimbang
A2	0,1688	Abrasi
A3	0,1432	Abrasi
A4	0,1453	Abrasi
A5	0,1170	Abrasi
A6	0,1063	Seimbang
A7	0,0954	Seimbang
A8	0,0447	Sedimentasi
A9	0,0229	Sedimentasi
A10	0,0252	Sedimentasi
A11	0,0341	Sedimentasi
A12	0,0353	Sedimentasi
A13	0,1024	Seimbang
A14	0,1233	Abrasi
A15	0,1347	Abrasi
A16	0,1216	Abrasi
A17	0,1279	Abrasi
A18	0,1461	Abrasi
A19	0,1368	Abrasi
A20	0,0942	Seimbang
A21	0,0282	Sedimentasi
A22	0,0328	Sedimentasi
A23	0,0264	Sedimentasi
A24	0,0576	Seimbang
A25	0,0429	Sedimentasi
A26	0,0460	Sedimentasi
A27	0,0485	Sedimentasi

Total angkutan Sedimen

Berdasarkan hasil analisis data dari hasil pengukuran parameter dinamika pantai, dapat diketahui nilai energi gelombang, kecepatan gelombang, kekuatan gelombang, dan total gelombang. Setelah dianalisis dapat diketahui bahwa total angkutan sedimen yang ada di wilayah Pantai Sappoang ini rata-rata mencapai 58,8849 m³/tahun. Dan rata-rata dari energi gelombang, kecepatan gelombang, kekuatan gelombang di pantai ini dapat berturut-turut 18,6312 kg/s², 8,8548 m/s, 45,6472 Nm/s/m.

Faktor Penentu Abrasi dan Sedimentasi

Dari hasil analisis data dari beberapa parameter dinamika pantai, dapat diketahui nilai faktor penentu abrasi dan sedimentasi atau yang

disebut dengan *Go* beserta kategorinya setiap titik pengamatan. Berdasarkan hasil *Go* yang didapat, titik A2 sampai A5, titik A14 sampai A19 termasuk dalam kategori terabrasi, A6 sampai A7 termasuk kategori seimbang. Sedangkan titik A8 sampai A12, A21 sampai A27 (kecuali A24) termasuk dalam kategori sedimentasi.

Hasil analisis beberapa parameter dinamika pantai, dapat diketahui nilai hempasan gelombang, dan indeks hempasan gelombang di beberapa titik di Pantai Sappoang. Setelah dianalisis diketahui bahwa tipe hempasan gelombang di pantai ini, yaitu lebih dominan bertipe *Spilling*, dimana gelombang terjadi karena memiliki kemiringan kecil menuju pantai yang datar. Terdapat titik yang bertipe lain yaitu tipe *Plunging* dan *Collapsing*.

Hasil analisis data dari pengukuran parameter dinamika pantai, dapat diketahui nilai energi gelombang, kecepatan gelombang, kekuatan gelombang, dan total gelombang. Setelah dianalisis dapat diketahui bahwa besar angkutan sedimen yang ada di wilayah Pantai Sappoang ini rata-rata mencapai 58,8849 m³/tahun. Dan rata-rata dari energi gelombang, kecepatan gelombang, kekuatan gelombang di pantai ini dapat berturut-turut 18,6312 kg/s², 8,8548 m/s, 45,6472 Nm/s/m.

Wilayah pantai di Pantai Sappoang tergolong terabrasi lebih besar dibandingkan pantai yang sifatnya stabil. Hal ini bersifat lebih signifikan karena pada waktu pengukuran, angin yang bertiup adalah angin barat, mengingat kuantitas variabel pengukuran pantai semakin tinggi, sehingga zona pantai terabrasi semakin bertambah. Antara wilayah terabrasi dan sedimentasi dikatakan imbang karena wilayah kelurahan ini, diapit oleh beberapa pulau yang berada di Teluk Mandar.

Hasil analisis data dari beberapa parameter dinamika pantai, dapat diketahui nilai faktor penentu abrasi dan sedimentasi atau yang disebut dengan *Go* beserta kategorinya setiap titik pengamatan. Berdasarkan hasil *Go* yang didapat, titik A2 sampai A5, titik A14 sampai A19 termasuk dalam kategori terabrasi, A6 sampai A7 termasuk kategori seimbang. Sedangkan titik A8 sampai A12, A21 sampai A27 (kecuali A24) termasuk dalam kategori sedimentasi.

Morfologi Pantai merupakan salah satu bentuk lahan yang disebabkan oleh parameter dinamika pantai yang berkerja di pantai. Pantai Sappoang merupakan salah satu bentuk lahan marine yang bentukannya dibentuk oleh energi gelombang dan arus yang bekerja di wilayah pantai tersebut. Secara lebih mendetail lagi, Pantai

Sappoang merupakan contoh bentuk lahan gisik, yaitu suatu jenis bentuklahan marine, yang berupa endapan pasir di sepanjang pantai, dimana endapan pasir tersebut merupakan hasil endapan material yang dapat berasal dari suplai sedimen sungai ataupun dari wilayah pantai itu sendiri.

Bentuk lahan gisik di Pantai Sappoang ini merupakan hasil kerjasama dari beberapa variabel dinamika pantai. Terdapat beberapa komponen dinamika pantai yang menjadi pengaruh pembentukan lahan gisik ini, baik komponen aktif maupun komponen pasif. Beberapa komponen-komponen tersebut antara lain: pasang surut, angin, energi gelombang, arus, material geologi pantai, kemiringan lereng pantai dan arah garis pantai.

Sesuai hasil analisis pasang surut pengukuran langsung di lokasi penelitian, diketahui tipe pasang surut yang terjadi di Kelurahan Ammasangan adalah tipe pasang surut Campuran Condong Ke Harian Tunggal (*Mixed Prevailing Diurnal Tide*), dimana pada tipe ini diketahui bahwa dalam 1 (satu) hari terjadi dua kali air pasang dan satu kali air surut, namun kadang-kadang terjadi dua kali surut tinggi air beserta periodenya berbeda. Bagitupun dengan hasil analisis grafik pasang surut data DANLANTAMAL, bahwa tipe pasang surut dengan titik pengambilan data di Mamuju yang tersekat dengan lokasi penelitian ini yaitu Campuran Condong Ke Harian Tunggal (*Mixed Prevailing Diurnal Tide*), dimana pada hasil analisis data pasang surut dari Instansi Militer ini diketahui bahwa dalam 1 (satu) hari terjadi dua kali air pasang dan satu kali air surut, namun kadang-kadang terjadi dua kali surut tinggi air beserta periodenya berbeda.

Adanya dinamika perubahan permukaan air laut ini tentu saja membawa pengaruh bagi proses penggerusan dan pengangkutan material pantai. Sebagai contoh, saat pasang terjadi, energi gelombang dan arus dapat mencapai wilayah lereng pantai atas. Sehingga di wilayah lereng pantai atas tersebut dapat saja terjadi proses pengendapan ataupun abrasi. Peluang energi gelombang dan arus untuk mencapai titik lereng pantai atas sangatlah berbeda antara tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda dengan tipe pasang surut lainnya.

Angin yang di Pantai Sappoang sangatlah bervariasi, baik dari segi kecepatan maupun dari arah gerakannya. Perubahan ini tentu saja dipengaruhi oleh perubahan tekanan di permukaan bumi. Kecepatan angin yang terukur di beberapa titik pengukuran yaitu antara antara 0,2 m/s sampai 3,6 m/s, dengan arah gerakan angin di pantai ini bergerak ke arah Timur Laut dan Utara, ini

dapat dilihat berdasarkan hasil pengukuran arah angin pada titik A1 sampai A11 (48° - 8°). Ketika di titik A12 sampai A18, arah gerakan angin ini menuju Barat Laut dan Barat-Barat Laut (352° - 290°).

Adanya gaya angin yang berkecepatan 0,2 m/s sampai 3,6 m/s di permukaan air laut Pantai Sappoang yang menyebabkan terjadinya gaya gesek/dorong tentu saja dapat membangkitkan gelombang pantai. Dari hasil pengukuran di lapangan, diketahui tinggi gelombang laut yang terbentuk sangatlah bervariasi, mulai dari ketinggian 3,36 cm sampai dengan ketinggian 21,14 cm. Perbedaan ketinggian ini tentu saja menciptakan karakteristik gisik yang terbentuk di setiap titik berbeda.

Begitupula dengan gelombang, kecepatan dan arah arus sangat dipengaruhi oleh angin. Dengan kecepatan angin yang mampu bertiup hingga kecepatan 3,6 m/s ini ternyata dapat menciptakan arus yang berkecepatan antara 0,01 m/s sampai dengan 0,07 m/s. Variasi kecepatan dan arah arus ini tentu saja sangat mempengaruhi tingkat ketebalan gisik di sepanjang Pantai Sappoang. Selain tingkat ketebalan, variasi ukuran diameter butiran juga menjadi faktor akibat dari perbedaan kecepatan dan arah arus yang terjadi di Pantai Sappoang.

Oleh karena adanya variasi energi gelombang dan arus menyebabkan persebaran butiran sedimen pantai di setiap sudut Pantai Sappoang ini berbeda-beda, dimana ada butiran sedimen yang ukuran diameter rata-ratanya diantara 0,155 mm sampai 0,59 mm. Jika masukkan dalam klasifikasi ukuran sedimen menurut Wentworth, ukuran 0,155 mm - 0,59 mm masuk dalam banyak jenis kelas yaitu pasir sangat halus, pasir halus, pasir setengah kasar, pasir kasar, pasir sangat kasar. Namun energi gelombang dan arus yang terjadi di wilayah muara sungai menjadi lemah, hal ini dipengaruhi oleh aliran sungai yang ada di muara. Sehingga ukuran butiran sedimen di pantai bagian muara sungai, berdiameter lebih besar, atau dengan kata lain jenis sedimennya agak lebih kasar.

Lahan Gisik yang terbentuk di Pantai Sappoang ini memiliki tingkat kemiringan yang berbeda-beda. Di wilayah muara Sungai, tingkat kemiringan lereng pantai berkisar antara 5° sampai 11° , sedangkan di wilayah Pantai Sappoang yang agak jauh dari muara sungai mencapai tingkat kemiringan lereng 12° sampai 20° . Perbedaan kemiringan lereng ini, selain dipengaruhi oleh hasil kerja energi gelombang dan arus pantai, juga sangat dipengaruhi oleh jarak muara sungai, yang merupakan titik sumber penyuplai sedimen sun-

gai. Semakin dekat dengan muara sungai, maka lereng pantai akan semakin landai akibat proses pengendapan sedimen.

Abrasi dan sedimentasi Pantai Sappoang

Wilayah yang terabrasi dan sedimentasi yang digambarkan dalam penelitian ini tidak menggambarkan kondisi Pantai Sappoang secara umum, mengingat waktu penelitian hanya dilakukan dalam waktu yang singkat. Ini berarti bahwa kondisi abrasi ataupun sedimentasi pantai bisa saja bersifat lebih signifikan atau bahkan sebaliknya. Adapun waktu pengukuran dilakukan pada tanggal 15 Maret sampai 17 Maret 2014, dimana angin yang bertiup adalah angin barat.

Kondisi cuaca merupakan kondisi yang relatif, sehingga walaupun angin yang bertiup saat bulan juni sama dengan arah angin yang bertiup pada bulan April sampai Oktober, bukan berarti kecepatannya juga sama, sehingga data yang diperoleh di lapangan bisa saja dapat lebih tinggi ataupun lebih rendah, namun perbedaannya tidak terlalu ekstrim. Adapun pada bulan April hingga Oktober, angin yang bertiup adalah angin timur dimana setiap variabel akan mengalami perubahan yang cukup drastis, baik dari tinggi gelombang, arah arus serta arah dan kecepatan angin. Hal ini menyebabkan zonasi wilayah abrasi dan sedimentasi akan sedikit mengalami perubahan, dimana wilayah yang terabrasi akan lebih besar jika dibandingkan pada saat angin timur bertiup.

Secara umum, jenis hempasan gelombang yang terjadi saat penelitian di wilayah Pantai Sappoang adalah tipe *spilling*, yaitu sebuah tipe hempasan gelombang yang memiliki kemiringan kecil menuju pantai yang datar. Pada jarak yang jauh dari pantai, gelombang tersebut mulai pecah secara berangsur-angsur menghasilkan buih pada puncak gelombang. Hal ini disebabkan karena lereng pantai di Kelurahan Ammassangan pada umumnya cukup landai, apalagi di sekitar wilayah muara yang kemiringan lerengnya hanya 5° sampai 11° akibat sedimentasi material sungai. Selain faktor lereng, kecepatan dan arah angin yang berhembus sangat mempengaruhi pembangkitan gelombang, dimana saat dilakukan pengukuran, angin yang bertiup adalah angin timur, sehingga kekuatan gelombang cukup lemah. Namun di tengah-tengah dari tipe hempasan *spilling*, ternyata terdapat tipe hempasan *plunging*, yaitu sebuah tipe yang puncak gelombangnya terjun ke depan akibat kemiringan gelombangnya yang mengalami peningkatan, di mana letak terjadinya berada sedikit jauh dari muara.

Hal ini disebabkan karena lereng pantai di wilayah tersebut yang sedikit terjal jika diband-

ingkan dengan lereng pantai dekat muara, walaupun saat itu kekuatan gelombang tidak terlalu besar. Bisa dipastikan ketika angin barat bertiup, tipe hempasan gelombang di Pantai Sappoang akan mengalami peningkatan yang signifikan, melihat hasil kerjanya yang berupa penghancuran talut dan penumbangan pohon di sekitar Pantai Sappoang.

Faktor lereng pantai merupakan sebuah faktor pasif yang sangat dipengaruhi oleh hasil kerja gelombang dan arus, namun faktor lereng juga bisa saja menjadi sebuah faktor aktif yang dapat mempengaruhi kekuatan gelombang dan arus laut. Jika lereng sebuah pantai cenderung datar, maka hempasan gelombang akan melemah dan akan terhempas di wilayah yang jauh dari garis pantai.

Begitupun sebaliknya, jika lereng pantai bersifat terjal, maka akan menciptakan sebuah hempasan besar, yang tentunya energinya juga bersifat kuat. Adanya perbedaan lereng pantai yang dapat memicu perbedaan tipe hempasan gelombang, secara tidak langsung dapat mempengaruhi total angkutan material sedimen. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisis data (titik A8-A12) dan diketahui bahwa wilayah muara sungai terjadi proses pengendapan dan hasil pengendapan ini menyebabkan lereng pantai menjadi landai.

Adanya perbedaan kemampuan hempasan dan kekuatan arus di Pantai Sappoang dalam mengangkut material sedimen, tentu saja akan mempengaruhi kondisi kestabilan pantai, dalam hal ini adalah tingkat abrasi dan sedimentasi pantai. Apabila material sedimen yang masuk di wilayah tersebut lebih besar jika dibandingkan material sedimen yang keluar, maka pantai tersebut akan mengalami sedimentasi. Apabila sedimen yang masuk dan keluar seimbang, maka pantai tersebut akan stabil. Namun ketika material sedimen yang masuk lebih kecil dari material sedimen yang keluar, maka pantai tersebut mengalami abrasi.

Sekitar wilayah muara sungai di Pantai Sappoang, kekuatan arus dan hempasan gelombang yang terjadi sangatlah kecil, sehingga kekuatan dalam menghantam material bersifat lemah. Akibatnya, kemampuan sedimen yang bisa terangkut oleh air laut (distribusi sedimen) untuk diendapkan di tempat lain juga akan menjadi kecil. Hal ini memicu wilayah ini mengalami peristiwa sedimentasi, apalagi adanya suplai sedimen yang berasal dari hasil kerja fluvial yang terus-menerus akan mengendapkan materialnya di pantai sekitar muara.

Kuantitas pengendapan sangat dipengaruhi oleh variabel jarak, dalam hal ini adalah jarak

dari muara sungai yang merupakan penyuplai sedimen. Semakin jauh dari muara, maka tingkat pengendapan akan semakin berkurang. Untuk wilayah titik A1, A6, A7, A13, A20, dan A24 sifat pantainya adalah stabil, dimana pengendapan yang terjadi agak mengalami penurunan jika dibandingkan titik A8-A12, A21-A23 dan A25-A27 (wilayah sedimentasi), sehingga mulai ada keseimbangan antara suplai sedimen yang masuk dengan material sedimen yang tergerus oleh hasil kerja gelombang dan arus.

Adapun di wilayah A2- A5 dan A14-A19, kekuatan arus dan tinggi gelombang yang terjadi cukup besar, sehingga kekuatan dalam menghantam material bersifat cukup kuat. Akibatnya, kemampuan sedimen yang bisa terangkut oleh air laut (distribusi sedimen) untuk diendapkan di tempat lain juga akan menjadi cukup besar. Hal ini memicu wilayah ini mengalami peristiwa abrasi, apalagi jaraknya terhadap muara sungai yang cukup jauh membuat kurangnya suplai sedimen, sehingga yang terjadi adalah suplai sedimen tidak dapat mengimbangi kerja gelombang dan arus yang bersifat mengabrasi.

Wilayah pantai yang terabrasi pada saat angin barat bertiup akan semakin besar jika dibandingkan kondisi sekarang, mengingat pada saat itu semua variabel dinamika pantai akan mengalami peningkatan nilai kuantitas, baik dari nilai kekuatan gelombang dan arus, maupun dari faktor pasif seperti lereng pantai.

Adapun bukti bahwa di wilayah Pantai Sappoang, khususnya untuk wilayah cekungan pantai mengalami abrasi yaitu hancurnya talut-talut yang baru saja dibangun dan adanya beberapa pohon yang tumbang akibat hasil gerusan gelombang dan arus pantai.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Pantai Kelurahan Ammassangan Kecamatan Binuang, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Pantai Sappoang merupakan salah satu bentuklahan marine yang secara lebih spesifik dikenal sebagai bentuk lahan gisik (endapan pasir di sepanjang pantai). Kondisi pantai yang berada di sekitar muara sungai memiliki perbedaan fisik dengan pantai yang berada di wilayah cekungan (pantai bagian tengah), dimana kekuatan ombak, kecepatan arus dan kemiringan lereng pantai di wilayah cekungan pantai memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan wilayah pantai dekat muara sungai.

Berdasarkan hasil analisis data, maka di-

ketahui bahwa di Pantai Sappoang terdapat tiga kondisi wilayah pantai yang berbeda saat penelitian dilakukan (musim angin barat), yaitu pantai teresementasi, seimbang dan terabrasi. Wilayah pantai terabrasi dan teresementasi lebih bersifat dominan dibandingkan pantai yang sifatnya stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abda, M. K. (2019). Mitigasi Bencana terhadap Abrasi Pantai di Kuala Leugekecamatan Aceh Timur. *Jurnal Samudra Geografi*, 2(1), 1-4.
- Badwi, N., Baharuddin, I. I., & Abbas, I. (2019). Dampak strategi pengendalian bencana abrasi di pantai Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan. In *Seminar Nasional LP2M UNM*.
- Badwi, Nasiah dan Invanni, Ichsan. 2013. *Geologi Tata Lingkungan*. Makassar: Jurusan Geografi FMIPA UNM
- Badwi, Nasiah dan Suprpta. 2009. Pemetaan Tingkat Kerawanan Bencana Marin Berbasis Mitigasi Bencana di Pantai Barat Provinsi Sulawesi Selatan. Laporan Penelitian Strategi Nasional. *Laporan Strategi Nasional*. Makassar: Universitas Negeri Makassar
- Badwi, Nasiah, 2010. Modul Geologi Tata Lingkungan. *Modul tidak dipublikasikan*. Makassar: Jurusan Geografi FMIPA UNM
- BAPPEDA. 1998. *Perubahan Pantai dan Kajian Pembangunan Pantai Utara Jawa Tengah*. Yogyakarta: LPM-UGM
- Dauri, rohimin, dkk. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT Pradnya paramita.
- Hanafie, A. Hallaf. 2006. Modul Geomorfologi Sungai dan Pantai. *Modul tidak dipublikasikan*. Makassar: Jurusan Geografi FMIPA UNM
- Hasanudin, M., & Kusmanto, E. (2018). Abrasi dan Sedimentasi Pantai di Kawasan Pesisir Kota Bengkulu. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 3(3), 245-252.
- Kanginan, marten. 1999. *Seribu Pena Fisika*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Malik, Abdul. 2011a. Penuntun Praktikum Oceanografi. *Penuntun tidak dipublikasikan*. Makassar: Jurusan Geografi FMIPA UNM
- 2011b. Modul Perkuliahan Oseanografi. *Modul tidak dipublikasikan*. Makassar: Jurusan Geografi FMIPA UNM
- Putinella, Johanson D. 2002. *Permasalahan dan Dinamika Pantai pada Daerah Wisata Pantai Baron dan Krakal*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- Rochmanto, Budi dan Francies, S. Arby. 2012. "Karakteristik Morfologi Pantai Mallusetasi Berdasarkan Data Spasial Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan". Makassar: Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
- Setiyono, Heryoso. 1996. *Kamus Oseanografi*. Yoyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soraya, Dida. 2010. Perubahan Garis Pantai Akibat

- Kerusakan Hutan Mangrove di Kecamatan Blanakan dan Kecamatan Legonkulon, Kabupaten Subang. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. UNPAD
- Supriyatno, Agus. 2003. Analisis Abrasi Pantai dan Alternatif Penanggulangannya di Perairan Pesisir Perbatasan Kabupaten Kendal Kota Semarang. *Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan* Undip. Semarang
- Taofiqurohman, A., & Ismail, M. R. (2020). Penilaian Keselamatan Wisata Berdasarkan Parameter Gelombang di Pantai Parigi, Kabupaten Pangandaran Jawa Barat. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1), 39-46.
- Triatmojo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset
- Waryono, Tarsoen. 2009. *Reklamasi Pantai Ditinjau dari segi Ekologi Lanskap dan Restorasi*. Makalah/ Journal Ilmiah. Jakarta
- Wibowo, Y. Arie. 2012. *Dinamika Pantai (Abrasi dan Sedimentasi)*. Surabaya : Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah