

MODEL TRANSFORMASI GELOMBANG MENGGUNAKAN MODUL *CMS-WAVE* DARI BERBAGAI MODEL PENANGANAN PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PANTAI TAKISUNG KABUPATEN TANAH LAUT KALIMANTAN SELATAN

¹Aprianor Teguh Saputra ¹Baharuddin ¹Yuliyanto

¹ Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Lambung Mangkurat
Jalan A. Yani Km 36,5 Simp 4, Banjarbaru, Indonesia

Corresponding author : aprianorteguh97@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2020 – Mei 2022 di Pantai Takisung Kecamatan Takisung Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan. Bertujuan untuk mengetahui pola transformasi gelombang dari berbagai model penanganan bangunan pengaman pantai terhadap kondisi kedalaman saat HAT, MSL dan LAT dengan menggunakan modul *CMS-Wave* pada software SMS 11.2. Pola transformasi gelombang di perairan Takisung berbeda disetiap kondisi kedalamannya, dengan tiap simulasi bangunan pengaman pantai berupa *breakwater*, *groin* dan *reveretment*. Pada saat HAT dan MSL pola transformasi yang dihasilkan berupa refraksi, difraksi dan refleksi, dan pada saat LAT pola transformasi yang terlihat berupa refraksi. *Breakwater* dengan lokasi pembangunan pada kedalaman MSL memiliki efektifitas yang lumayan tinggi dalam mereduksi energi gelombang.

Kata Kunci: Gelombang, Pola Transformasi Gelombang, Model Gelombang, Takisung, Tanah Laut

ABSTRACT

This research was conducted in April 2020 – May 2022 at Takisung Beach, Takisung District, Tanah Laut Regency, South Kalimantan Province. This study aims to determine the pattern of wave transformation from various models of handling coastal protection structures against depth conditions during HAT, MSL and LAT using the CMS-Wave module in SMS 11.2 software. The pattern of wave transformation in Takisung waters is different in every depth condition, with each simulation of coastal protection structures in the form of breakwaters, groynes and reverets. During HAT and MSL the resulting transformation pattern is in the form of refraction, diffraction and reflection, and during LAT the transformation pattern seen is refraction. Breakwater with a construction site at a depth of MSL has a fairly high effectiveness in reducing wave energy.

Keywords: Wave, Wave Transformation Pattern, Wave Model, Takisung, Tanah Laut

PENDAHULUAN

Gelombang laut adalah bentuk permukaan laut berupa puncak dan lembah gelombang. Gelombang yang dominan terbentuk dari hasil gesekan antara angin dengan permukaan air laut dimana energi berpindah menuju permukaan air laut biasa disebut dengan gelombang angin, semakin besar energinya semakin besar pula gelombang yang terbentuk. Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi dan periode gelombang diantaranya yaitu kecepatan, lama dan arah serta jarak yang ditempuh angin (*fetch*), selain itu faktor lain yang mempengaruhinya adalah kedalaman perairan.

Penjalaran gelombang dari laut dalam menuju pantai akan mengalami proses transformasi yang mengakibatkan terjadinya perubahan arah gelombang serta pendangkalan gelombang (*wave shoaling*) yang disebabkan oleh perubahan kedalaman laut (*refraksi*), selain itu gelombang juga mengalami perubahan arah akibat adanya penghalang berupa bangunan pantai atau pulau (*difraksi*), serta terjadi *refleksi* atau pemantulan gelombang hingga gelombang pecah. Transformasi gelombang akan berbeda berdasarkan kondisi kedalaman perairan, bentuk pantai, maupun bangunan pantai.

Pantai Takisung merupakan wilayah pesisir yang berhadapan langsung dengan Laut Jawa. Secara geografis Pantai Takisung melintang dari utara ke selatan sehingga menyebabkan gelombang berperan penting dalam terjadinya proses pembentukan pantai, serta karakteristik Pantai Takisung yang memiliki perairan dangkal serta dasar perairan yang didominasi oleh lumpur dan pasir. Karena karakteristiknya ini Pantai Takisung mengalami perubahan garis pantai yang cukup signifikan setiap tahunnya, dalam menangani isu perubahan garis pantai ini Pemerintah Daerah telah melakukan upaya penanganan berupa pembangunan bangunan pengaman pantai

seperti *jetty*, *Breakwater* dan tanggul laut. Hal ini telah memberikan dampak positif terhadap perubahan garis pantai yang terjadi, karena dapat membuat garis pantai mengalami penambahan luas berupa terbentuknya tombolo akan tetapi pada sisi lainnya terdapat abrasi pantai yang besar serta bangunan pengaman pantai yang rusak akibat terkena terjangan gelombang. Hal ini disebabkan karena penempatan bangunan pengaman pantai yang tidak memperhatikan kondisi kedalaman perairan pada saat pasang tertinggi (HAT atau *Highest Astronomical Tide*), muka air rata-rata (MSL atau *Mean Sea Level*) dan surut terendah (LAT atau *Lowest Astronomical Tide*), perbedaan kondisi kedalaman ini yang menyebabkan terjadinya perubahan pola transformasi gelombang.

