

PERUBAHAN GARIS PANTAI GIRIAN BAWAH KOTA BITUNG AKIBAT GELOMBANG

Natanael Tantry

Arthur H. Thambas, Tommy Jansen

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: natanaeltantry@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan dan maritim yang memiliki tidak kurang 17.504 yang sudah di submisi ke PBB sejumlah 16.671 (2018) dengan panjang garis pantai 108.000 km. Kerusakan ini diakibatkan oleh faktor alam dan proses dinamika pantai yang menimbulkan kekuatiran bagi masyarakat di pesisir pantai tersebut. Oleh karena itu dalam pengembangan dan pengamanan daerah pesisir serta perlindungan penduduk maka perlu mengetahui karakteristik gelombang yang terjadi di pantai tersebut. Dalam penelitian ini perlu dilakukan pendekatan teori dan analisis untuk menghasilkan uraian mendalam terkait penyelesaian masalah gelombang di pesisir pantai Girian Bawah dengan penerapan ilmu teknik sipil untuk mengetahui perubahan garis pantai akibat gelombang dengan dukungan software GENESIS CEDAS. Berdasarkan analisa yang dilakukan setelah membangkitkan data gelombang dari data angin, menginput data bathimetri dan data gelombang kedalam software Genesis Cedas, melakukan pemodelan kemudian "Run Animation & Run Output " didapatkan hasil peramalan " shoreline " untuk 5 dan 10 tahun. Hasilnya mengalami abrasi dan juga sedikit sedimentasi di beberapa titik. Diharapkan penelitian ini menjadi kajian alternatif dalam mengetahui perubahan garis pantai yang di akibatkan oleh abrasi.

Kata Kunci : *Perubahan Garis Pantai, Genesis Cedas.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dan maritim yang memiliki tidak kurang 17.504 yang sudah di submisi ke PBB sejumlah 16.671 (2018) dengan panjang garis pantai 108.000 km. Wilayah pantai ini merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pusat perekonomian, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, perikanan, pariwisata, dan sebagainya.

Pada situasi di lapangan, pemukiman-pemukiman yang terletak di pesisir mempunyai beberapa keuntungan. Potensi alam yang baik mendukung penduduk pesisir betah karena hasil laut yang melimpah dan sebagian besar bekerja sebagai nelayan. Namun hal ini juga tak lepas dari berbagai masalah seperti daerah rawan bencana, pemukiman yang tidak terencana, abrasi, dan masalah-masalah lain. Menurut (Tawas, dkk, 2013) apabila suatu deretan gelombang bergerak menuju pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh transformasi gelombang dan akibat dari fenomena tersebut dapat merusak

garis pantai maupun infrastruktur wilayah pesisir pantai. Karena itu dibutuhkan solusi dan pemecahan masalah dalam hal sarana maupun prasarana terkait masalah tersebut.

Penelitian ini dilakukan sebagai upaya mencari solusi dan pemecahan masalah khususnya dalam mencari penyebab Perubahan Garis Pantai Girian Bawah Kota Bitung Akibat Gelombang. Pantai yang berada di kota Bitung ini mengalami gerusan akibat abrasi gelombang di beberapa pesisir pantai dalam beberapa tahun belakangan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas, maka penulis merumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut: " Bagaimana Perubahan Garis Pantai Akibat Gelombang dengan penerapan ilmu Teknik Sipil untuk mengatasi permasalahan abrasi di pantai Girian Bawah, Girian, Kota Bitung? "

Batasan Masalah

Mengingat banyaknya pengembangan yang bisa ditemukan dalam permasalahan ini, maka perlu adanya batasan-batasan masalah yang jelas mengenai apa yang dibuat dan diselesaikan

dalam penelitian ini. Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini :
 Hanya berfokus pada perubahan garis pantai akibat gelombang, abrasi dan sedimentasi dengan menggunakan bantuan software *GENESIS-CEDAS* untuk beberapa tahun kedepan.

Tujuan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan uraian mendalam terkait penyelesaian masalah gelombang di pesisir pantai Girian Bawah dengan penerapan ilmu teknik sipil, untuk mencari yang efisien melindungi garis pantai terhadap abrasi dengan dukungan software *GENESIS CEDAS*.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi kajian maupun referensi baru dalam pencarian alternatif bangunan pengaman pantai untuk mengatasi permasalahan abrasi dengan menggunakan penerapan ilmu teknik sipil dengan dukungan software *GENESIS-CEDAS*.

LANDASAN TEORI

Kecepatan Angin untuk Peramalan Gelombang

Data kecepatan angin yang dipakai dalam penelitian diperoleh dari data arah dan kecepatan angin tahun 2014-2018 BMKG Kota Bitung. Untuk perhitungan pembangkitan data tinggi dan arah gelombang, dibutuhkan data arah dan kecepatan angin. Rumus-rumus dari kecepatan angin yang akan dipergunakan untuk peramalan gelombang adalah sebagai berikut:

$$U_w = RL (U_{10})$$

dimana:

RL = koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat

U₁₀ = kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas tanah. (m/dt).

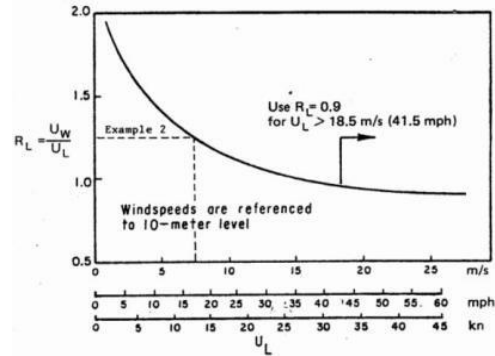
Untuk menggunakan grafik yang ada pada buku *Coastal Engineering Manual*, 2008: kecepatan angin tersebut masih harus diubah ke faktor tegangan angin *UA* (*wind stress factor*). Untuk menghitung *UA* tersebut dapat digunakan rumus:

$$U_A = 0.71 U_w^{1.23}$$

dimana:

U_w = kecepatan angin (m/dt).

Tinggi gelombang (*H_s*) didapatkan dengan cara memasukkan nilai *wind stress factor UA*, Panjang *fetch F*, dan lama hembus *td* pada grafik SPM 1984.



Gambar 1. Koef Koreksi Kecepatan Angin (Resio & Vincent, 1977 dalam Triatmojo, 1999)

Hasil hubungan di atas ditabelkan seperti:

Tabel 1. Hubungan Kec Angin, RL, U_w dan U_A

knot	m/s	R _L	U _w	U _A
1	0,514	2,000	1,028	0,735
2	1,028	1,809	1,860	1,523
3	1,542	1,762	2,717	2,428
4	2,056	1,691	3,477	3,288
5	2,570	1,619	4,161	4,101
6	3,084	1,571	4,845	4,945
7	3,598	1,524	5,483	5,758
8	4,112	1,474	6,061	6,513
9	4,626	1,436	6,643	7,291
10	5,140	1,397	7,181	8,023
11	5,654	1,359	7,684	8,720
12	6,168	1,321	8,148	9,372
13	6,682	1,282	8,566	9,968
14	7,196	1,244	8,952	10,522
15	7,710	1,218	9,391	11,160

Fetch

Fetch dapat didefinisikan sebagai panjang daerah pembangkitan gelombang yang dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut tersebut (Samudra dkk, 2018) dan dicari dengan rumus

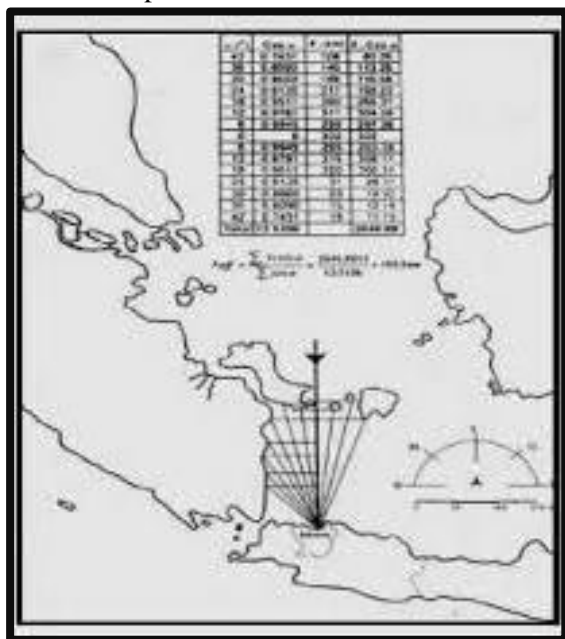
$$F_{eff} = \frac{\sum F_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

F_{eff}: *Fetch* efektif

F_i : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*.

α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan sudut.



Gambar 2. Contoh Pembuatan Fetch Sumber: Triadmojo, (2014)

Pembangkitan gelombang

Tinggi dan periode gelombang yang terjadi ditentukan (dipengaruhi) oleh kecepatan angin (U), arah angin, dan panjang *fetch* (F), sedangkan energi yang dipindahkan ditunjukkan oleh kecepatan angin berhembus (U) (Thambas dan Yuwono, 2003).

Dalam model peramalan gelombang, perlu diketahui beberapa parameter berikut ini:

- Kecepatan rata-rata angin U di permukaan air.
- Arah angin.
- Panjang daerah pembangkitan gelombang (*fetch*, F)

Data-data diatas akan digunakan untuk perhitungan pembangkitan data gelombang dengan rumus:

A. Tinggi gelombang

$$H_0 = 5.112 \times 10^{-4} \times U_A \times F^{0.5}$$

B. Periode gelombang

$$T_0 = 6.238 \times 10^{-2} \times [U_A \times F]^{0.33}$$

Konversi Arah Angin Menjadi Sudut

Posisi masing-masing arah mata angin terhadap mata angin yang lain menghasilkan besar sudut yang dapat ditentukan menggunakan satuan sudut yaitu derajat.

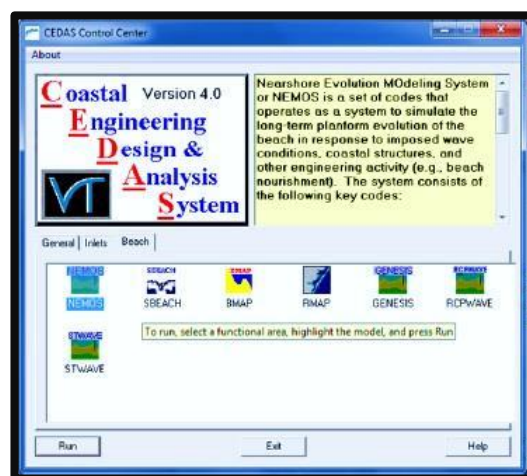
Berikut ini adalah daftar lengkap 16 arah mata angin dan besar sudut masing-masing:

Tabel 2. Konversi Arah Angin

No.	Nama	Singk	Inggris	Singk	Besar Sudut
1.	Utara	U	North	N	0° atau 360°
2.	Utara Timur Laut	UTL	North Northeast	NNE	22,5°
3.	Timur Laut	TL	Northeast	NE	45°
4.	Timur Timur Laut	TTL	East Northeast	ENE	67,5°
5.	Timur	T	East	E	90°
6.	Timur Menenggara	TM	East Southeast	ESE	112,5°
7.	Tenggara	TG	Southeast	SE	135°
8.	Selatan Menenggara	SM	South Southeast	SSE	157,5°
9.	Selatan	S	South	S	180°
10.	Selatan Barat Daya	SBD	South Southwest	SSW	202,5°
11.	Barat Daya	BD	Southwest	SW	225°
12.	Barat Barat Daya	BBD	West Southwest	WSW	247,5°
13.	Barat	B	West	W	270°
14.	Barat Barat Laut	BBL	West Northwest	WNW	292,5°
15.	Barat Laut	BL	Northwest	NW	315°
16.	Utara Barat Laut	UBL	North Northwest	NNW	337,5°

Perubahan Garis Pantai dengan Program GENESIS

GENESIS yang dipakai pada laporan ini adalah *GENESIS* yang terdapat pada suatu program bernama *CEDAS (Costal Engineering Design & Analysis System)*. *CEDAS* adalah program yang terdiri dari beberapa jenis pilihan untuk menganalisis berbagai macam kasus yang berhubungan dengan pantai, sesuai dengan kebutuhan. Untuk dapat menggunakan *GENESIS*, sebelumnya harus melewati beberapa tahap terlebih dahulu, seperti *Grid Generator*, *WWWL Data (Wind, Wave and Water Level Data)*, *WISPH3*, dan *WSAV (Wave Station Analysis and Visualization)*.



Gambar 3. Tampilan Software GENESIS-CEDAS

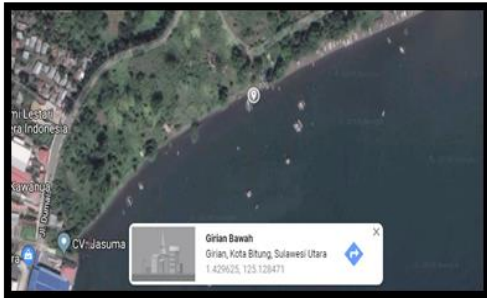
Namun pada pemodelan maupun running

GENESIS-CEDAS mempunyai kekurangan yaitu hanya memakai metode *one line model* yaitu hanya 2 dimensi.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Lokasi Penelitian adalah Girian Bawah, Kec. Girian, Kota Bitung. Survei dilakukan pada 18 Agustus 2019 – 29 Agustus 2019.



Gambar 4. Peta Eksisting Girian Bawah, Kota Bitung (Sumber: Google Maps)

Metode Pengambilan Data

Dilakukan survey langsung di lokasi untuk melihat kondisi eksisting dan mengukur data *berm*. Beberapa data seperti arah dan kecepatan angin diambil di BMKG Kota Bitung, dan data batrimetri pada software *Navionics*.



Gambar 5. Kondisi Eksisting Pesisir Pantai Girian Bawah (Sumber: Dok Pribadi)

Data

Data yang dijadikan bahan acuan dalam penelitian ini dapat diklasifikasikan dalam dua jenis data, yaitu:

Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dari lokasi rencana pembangunan maupun hasil survey yang dapat langsung dipergunakan

sebagai sumber dalam perancangan struktur bangunan pengaman pantai. Pengamatan langsung dilapangan mencakup: Kondisi bangunan-bangunan yang ada disekitar lokasi.

Data Sekunder

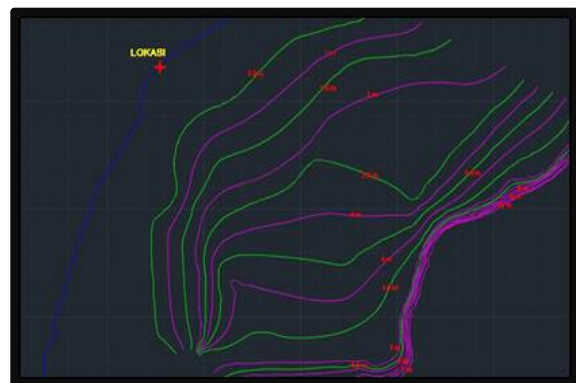
Data Sekunder Yang termasuk dalam klasifikasi data sekunder ini antara lain adalah literatur-literatur penunjang yang berkaitan erat dengan proses perencanaan bangunan pelindung pantai. Metode pengumpulan data yang dilaksanakan adalah:

1. Metode Literatur, yaitu suatu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis
2. Metode Observasi, yaitu dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya dilapangan.
3. Metode Pencarian dan Permintaan Data, yaitu mencari data-data yang di butuhkan untuk perencanaan seperti data kecepatan angin pada instansi terkait seperti BMKG dan data batrimetri menggunakan dukungan software pendukung seperti *NOVIONICS*, dan *dxfxyz 2.0*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemiringan Dasar Laut

Pada saat mencari kemiringan kedalaman laut, jarak antar data kedalaman digunakan pada titik tinjau sampai pada kedalaman 10 m sebagai acuan untuk mendapatkan kemiringan kedalaman laut. Hal ini ditunjukkan pada gambar sebagai berikut dengan bantuan software ACAD.



Gambar 6 . Tinjauan Kedalaman Menggunakan Software ACAD

Tabel 3. Kedalaman dan Panjang Kumulatif Daerah Tinjauan

NO	PANJANG	KEDALAMAN	Panjang Kumulatif
	m		
1	0	0	0
2	182,27	-1	182,27
3	144,43	-2	326,70
4	163,69	-3	490,39
5	225,06	-4	715,45
6	43,56	-5	759,01
7	42,95	-6	801,96
8	6,25	-7	808,21
9	6,13	-8	814,34
10	6,90	-9	821,24
11	5,80	-10	827,04

Dari data diperoleh

- Kedalaman laut : 10 m
- Jarak dari daratan : 827.04 m

Maka, Kemiringan (m) :

$$(m) = \frac{\text{Kedalaman pada kontur terakhir}}{\text{Jarak Kontur dari darat}}$$

$$(m) = \frac{10}{827.04} = 0.01$$

Kemiringan dasar lautnya sebesar 1% Perhitungan Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah Pada perhitungan ini digunakan

Perhitungan Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah

Pada perhitungan ini digunakan data gelombang terbesar dari dari perhitungan pembangkitan data gelombang berdasarkan data angin selama 10 tahun yang telah diperoleh. Data gelombang terbesar yang dimaksud adalah pada tanggal 2018/12-16 dengan:

- Arah = East (90°)
- Kec Angin = 16 m/det
- Tinggi Gelombang (Ho) = 0.49 m
- Periode Gelombang (T) = 2.55 det
- Gravitasi (g) = 9.81 m/det

Panjang Gelombang (Lo)

Untuk mencari panjang gelombang digunakan rumus:

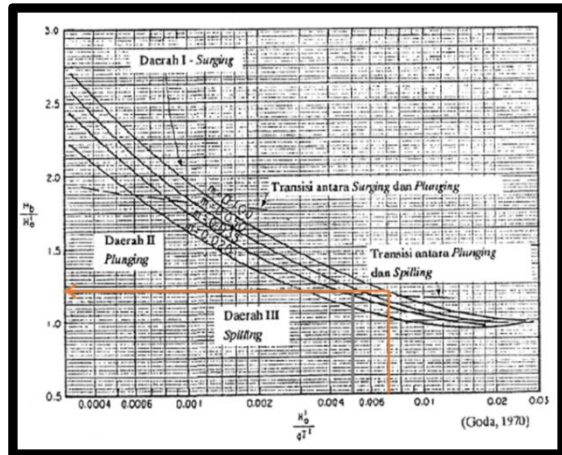
$$Lo = 1.56 \times T^2 = 1.56 \times 2.55^2 = 10.143 \text{ m}$$

Tinggi Gelombang Pecah (Hb)

Untuk mencari tinggi gelombang pecah digunakan rumus

$$\frac{H0}{gT^2} = \frac{1.37}{9.81 \times 4.762} = 0.00616$$

Hasil perhitungan di atas dimasukkan kedalam grafik hubungan $\frac{H0}{gT^2}$ dan nilai m sebesar 1% untuk mendapatkan nilai $\frac{Hb}{H0}$



Gambar 7. Grafik Penentuan Tinggi Gelombang Pecah (SPM, 1984)

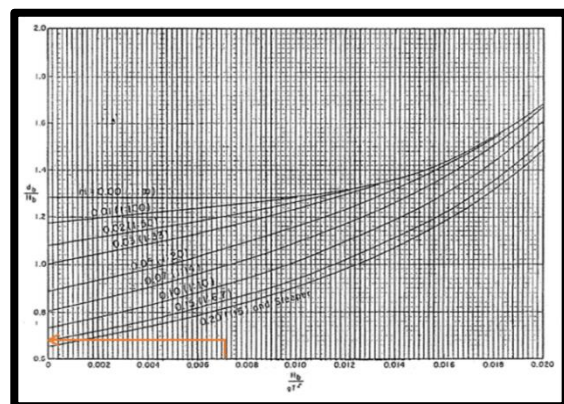
Dari grafik diperoleh $\frac{Hb}{H0} = 1.25$

$$Hb = 1.25 \times Ho = 0.606 \text{ m}$$

Jadi, tinggi gelombang pecah berdasarkan perhitungan diperoleh 0.606 m.

Kedalaman Gelombang Pecah (db)

Dari grafik hubungan $\frac{H0}{gT^2}$ dan nilai m sebesar 1% untuk mendapat nilai $\frac{db}{Hb}$, diperoleh nilai $\frac{db}{Hb} = 0.60$



Gambar 8. Grafik Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah (SPM, 1984)

Kemudian dimasukkan dalam rumus sebagai berikut:

$$db = hb \times 1.1$$

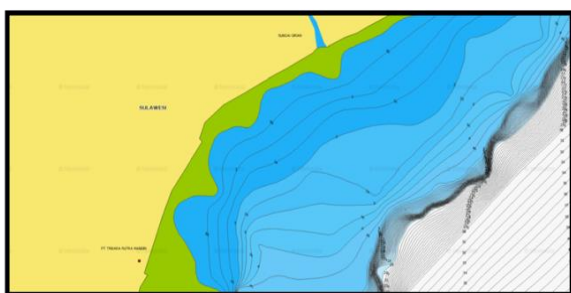
$$db = 0.606 \times 1.1$$

$$db = 0.667 \text{ m}$$

Jadi, kedalaman gelombang pecah berdasarkan perhitungan di atas adalah 0.667 m, Data ketinggian dan kedalaman gelombang akan diinput dalam pembuatan domain GENESIS CEDAS.

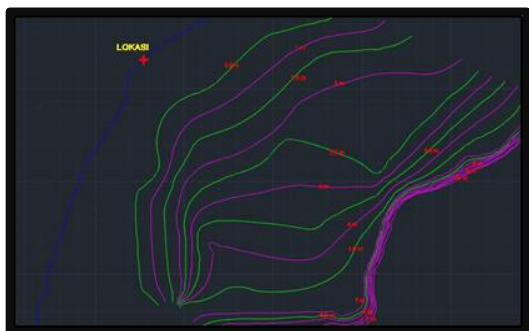
Batrimetri

Pada penelitian ini, data batrimetri yang dipakai pada penelitian ini diperoleh dari software “Navionics”.



Gambar 9. Peta Batrimetri Pantai Girian Bawah dari Software “Navionics”

Data dari “Navionics” ini diinput dalam software ACAD dan disesuaikan bentuk pulaunya dari citra Google Maps karena software “Navionics” tidak akurat dalam pencitraan bentuk daratan. Didalam software ACAD garis kontur kedalaman didigitasi agar diketahui nilai Z untuk kemudian disimpan dalam format.dxf. File ini diubah dalam format.xyz menggunakan software dxf2xyz.2.0 untuk mendapatkan data koordinat batrimetri dan data koordinat “shoreline”. Setelah data.xyz diperoleh, akan diimport saat pembuatan domain dalam software GENESIS-CEDAS.

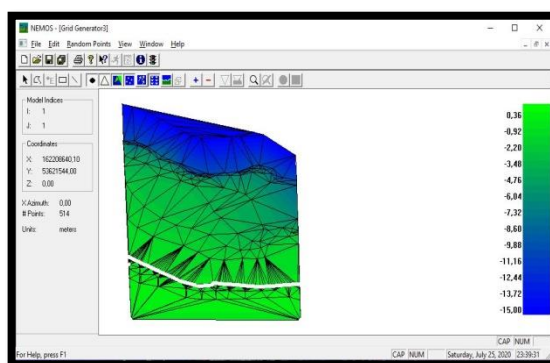


Gambar 9. Peta Batrimetri Area Pantai Girian Bawah dalam Software ACAD yang Didigitasi

Tabel 4. Data Batrimetri Dalam Format .xyz

Domain Pemodelan dan WWLL Data

Pada tahapan ini data input bathimetri pantai hasil dari digitasi program autocad dengan format .xyz dimasukkan kedalam program CEDAS/NEMOS/Grid Generator. Hal ini bertujuan untuk memplot koordinat-koordinat garis kontur pantai hasil digitasi, sehingga dapat dimunculkan pemodelan bentuk pantai yang akan di analisa.

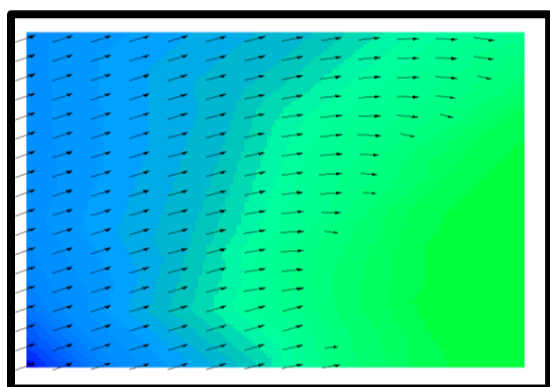


Gambar 11. Grid Hasil Data Batrimetri

Titik-titik putih merupakan koordinat *shoreline* yang diinput sesuai koordinat pada Gambar 4.14 dan membentuk garis pantai yang sesuai dengan garis pantai yang ditinjau. Namun pada saat *grid* tinjauan di atas dijadikan *domain* untuk pemodelan *GENESIS*, koordinatnya *shoreline*

akan dirubah otomatis oleh software untuk mempermudah peninjauan sesuai $azimuth = 184,78$.

Data gelombang hasil dari analisa data angin satu pada tahun 2014-2018 dimasukkan kedalam program *CEDAS/NEMOS/WWLL Data*. Data ini dimasukkan untuk memasukkan parameter tinggi, periode dan arah gelombang yang terjadi di sepanjang garis pantai. Data ini mutlak perlu adanya dalam memodelkan perubahan garis pantai dengan program *GENESIS*, karena gelombang salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai. Untuk koordinat lokasi penelitian diambil koordinat geometrik berdasarkan pencitraan Google Maps. Setelah data gelombang dan koordinat diinput selanjutnya digunakan program *CEDAS/NEMOS/WMV* untuk menampilkan hasil pemodelan gelombang terhadap garis pantai berupa arah dan besarnya tinggi gelombang datang menuju pantai.



Gambar 12. Pemodelan Gelombang Berdasarkan Data Gelombang Yang Diinput

Running 5 & 10 Tahun Garis Pantai

Sebagai acuan digunakan data analisa saringan berdasarkan data yang diambil

Tabel 5. Analisa Saringan

Saringan No	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gr)	Komulatif (gr)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4.750	1.2	1.2	0.50	99.50
10	2.000	47.52	48.72	20.40	79.60
40	0.425	127.85	176.57	73.90	26.10
100	0.150	41.77	218.34	91.49	8.51
200	0.075	12.37	230.71	96.56	3.44
Pan	<0.075	8.2	238.91	100.00	0.00

(Sumber : Hendrik Pristanto. Hasil Perhitungan 2017)

Dari tabel di atas diperoleh ukuran pasir sangat halus yang masuk pada skala *Wenworth*

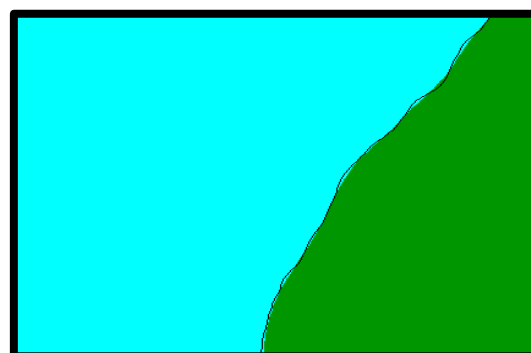
yaitu 0.0625 mm – 0.125 mm yaitu pada pasir yang tertahan saringan No 200 (0.075 mm) dan pasir yang tertahan pada pan pada kisaran < 0.075.

Berdasarkan acuan di atas, penulis memakai data diameter *effective grain size* sebesar 0.09 mm untuk diinput dalam *GENESIS-CEDAS* dengan menganggap data itu paling aman digunakan sebagai asumsi sesuai skala “ *wenworth*.”

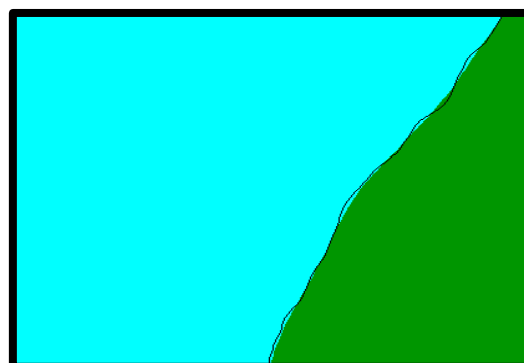
NAMA PARTIKEL		DIAMETER PARTIKEL (mm)
Kerikal (gravel)	Boulders	> 256
	Cobbles (bongkah)	64 - 256
	Pebbles (kerikal)	4 - 64
	Granules (butir)	2 - 4
Pasir (sand)	Very coarse sand (sangat kasar)	1 - 2
	Coarse sand (kasar)	0.5 - 1
	Medium sand (sedang)	0.25 - 0.5
	Fine sand (halus)	0.125 - 0.25
	Very fine sand (sangat halus)	0.0625 - 0.125
Lanau (silt)		0.004 - 0.0625 (1/256 - 1/16)
Lempung (clay)		< 0.004 (< 1/256)

Gambar 13. Ukuran Partikel Skala “ *Wenworth* “

Simulasi perubahan garis Pantai Girian Bawah dilakukan pada 5 tahun dan 10 tahun.



Gambar 14. Running Shorline 5 Tahun



Gambar 15. Running Shorline 10 Tahun

Pembahasan Hasil *Output* Tanpa Penambahan Bangunan Pengaman Pantai

Dari hasil *output* diketahui nilai perubahan garis pantai yang terjadi, terlihat selisih dari perubahan koordinat melintang garis pantai berupa ada yang bernilai positif dan negatif. Nilai positif menunjukkan bahwa garis pantai mengalami penambahan garis pantai akibat mengendapnya sedimen pantai akibat abrasi pada titik garis pantai lain yang dibawa oleh gelombang laut sedangkan nilai negative menunjukkan adanya pengurangan garis pantai akibat abrasi. Nilai abrasi paling besar berada pada koordinat $y = 55.02$ dengan nilai -1.09 m pada running 10 tahun dan endapan sedimen terbesar berupa pada koordinat $y = -82.12$ dengan nilai 1.61 pada running 10 tahun.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian diatas, penulis mengambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Garis pantai yang telah di modelkan pada program *GENESIS* di *running* untuk mendapatkan hasil simulasi perubahan garis pantai yang dilakukan. Perubahan garis pantai akan tergambarkan melalui animasi model, dan juga akan di dapatkan detail mengenai perubahan garis pantai.
2. Setelah dimodelkan melalui Software *GENESIS-CEDAS*, tinjauan garis pantai yang diteliti pada peninjauan sesuai *azimuth* = $184,78$ dimulai dari koordinat $x = 0,00$, $y = -45.55$ sampai $x = 175$, $y = -99,2$ mengalami banyak penggerusan akibat abrasi dan dan

sedikit penambahan akibat endapan sedimentasi.

3. Daerah tinjauan dan analisa data output, mengalami pengurangan garis pantai dan penambahan akibat endapan sedimentasi yang variatif pada masing-masing hasil running. Di dapat nilai abrasi pada koordinat $y=60.0$ untuk running 10 tahun dan endapan sedimen terbesar pada koordinat $y=-83.2$ pada running 10 tahun.
4. Dari banyaknya koordinat garis pantai yang mengalami pengurangan akibat abrasi dan hanya sedikit koordinat garis pantai yang mengalami penambahan akibat penambahan sedimen.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, ada beberapa saran yang perlu, antara lain:

1. Akibat abrasi yang terjadi dibanyak titik pada pemodelan, penulis menyarankan agar di kembangkan dengan penelitian lanjut di daerah yang ditinjau agar bukan hanya terlindung dari pengikisan garis pantai namun untuk kenyamanan penduduk disekitar daerah tinjauan.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan data yang lebih akurat dalam pemodelan.
3. Penulis menyarankan agar menggunakan bangunan pelindung pantai jika pengikisan garis pantai cukup jauh.
4. Penulis menyarankan agar masyarakat lebih menjaga kelestarian ekosistem karang laut khususnya Kota Bitung agar bisa terjaga. Seperti diketahui ekosistem karang dan koral merupakan perlindungan abrasi alami akibat gelombang.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG Stasiun Meterologi Maritim Bitung. *Data kecepatan angin tahun 2014-2018 di Girian Bawah Kota Bitung.*
- Dauhan, S. K., H. Tawas, H. Tangkudung, J. D. Mamoto, “ Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai Di Atep Oki “, Jurnal Teknik Sipil Statik Vol.1 No.12, November 2013 (784-796) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi.
- Gravens, M. B., Nicholas C, Krauss and Hans Hanson, (1991), ”*GENESIS: Generalized Model For Simulating Shoreline Change*”, Technical Report CERC, Departement of The Army, Mississippi.

- Lalenoh, L., J. D. Mamoto, A. K. T Dundu. 2016, “ Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Pada Daerah Pantai Mangatasik Kec. Tombariri Kabupaten Minahasa “, Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.12 Desember 2016 (795-804) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi
- Mamanua, I. C., T. Jansen, A. K. T. Dundu. 2017, “ Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Pada Daerah Kima Bojo Kab. Minahasa Utara, “ Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.6 Agustus 2017 (335-344) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi.
- Navionics Aplication 2019. *Data kedalaman laut (Batrimetri) di Girian Bawah Kota Bitung*
- Nur Yuwono, 1982, *Dasar–Dasar Perencanaan Bangunan Pantai Volume I*, Yogyakarta, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Nur Yuwono, 1982, *Dasar–Dasar Perencanaan Bangunan Pantai Volume II*, Yogyakarta, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Samudra, A. R., M. I. Jasin, F. Halim. 2018, “ Evaluasi Kerja *Breawater* Terhadap Gelombang Di Kawasan Pelabuhan Manado “, Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.4 April 2018 (211-224) ISSN : 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumbogo, P. 2007. Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model Genesis; *Jurnal Ilmu-ilmu Teknik dan Sains Teknologi ISSN 1693- 9425 Vol. 13, No.3 Juli 2007.*
- Thambas, A. H., Nur Yuwono. 2003, *Model Distribusi Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya Dalam Peramalan Gelombang di Wilayah Tengah Indonesia: Pulau Jawa, Sulawesi dan Kalimantan*, UNSPECIFIED thesis, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 1996, *Pelabuhan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 1999, *Teknik Pantai*, Yogyakarta, Beta Offset.
- Triatmodjo, B., 2014, *Perencanaan Bangunan Pantai*, Yogyakarta, Beta Offset.
- Wakkary, A. C., M. Ihsan Jasin, A.K.T. Dundu, (2017), “*Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai Desa Kalinaung Kab. Minut*” *Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.3 Mei 2017 (167-174) ISSN: 2337-673.*

Halaman ini sengaja dikosongkan