Studi mengenai transformasi gelombang laut serta model penanganan garis pantai telah banyak dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya yaitu hasil studi Kuncoro *et al* (2020) dengan menggunakan *software SMS (Surface Water Modeling System) modul CMS-Wave (Coastal Modeling System Wave)* menunjukkan pola transformasi gelombang di perairan Pulau Karajaan terhadap bentuk pantai (tanjung dan teluk) dengan referensi kedalaman HAT dan LAT tanpa memperhatikan penanganan terhadap perubahan garis pantainya. Kemudian Christy *et al* (2017) yang melakukan studi tentang perencanaan bangunan pelindung pantai menggunakan pendekatan analisis struktur bangunan pantai diperoleh perencanaan bangunan pelindung pantai berupa *Groin* dengan efektivitasnya tanpa melalui simulasi model. Serta hasil studi Dwikarsa (2017) mengenai pola transformasi gelombang dan hubungannya terhadap perubahan garis pantai Desa Sebuai menggunakan model RCPwave. Oleh karena itu perlu adanya studi mengenai model transformasi gelombang menggunakan modul *CMS-Wave* dari berbagai model penanganan bangunan pengaman pantai di Pantai

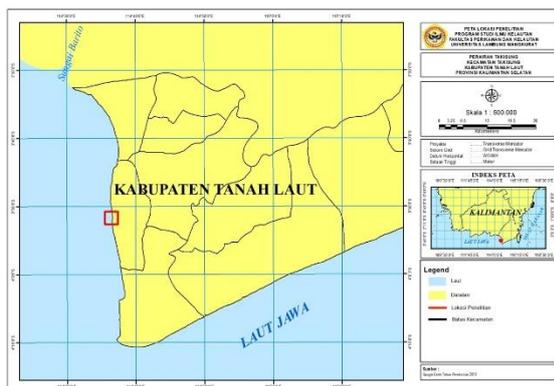
Takisung terhadap berbagai kondisi kedalaman yaitu pada saat HAT, MSL dan LAT.

Pola transformasi gelombang didapatkan berdasarkan hasil model dengan menggunakan data angin, pasang surut dan data kedalaman perairan. Berdasarkan penjelasan tersebut maka didapatkan perumusan masalah yaitu, bagaimana pola transformasi gelombang dari berbagai model penanganan bangunan pengaman pantai dengan berbagai kondisi kedalaman pada saat HAT, MSL dan LAT di Pantai Takisung?

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 25 bulan dengan alur penelitian yang dimulai dari bulan April 2020 – Mei 2022. Jangka waktu tersebut meliputi persiapan hingga pengambilan data lapangan analisis data di Laboratorium Oseanografi serta yang terakhir penyusunan laporan penelitian. di Penelitian ini berlokasi di Pantai Takisung Kecamatan Takisung Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan (Gambar 1) dengan batasan wilayah meliputi $\pm 3,5$ km sepanjang garis pantai dan ± 7 km tegak lurus garis pantai.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Pantai Takisung

Peralatan dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : *GPS Mapsounder*, *Theodolite*, *Waterpass*, Rambu pasang surut, *Hand*

GPS, *Kapal*, *Mapsource*, *Arcgis*, *Surfer*, *SMS 11.2*. serta *Microsoft Office*. Dan bahan yang diperlukan yaitu data angin (2011 – 2020) dan peta laut Pushidrosal.

Metode Perolehan Data

Prosedur perolehan data didapatkan dengan melakukan beberapa persiapan teknis yaitu meliputi persiapan peta dasar wilayah studi untuk pembuatan peta kerja seperti lajur pemeruman, titik lokasi pengamatan pasang surut dan titik pengukuran topografi seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lajur pemeruman, titik pengamatan pasang surut dan titik pengukuran topografi di Pantai Takisung

Pasang Surut

Pemasangan rambu pasang surut berada pada posisi $114^{\circ} 36' 32,498''$ BT dan $3^{\circ} 50' 59,123''$ LS yang diamati selama 15 hari pengamatan dalam rentang waktu setiap 60 menit sekali dengan waktu tolok GMT (Greenwich Mean Time) +08.00, menggunakan metode *non registering*.

Kedalaman

Kedalaman perairan diperoleh dengan cara melakukan pemeruman menggunakan *GPS Mapsounder* yang dipasang pada kapal, dengan mengikuti lajur yang sudah ditentukan (Gambar 2) serta berdasarkan peta laut Pushidrosal untuk mendapatkan data perairan yang lebih dalam.

Topografi Pantai

Perolehan data topografi pantai yaitu dengan menggunakan metode poligon terbuka dan alat yang digunakan berupa *Theodolite* dan *Waterpass* yang ditembakkan berdasarkan titik yang sudah ditentukan (Gambar 2) kesegala arah di sepanjang garis pantai sesuai ruang lingkup penelitian.

Benchmark

Pembuatan benchmark harus mengikuti spesifikasi titik kontrol nasional yang telah ditetapkan. Pengikatan hasil pengukuran dengan sistem koordinat nasional dengan menghitung ketinggian *benchmark* terhadap tanah dan beda tinggi terhadap muka air laut pada waktu pengukuran dengan menggunakan *theodolite* atau *waterpass* (Gambar 2)

Angin

Data angin selama 10 tahun (2011 – 2020) diperoleh melalui situs BMKG pada stasiun BMKG terdekat.

Analisis Data

Pasang Surut

Data pasang surut selama 15 hari dianalisis menggunakan metode *amiralty* untuk mendapatkan nilai pasang tertinggi (HAT), muka air rata-rata (MSL) dan surut terendah (LAT).

Kedalaman Perairan

Hasil pemeruman yang dilakukan kemudian dikoreksi dengan pasang surut untuk mendapatkan nilai kedalaman dengan referensi HAT, MSL dan LAT menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$d_{HAT} = d_t - (h_t - HAT)$$

$$d_{MSL} = d_t - (h_t - MSL)$$

$$d_{LAT} = d_t - (h_t - LAT)$$

dimana :

d_t = Kedalaman suatu titik pada dasar laut pada waktu t

h_t = Ketinggian permukaan air pada waktu t.

HAT = Muka air laut tertinggi

MSL = Muka air laut rata-rata

LAT = Muka air laut terendah

Topografi Pantai

Topografi pantai dapat dihitung berdasarkan persamaan

$$\Delta H = \frac{1}{2} (Ba - Bb) \sin 2m + (ta - Bt)$$

dimana:

ΔH = Beda tinggi

Ba = Bacaan benang atas

Bb = Bacaan benang bawah

m = kelerengan

ta = tinggi alat

Bt = Bacaan benang tengah

Setelah mendapatkan topografi pantai kemudian perlu diikatkan dengan sistem koordinat nasional dengan menggunakan persamaan berikut :

$$H_{BM-HAT} = \Delta H - HAT$$

$$H_{BM-MSL} = \Delta H - MSL$$

$$H_{BM-LAT} = \Delta H - LAT$$

dimana:

H_{BM-HAT} = Tinggi BM terhadap kondisi HAT

H_{BM-MSL} = Tinggi BM terhadap kondisi MSL

H_{BM-LAT} = Tinggi BM terhadap kondisi LAT

ΔH = Beda tinggi

HAT = Pasang tertinggi

MSL = Tinggi muka air laut rata-rata

LAT = Surut terendah

Gelombang

Peramalan Gelombang Laut Dalam

Peramalan gelombang laut dalam didapatkan berdasarkan metode SMB (Sverdrup Munk Bretschneider) (CHL 2006). Menurut metode SMB, angin yang dapat membangkitkan gelombang di laut

adalah angin yang mempunyai kecepatan lebih atau sama dengan 10 knots. Persamaan yang digunakan dalam metode SMB adalah sebagai berikut :
 tinggi gelombang signifikan:

$$\frac{gH_o}{U_A^2} = 1,6 \times 10^{-3} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)$$

periode puncak signifikan gelombang :

$$\frac{gT_o}{U_A} = 2,857 \times 10^{-1} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3}$$

durasi pertumbuhan gelombang:

$$\frac{gt}{U_A} = 6,88 \times 10^1 \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{2/3}$$

- U_A = faktor tegangan angin
- t = durasi pertumbuhan gelombang
- F = panjang *fetch* efektif
- g = percepatan gravitasi

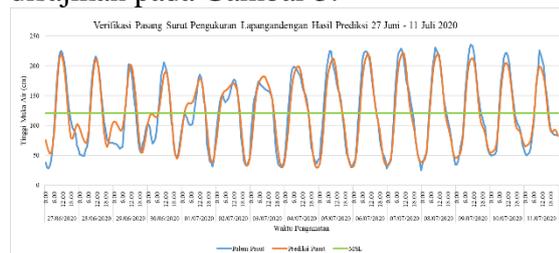
Model Transformasi Gelombang

Model transformasi gelombang dianalisis menggunakan *software* SMS 11.2 (*Surface Modeling System*). dengan modul *CMS-Wave* (*Coastal Modeling System Wave*) dengan input data yang diperlukan berupa tinggi gelombang dan periode gelombang. Model gelombang yang dihasilkan kemudian dilakukan profiling untuk mengetahui tinggi gelombang terhadap kedalaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasang Surut

Pasang surut yang dihasilkan dari analisis menggunakan metode *admiralty* kemudian dibandingkan dengan pasang surut hasil prediksi menggunakan *software* Pasut yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perbandingan pasut hasil analisis dan prediksi pasut di perairan Takisung

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa tipe pasang surut di lokasi studi yaitu campuran condong ke harian tunggal (*Mixed Tide Preavailing Diurnal*). Selain itu terdapat tunggang air pasang surut dengan referensi HAT, MSL dan LAT disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tunggang air pasang surut pada referensi HAT, MSL dan LAT

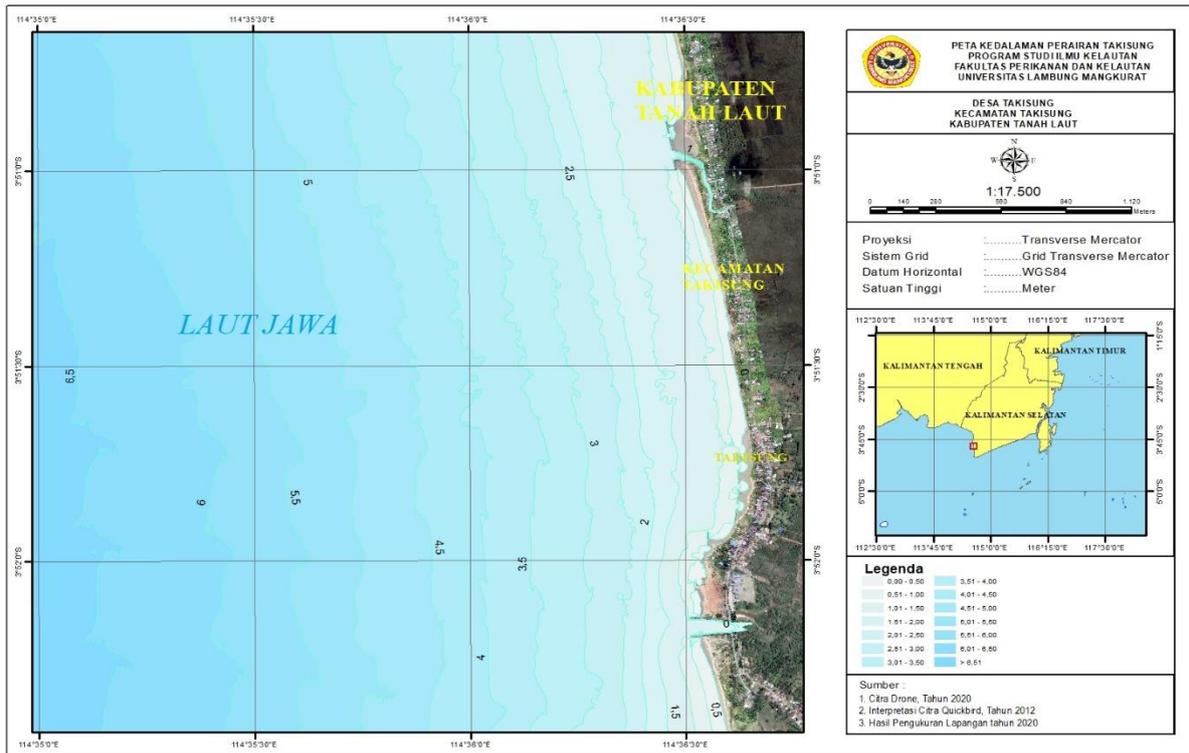
Karakteristik Pasang Surut	Tunggang Pasut			
	HAT (cm)	MSL (cm)	LAT (cm)	Palem Pasut (cm)
HAT	0	112,853	225,706	233,553
MSL	-112,853	0	112,853	120,7
LAT	-225,706	-112,853	0	7,847
<i>Tidal Range</i>				66,9

Sumber : Hasil Analisis (2021)

Kedalaman

Pemeruman yang dilakukan meliputi ruang lingkup wilayah studi, yaitu 4 km sejajar pantai dan 3,5 km kearah laut. Selanjutnya hasil pemeruman di koreksi terhadap pasang surut yang mengacu pada HAT (*Highest Astronomical Tides* atau pasang tertinggi) sebagai dasar dalam pembuatan peta kontur kedalaman sebagaimana disajikan pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4. kedalaman yang digambarkan menunjukkan bahwa pada bagian tengah terlihat kedalaman maksimum 6,83 m dengan jarak 3,5 km atau 1,88 mil laut dari garis pantai dengan kemiringan berkisar 0 – 1,84 %. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan untuk kemiringan bagian selatan dan utara hanya kedalaman maksimum dan jarak yang berbeda, 6,86 m dengan jarak 3,3 km atau 1,78 mil laut pada bagian utara dengan kemiringan 0 – 1,49 % pada bagian utara serta kedalaman maksimum 6,86 m dengan jarak 3,47 km atau 87 mil laut dengan kemiringan 0 – 1,74% pada bagian selatan. Hal ini menunjukkan bahwa perairan wilayah studi merupakan perairan yang landai dengan kemiringan hanya berkisar 0 – 0,25% atau dalam kategori datar.



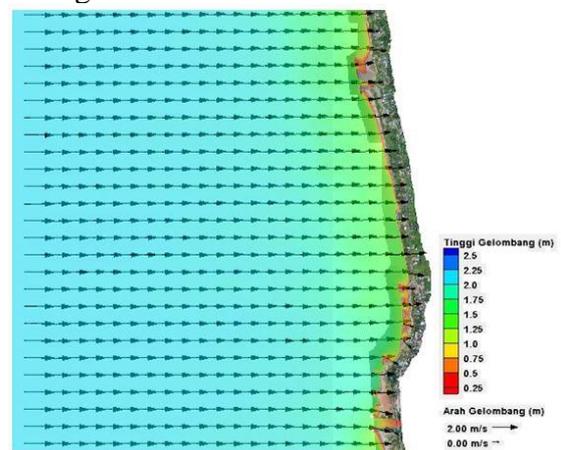
Gambar 4. Peta kedalaman perairan

Model Gelombang

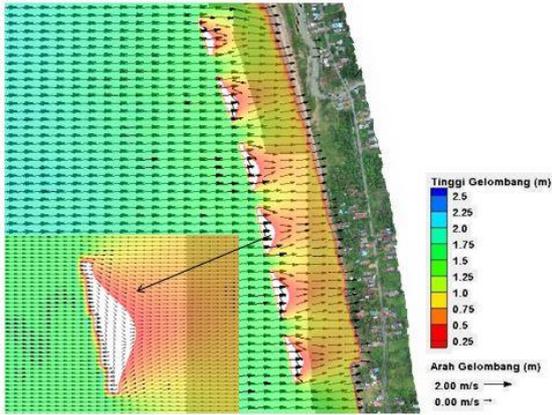
Pola transformasi gelombang yang dihasilkan dari *CMS-Wave* menunjukkan adanya pola refraksi, difraksi dan refleksi. Pola transformasi gelombang dari arah barat saat HAT dengan simulasi tanpa adanya bangunan pengaman pantai dan dengan adanya bangunan pengaman memperlihatkan adanya proses refraksi, shoaling, difraksi dan refleksi.

Hal ini sesuai dengan teori Triatmodjo (2009), dimana garis yang tegak lurus dengan garis puncak gelombang dan menunjukkan arah penjalaran gelombang akan membelok dan berusaha untuk tegak lurus dengan garis kontur dasar laut. Serta Menurut Dewi *et al* (2011), saat gelombang merambat dari laut lepas menuju pantai tinggi gelombang mengalami penurunan kemudian mendekati garis pantai tinggi gelombang meningkat hingga akhirnya pecah, serta terjadi pembelokan arah gelombang sehingga pada garis pantai yang menjorok ke laut (tanjung) terjadi konvergensi dan pada garis pantai yang

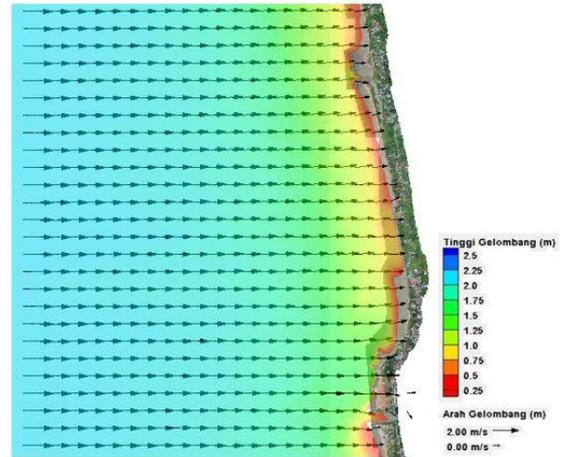
menjorok ke darat (teluk) terjadi divergensi.



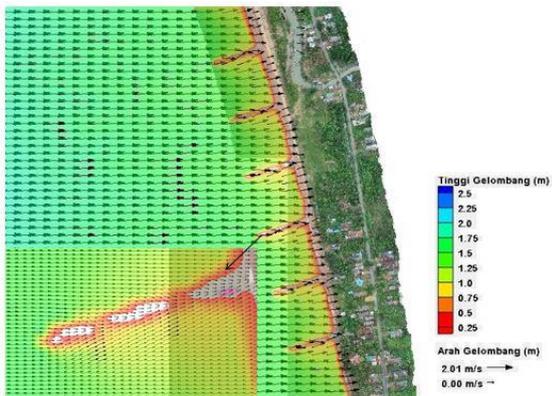
Gambar 5. Model gelombang sebelum ada bangunan pengaman saat HAT



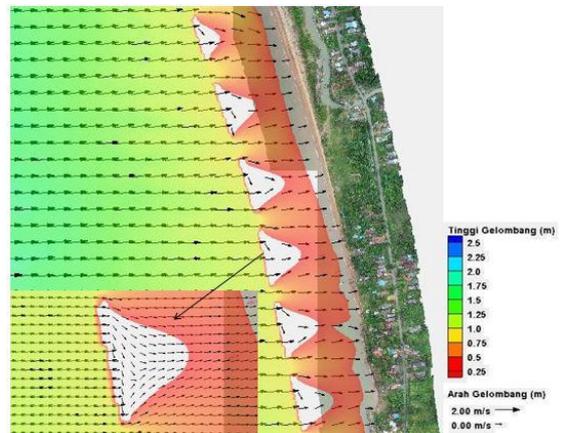
Gambar 6. Model gelombang setelah ada bangunan pengaman (*breakwater*) saat HAT



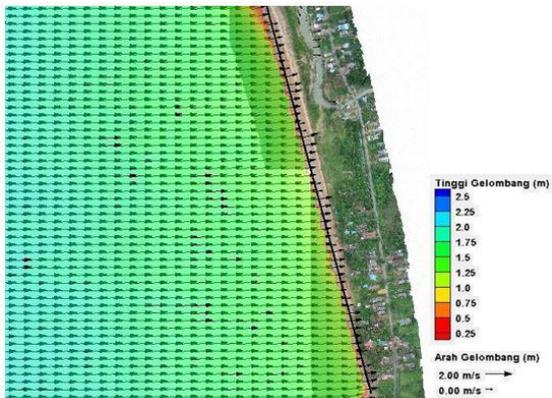
Gambar 9. Model gelombang sebelum ada bangunan pengaman saat MSL



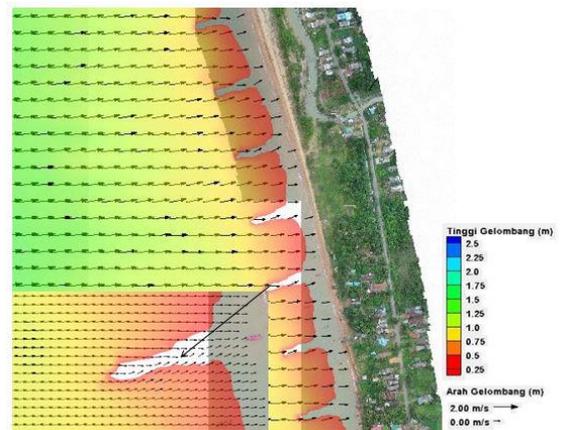
Gambar 7. Model gelombang setelah ada bangunan pengaman (*groin*) saat HAT



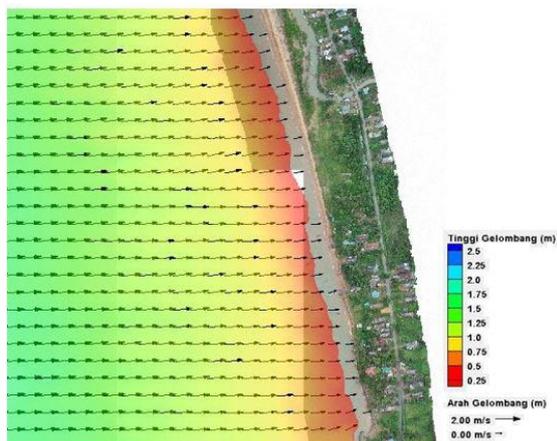
Gambar 10. Model gelombang setelah ada bangunan pengaman (*breakwater*) saat MSL



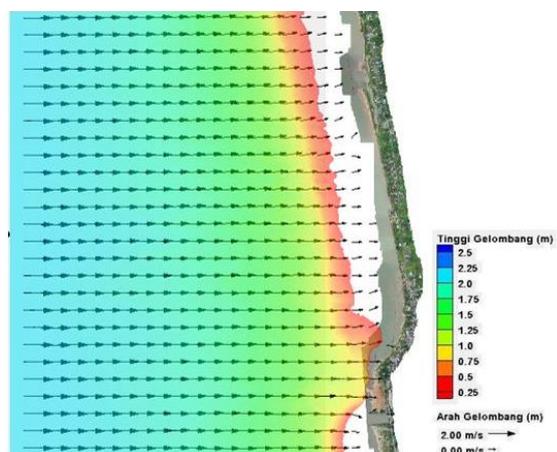
Gambar 8. Model gelombang setelah ada bangunan pengaman (*revetment*) saat HAT



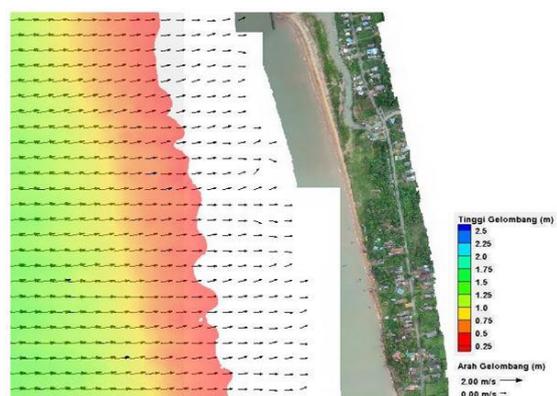
Gambar 11. Model gelombang setelah ada bangunan pengaman (*groin*) saat MSL



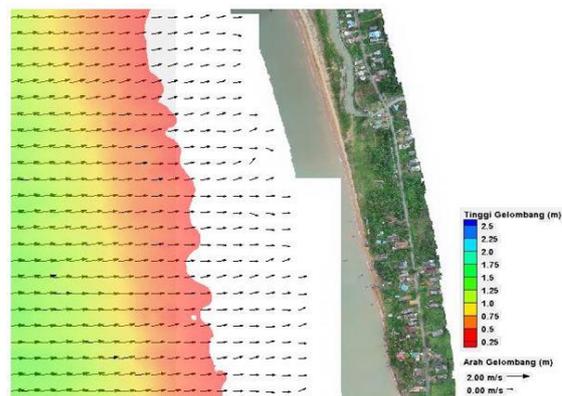
Gambar 12. Model gelombang setelah ada bangunan pengaman (*revetment*) saat MSL



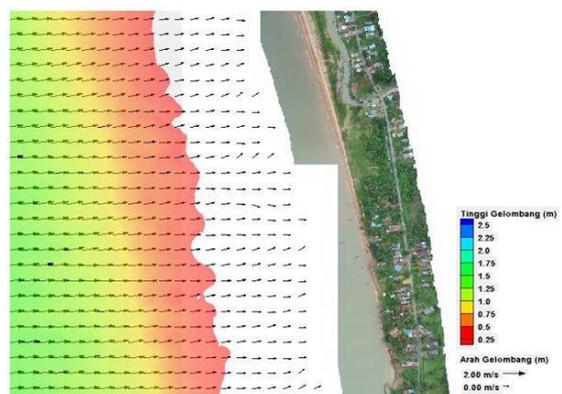
Gambar 13. Model gelombang sebelum ada bangunan pengaman saat LAT



Gambar 14. Model gelombang setelah ada bangunan pengaman (*breakwater*) saat LAT



Gambar 15. Model gelombang setelah ada bangunan pengaman (*groin*) saat LAT



Gambar 16. Model gelombang setelah ada bangunan pengaman (*revetment*) saat LAT

Gelombang saat HAT sebelum dan sesudah adanya bangunan pantai menunjukkan terjadinya proses refraksi, shoaling dan refleksi. Refraksi dan shoaling yang terjadi dikarenakan adanya perubahan kedalaman saat gelombang bergerak menuju darat dan refleksi terjadi pada saat gelombang bertemu dengan penghalang atau bangunan yang rata. Pada saat gelombang bertemu dengan ujung bangunan seperti groin, gelombang mengalami proses konvergensi diakibatkan karena perbedaan besar sudut datang gelombang dengan kontur perairan.

Pola Transformasi Gelombang Berdasarkan Profil

Pencupilkan masing-masing profil pada saat HAT, MSL dan LAT dengan simulasi sebelum dan sesudah adanya bangunan pantai diperoleh perbandingannya seperti yang disajikan pada Tabel 2. – Tabel 4.

Tabel 2. Perbandingan tinggi gelombang saat HAT

Simulasi	Jarak (m)			
	300	200	150	100
Tanpa Bangunan Pengaman	1,617	1,55	1,491	1,42
Breakwater	1,610	1,53	0,264	0,736
Groin	1,617	1,55	1,492	1,418
Revetment	1,617	1,55	1,491	1,449

Sumber : Hasil Analisis 2021

Tabel 3. Perbandingan tinggi gelombang saat MSL

Simulasi	Jarak (m)			
	300	200	150	100
Tanpa Bangunan Pengaman	1,126	0,984	0,868	0,711
Breakwater	1,112	0,963	0,122	0,423
Groin	1,126	0,986	0,868	0,711
Revetment	1,126	0,984	0,867	0,709

Sumber : Hasil Analisis 2021

Tabel 4. Perbandingan tinggi gelombang saat LAT

Simulasi	Jarak (m)			
	300	200	150	100
Tanpa Bangunan Pengaman	0,228	0,102	0,022	-
Breakwater	0,238	0,092	0	-
Groin	0,228	0,106	0,022	-
Revetment	0,228	0,106	0,022	-

Sumber : Hasil Analisis 2021

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini yaitu berdasarkan model *CMS-Wave* menunjukkan adanya pola transformasi gelombang. Model dilakukan berdasarkan kondisi HAT, MSL dan LAT dimana pola yang dihasilkan hampir sama, namun saat simulasi menggunakan bangunan pelindung pantai kondisi LAT tidak terpengaruh oleh adanya bangunan pantai. Sedangkan saat HAT dan MSL terjadi peristiwa konvergensi saat gelombang mencapai ujung dari bangunan pantai dan terjadi divergensi saat melewati

celah antara *Breakwater* dan *Groin*, sedangkan *Revetment* terjadi peristiwa pembelokan arah gelombang dan *refleksi*.

DAFTAR PUSTAKA

[CHL] Coastal Hydraulic Laboratory, (2002). *Coastal Engineering Manual, Part I VI*. Washington DC. Departement of Army US. Army Corp of Engineers.

Christy, I. M., Jansen Tommy dan A. K. T. Dundu. 2017. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Pada Daerah Pantai Kima Bajo Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik. Vol. 5 No. 6.

Dewi, I. P., Purba M., Nurjaya I. W., 2011. *Perubahan Garis Pantai dari Pantai Teritip Balikpapan sampai Pantai Ambarawang Kutai Kartanegara Kalimantan Timur*. Tesis Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.

Dwikarsa, Yahya. 2017. *Pola Transformasi Gelombang dan Hubungannya Terhadap Perubahan Garis pantai Desa Sebuai Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah*. Skripsi Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.

Kuncoro, Bondan, W., Baharuddin dan Dewi, I., P. 2020. *Analisis Transformasi Gelombang Menggunakan Modul CMS Wave Di Perairan Pulau Karajaan Kabupaten Kotabaru*. Jurnal Hidrografi Indonesia. Vol. 3, No. 1, hal. 28 – 32.

Triatmodjo, B., 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta.