

PEMODELAN NUMERIS PERUBAHAN GARIS PANTAI (STUDI KASUS DI PANTAI TANJUNG MOTONG KABUPATEN KEPULAUAN MERANTI)

Dwi Puspo Handoyo, Sigit Sutikno, Manyuk Fauzi

Program Studi Teknik Sumber Daya Air, Magister Teknik Sipil, Universitas Riau
Jl. HR Soebrantas Km 12.5 Pekanbaru 28293

E-mail: *dwi.puspohandoyo@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini melakukan pemodelan numeris perubahan garis pantai di Pantai Tanjung Motong Kab. Kepulauan Meranti Provinsi Riau dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) GENESIS (*GENERALized model for SIMulating Shoreline change*). Data-data yang dipakai untuk pemodelan adalah data topografi, bathimetri, angin dan jenis tanah. Peramalan gelombang dilakukan dengan menggunakan data angin setiap jam selama 12 tahun (2001 – 2012) untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang rencana dengan menggunakan formula-formula empiris yang diturunkan dari model parametrik berdasarkan spektrum gelombang JONSWAP. Skenario pemodelan dilakukan dengan memprediksi perubahan garis pantai 10 tahun kedepan (2014-2024). Skenario pemodelan dibagi dua yaitu (1) simulasi perubahan garis pantai tanpa kalibrasi (2) simulasi perubahan garis pantai setelah dilakukan kalibrasi. Pada skenario kedua, sebelum melakukan simulasi perubahan garis pantai, model di kalibrasi dengan menggunakan bantuan tool DSAS (*Digital Shoreline Analisis System*), sehingga hasil pemodelan mendekati kondisi sebenarnya dilapangan. Hasil perbandingan dari dua skenario tersebut tampak perbedaan yang cukup jauh dimana laju perubahan garis pantai setelah dikalibrasi lebih besar dari pada sebelum dikalibrasi.

Kata Kunci: perubahan garis pantai, pemodelan numeris, GENESIS, DSAS

ABSTRACT

This study conduct a numerical modeling of shoreline change at Tanjung Motong Coast, Kepulauan Meranti district, Riau province by using GENESIS (Generalized Model for Simulating Shoreline change) tool. The data for modeling are the topography, bathymetry, wind and soil type. Wave forecasting was performed by using wind data hourly for 12 years (2001-2012) to obtain the wave height and period by using empirical formulas derived from parametric models based on JONSWAP wave spectrum. Modeling scenario was performed by predicting shoreline change for the next 10 years (2014-2024). Modeling scenario was divided into two, (1) simulation of shoreline change without calibration, (2) simulation of shoreline change after calibration. In the second scenario, before simulating shoreline change, the model was calibrated using DSAS (Digital Shoreline Analisis System) tool, so that the results showed a good agreement with the actual conditions in the field. The results of the comparison of the two scenarios showed that the rate of shoreline change after calibration tend to greater than the before calibration.

Key Words: shoreline changes, numerical modeling, GENESIS, DSAS

PENDAHULUAN

Riau sebagai salah satu propinsi di Indonesia yang memiliki garis pantai, tidak luput dari permasalahan pantai dan muara. Salah satunya adalah pantai Tanjung Motong yang terletak di Kecamatan Rangsang Barat Kabupaten Kepulauan Meranti. Secara administratif Kecamatan Rangsang Barat berbatasan langsung dengan Selat Malaka di sebelah utara, Kecamatan Tebing Tinggi di sebelah selatan, Kecamatan Merbau di sebelah barat dan Kecamatan Rangsang

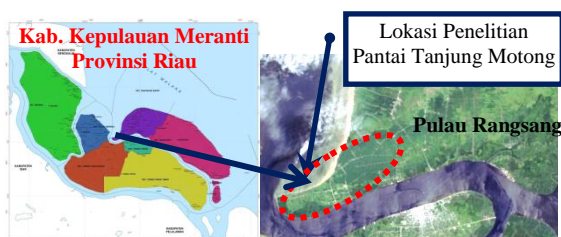
di sebelah timur. Ditinjau dari letak geografis Pantai Tanjung Motong berhadapan langsung dengan Selat Malaka, maka sangat dipengaruhi oleh fenomena hidrodinamika. Fenomena hidrodinamika pantai terjadi akibat dari adanya gelombang, arus, dan pasang surut air laut serta faktor-faktor lain yang memungkinkan terjadinya abrasi pantai dan sedimentasi di tempat-tempat tertentu. Sebagian besar jenis tanah di Pantai Tanjung Motong merupakan tanah organosol, yaitu jenis tanah yang banyak mengandung bahan

organik. Pantai di Pulau Rangsang khususnya Pantai Tanjung Motong merupakan pantai yang sangat rawan mengalami abrasi, karena berhadapan langsung dengan lautan yang terbuka. Kondisi tersebut menyebabkan gelombang yang terjadi akibat bangkitan angin cukup besar yang potensial bisa menyebabkan abrasi pantai, disisi lain pada sebagian ruas pantai yang masih memiliki vegetasi mangrove terjadi akresi. Fenomena hidrodinamika pantai akibat dari adanya gelombang, arus, dan pasang surut air laut serta faktor-faktor lain memungkinkan terjadinya abrasi pantai di Pantai Tanjung Motong dan sedimentasi di tempat-tempat tertentu. Fenomena ini jika terjadi dalam kurun waktu yang lama dan tanpa ada upaya penanggulangannya maka akan menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai. Berdasarkan atas fenomena tersebut, maka perlu adanya sebuah analisa perubahan garis pantai di wilayah pesisir Pantai Tanjung Motong untuk mengantisipasi dampak-dampak yang akan terjadi akibat perubahan garis pantai tersebut, terutama dampak negatif akibat kerusakan pantai (Hidayah dkk, 2012). Untuk mempermudah dalam menganalisa perubahan garis pantai yang terjadi, maka dalam penelitian ini digunakan pendekatan dengan menggunakan Metode *One-Line Model*.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sepanjang Pantai Tanjung Motong berada pada koordinat $1^{\circ}01'08,61\text{Lu}; 1^{\circ}2037'30,91\text{BT}$ sampai dengan $1^{\circ}04'16,57\text{Lu}; 1^{\circ}2040'01,57\text{BT}$, terletak di desa Permai Kecamatan Rangsang Barat (Pulau Rangsang) di Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. Lokasi penelitian ini seperti disajikan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Lokasi penelitian yang berada di Pantai Tanjung Motong

Studi Literatur

Dolan dkk (1991) menjelaskan pantai merupakan tempat pertemuan daratan dan lautan dimana terjadi proses-proses dinamis seperti gelombang, pasang surut, angin, dan lainnya yang berlangsung secara terus-menerus sehingga secara konstan

memungkinkan terjadinya perubahan. Gelombang individu, perbedaan pasang surut, waktu, dan gelombang terhadap morfologi pantai adalah parameter utama yang menyebabkan perubahan tersebut terjadi. Menurut Bird (1984), pantai masih dipengaruhi oleh daratan dan lautan, dimana pengaruh darat terhadap pantai berupa morfologi (kemiringan atau topografi) dan litologi (batuan penyusun). Sedangkan pengaruh laut terhadap pantai dapat berupa perubahan gelombang, arus, pasang, angin, bathimetri dan jenis vegetasi. Perubahan garis pantai di Tanjung Motong telah menyebabkan banyak kerusakan yang menimbulkan dampak negatif terhadap masyarakat, daerah yang terabrasi sebagian besar merupakan permukiman penduduk. Untuk mengetahui potensi kerusakan di Pantai Tanjung Motong, yang salah satu cirinya dengan diidentifikasi dengan perubahan garis pantainya. Maka perlu disimulasikan perubahan garis pantai yang terjadi di pantai ini dengan menggunakan Metode On-Line Model untuk memodelkannya. Sumbogo Pranoto (2007) telah melakukan penelitian mengenai pemodelan perubahan garis pantai Indramayu yang bertujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai dan pengaruhnya terhadap jaringan perpipaan gas/minyak Pertamina disepanjang jalur Mundu hingga Balongan di Indramayu dalam kurun waktu tertentu. Sama halnya dengan Arafat dan Hidayat (2011) yang juga memodelkan perubahan garis pantai Rerang Kabupaten Donggala, dimana bertujuan untuk mengetahui proses erosi-sedimentasi, dan perubahan garis pantai serta morfologi. Patiño (2010) juga melakukan penelitian mengenai pemodelan perubahan garis pantai di kawasan pesisir Catalan Lautan Mediterania, tujuannya untuk mencari alternative penanganan yang cocok didaerah tersebut.

Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk penelitian ini antara lain terdiri dari data topografi-bathimetri, gelombang, pasang surut, data butiran tanah dan Data citra satelit. Data gelombang diperoleh dari hasil analisis dan peramalan dari data angin yang tercatat di stasiun BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika)Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau. Rekapitulasi data yang digunakan pada penelitian ini seperti disajikan pada Tabel 1.

Data satelit yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas 2 (dua) tahun data pencatatan, yaitu Landsat TM (Thematik Mapper) 1999 dan Landsat 8 OLI/TIRS 2014. Landsat TM mempunyai resolusi 30 m, sedangkan Landsat 8 OLI/TIRS

mempunyai 8 band dengan resolusi 30 m dan bisa dipertajam dengan 1 band (band 8) mempunyai resolusi 15 m. Spesifikasi data satelit yang digunakan pada penelitian ini seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rekapitulasi Data Penelitian

No.	Data	Keterangan
1	Bathymetri	Berupa peta topografi pantai dari daratan sampai dasar perairan Pantai Tanjung Motong (Anonim, 2012 dan survey bathimetri mandiri di perairan Pantai Tanjung Motong, 2013)
2	Kondisi Tanah Setempat	Pengambilan sampel tanah di Pantai Tanjung Motong meliputi boring menggunakan hand bor. Selanjutnya dilakukan pengujian properties dari sampel tanah.
3	Pasang Surut	Berupa elevasi fluktuasi muka air laut pada kondisi pasang dan surut di Pantai Tanjung Motong (Anonim, 2012)
4	Angin	Data angin berupa kecepatan dan arah angin Perairan Tanjung Motong dari tahun 2001 s/d 2012 (BMKG-Stasiun Tanjung Balai Karimun, 2013)
5	Fetch	Digitasi peta dasar dengan menggunakan menggunakan program autocad. (Analisis, 2014)
6	Data citra satelit	Data citra satelit dianalisis menggunakan DSAS 4.3 untuk memperoleh laju perubahan garis pantai dan data ini berfungsi sebagai kalibrasi didalam program GENESIS

Tabel 2. Data citra satelit yang digunakan pada penelitian ini

Tahun Perekaman Data	Satelit	Jenis Sensor	Band	Resolusi
06/06/1990	Landsat 5	TM	5 (SWIR-1)	30 m
			4 (Near-IR)	30 m
			2 (Green)	30 m
13/02/2014	Landsat 8	OLI	6 (SWIR-1)	30 m
			5 (Near-IR)	
			3 (Red)	
			8 (Pan)	15 m

Pemodelan Gelombang

Pada penelitian ini pengolahan gelombang di peroleh dari data angin yang nantinya membangkitkan gelombang. Angin dan daerah pembentukannya gelombang (*fetch*) merupakan faktor pembangkitan gelombang. Terlebih dahulu dilakukan analisa kecepatan dan arah angin dengan memperoleh distribusi kecepatan dan arah angin, dilakukan proses pengolahan data angin yang diperoleh dari stasiun BMKG Tanjung Balai Karimun yang tercatat selama selama 12 tahun (2001 – 2012). Untuk mendapatkan tinggi dan

periode gelombang rencana dengan menggunakan formula-formula empiris yang diturunkan dari model parametrik berdasarkan spektrum gelombang JONSWAP.

Langkah pertama adalah perhitungan *fetch* efektif dengan persamaan (1)

$$F_{\text{eff}} = \frac{\sum Lf_i \cdot \text{Cos } \alpha_i}{\sum \text{Cos } \alpha_i} \quad (1)$$

Dimana F_{eff} adalah panjang *fetch* ke-I, I adalah sudut pengukuran *fetch* ke – I dan Σ adalah jumlah pengukuran *fetch*.

Sebelum menghitung nilai H dan T terlebih dahulu mencari nilai tegangan angin setiap jamnya.

$$U_z = \text{kecepatan angin} \times 0,541 \text{ (m/s)}$$

$$U_{10} = U_z \times (10/10)^{1/7} \text{ merupakan koreksi terhadap ketinggian}$$

$$U_L = 1.1 \times U_{10} \text{ merupakan koreksi terhadap lokasi}$$

$$R^L = \text{didapat dari grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat}$$

$$U_w = R^L \times U_L$$

$$U_A = 0,71 \times (U_w)^{1.23}$$

Setelah diketahui nilai dari U_A maka dapat dicari nilai dari H dan T. Untuk memperoleh nilai tersebut dilakukan peramalan gelombang menggunakan persamaan (2) dan (3) sebagai berikut:

$$\frac{g H_{mo}}{U_A^2} = 0,0016 \left(\frac{g F}{U_A^2} \right)^{1/2} \quad (2)$$

$$T_p = 0,2857 \left(\frac{g F}{U_A^2} \right)^{1/3} \frac{U_A}{g} \quad (3)$$

Pemodelan Data Gelombang

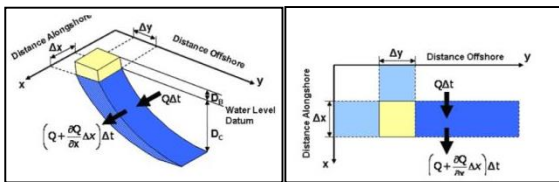
Pemodelan gelombang ditampilkan bersama dengan bathimetri dan garis pantai yang telah diolah pada sub modul *Grid Generator* untuk di-*running* menggunakan modul GENESIS sehingga diperoleh perubahan garis pantai hasil pemodelan dan besar volume transpot sedimen yang terjadi dalam tiap *grid*. Prinsip dasar pemodelan ini adalah analisis transpot sedimen sejajar pantai (*Longshore Transport*) yang dirumuskan pada persamaan (4) (5) dan laju angkutan sedimen sepanjang Pantai yang dirumuskan dalam persamaan (6).

$$a_1 = \frac{K_1}{16 \left(\left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right) (1-p) (1.416)^{5/2} \right)} \quad (4)$$

$$a_2 = \frac{K_2}{8 \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right) (1-p) \tan \beta (1.416)^{7/2}} \quad (5)$$

$$Q_g = Q_{rt} + Q_{lt} \quad \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{D_s \cdot \Delta x \cdot \Delta y}{\Delta t} \quad (6)$$

Laju perubahan volume adalah dan perubahan ini dikontrol oleh laju bersih pasir yang masuk dan keluar dari keempat sisi seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.

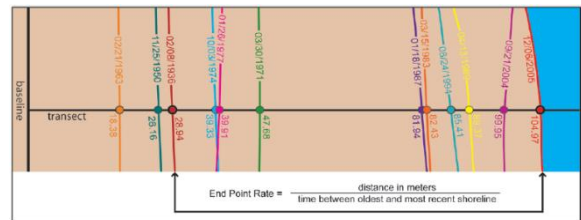


Gambar 2. Sketsa dan dasar teori untuk perhitungan perubahan garis pantai.

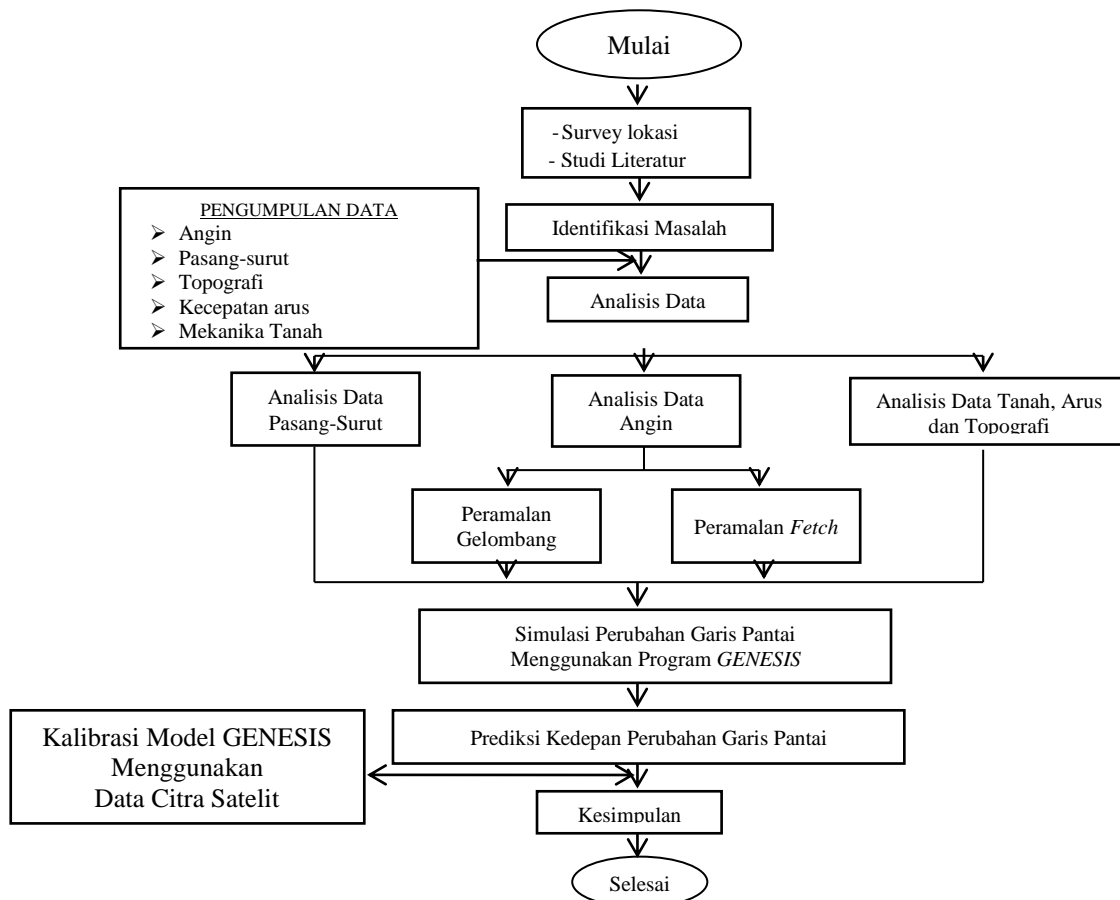
Kalibrasi Model

Setelah mengolah data dengan *software* GENESIS, dilakukan kalibrasi dengan membandingkan

perubahan garis pantai dengan garis pantai hasil data skunder tahun yang berbeda. Kemudian dilakukan persentase tingkat kesalahan antara garis pantai dari pencitraan satelit dengan garis pantai hasil pemodelan. Data citra satelit diolah menggunakan *tool* DSAS (*Digital Shoreline Analisis System*) pada *software* GIS. Tujuannya adalah untuk mengetahui laju perubahan garis pantai (m/tahun), diperoleh dua garis pantai dari tahun perekaman yang berbeda, dari data ini di-*overlay* diidentifikasi daerah abrasi dan akresi. Selanjutnya diolah dengan menggunakan metode statistik *End Point Rate* (EPR) yang terdapat dalam *tool* DSAS. Ilustrasi penghitungan laju perubahan garis pantai dengan menggunakan metode tersebut disajikan dalam Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Ilustrasi perhitungan laju perubahan garis pantai menggunakan metode EPR



Gambar 4. Bagan Alir (Flowchart) Penelitian Pemodelan Perubahan Garis Pantai

Langkah selanjutnya adalah membandingkan laju perubahan garis pantai hasil *running* GENESIS dengan hasil hitungan data citra satelit menggunakan EPR, dengan metode *trial and error* dicari persentase kesalahan terkecil seperti pada persamaan (7) dengan cara memasukkan nilai K_1 dan K_2 .

$$\text{Kesalahan Relatif} = \frac{x - x^i}{x} \times 100 \% \quad (7)$$

Dimana x adalah garis pantai hasil analisa *tool* DSAS 4.3, x^i garis pantai hasil pemodelan GENESIS.

Simulasi Perubahan Garis Pantai

Melakukan pemodelan garis pantai lagi dengan parameter-parameter K_1 dan K_2 yang memberikan *output* perubahan garis pantai mendekati hasil hitungan EPR.

Adapun Tahapan-tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan pada bagan alir Gambar 4.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Kecepatan dan Arah Angin

Distribusi kecepatan dan arah angin (Tabel 3 dan Tabel 4) ini digunakan untuk mengetahui persentase kejadian dari masing-masing kecepatan untuk setiap arah angin yang akan digunakan untuk analisa angkutan sedimen, pembangkitan gelombang dan untuk mengetahui arah dominan angin. Dan hasil dari pengelompokan berupa mawar angin (*wind rose*) tersebut disajikan dalam Gambar 5.

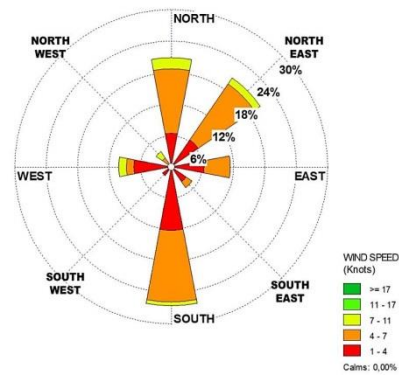
Tabel 3. Jumlah Kejadian Angin Tahun 2001-2012

Kecepatan	Arah Angin								Total
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
1 - 4	6576	6408	6456	3600	12360	2184	7344	0	44928
4 - 7	12394	13060	5088	1392	13776	0	1440	2184	49334
7 - 11	2136	1402	0	0	720	0	1464	1464	7186
11 - 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	21106	20870	11544	4992	26856	2184	10248	3648	101448

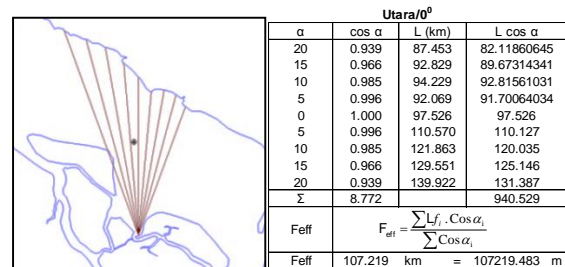
Tabel 4. Jumlah Persentase Kejadian Angin Tahun 2001-2012

Kecepatan	Arah Angin								Total
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
1 - 4	6,48	6,32	6,36	3,55	12,18	2,15	7,24	0,00	44,29
4 - 7	12,22	12,87	5,02	1,37	13,58	0,00	1,42	2,15	48,63
7 - 11	2,11	1,38	0,00	0,00	0,71	0,00	1,44	1,44	7,08
11 - 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
> 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	20,80	20,57	11,38	4,92	26,47	2,15	10,10	3,60	100,00

Maka dengan persamaan (1) diperoleh nilai dari fetch efektif (Tabel 5) dengan tiga arah dominan, yaitu arah utara, timur laut dan barat laut. Untuk nilai *fetch* efektif terbesar pada arah 00 (utara).



Gambar 5. Mawar Angin (*Wind Rose*) Perairan Tanjung Motong

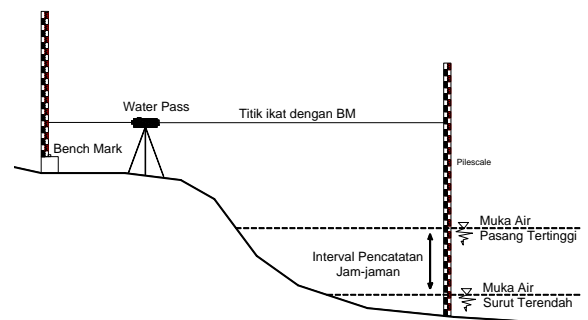


Gambar 5. Penggambaran *fetch* perairan Tanjung Motong dan perhitungan panjang *fetch* efektif di Pantai Tanjung Motong

Analisa perhitungan menghasilkan data peramalan gelombang dalam bentuk *time series*, dimana nantinya dipakai sebagai masukan (*input*) kedalam *On-Line Model* disajikan dalam Tabel 6.

Analisa Data Pasang Surut

Dari hasil analisa pasut tersebut, dapat ditentukan nilai LWL, MSL dan HWL yang selanjutnya akan digunakan sebagai acuan desain secara keseluruhan. Semua elevasi pengukuran yang ada akan ditarik dari nilai BM (+5,000) yang telah terkoreksi dengan benar berdasarkan nilai pengamatan pasang surut (Gambar 6).



Gambar 6. Tata cara pengamatan elevasi pasang

Muka Air Tinggi (HWL) = + 5,303m
Muka Air Rerata (MSL) = + 3,284m
Muka Air Surut (LWL) = + 1,231m

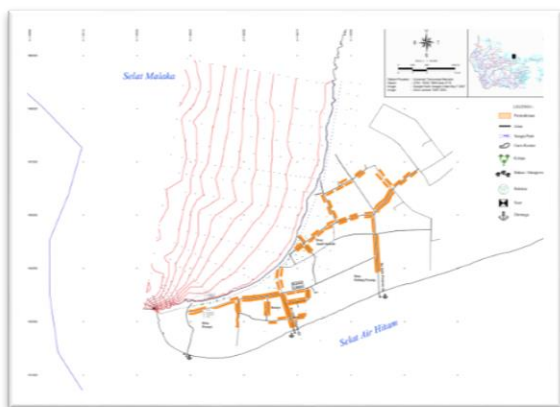
Peranan data pasang surut bagi keamanan struktur bangunan pantai sangat besar. Dari data ini ditentukan muka air terendah dan muka air tertinggi sebagai referensi pengukuran. Muka air terendah diperlukan untuk mendesain *toe scouring* bangunan dan muka air tertinggi merupakan acuan dalam menentukan *crest* (puncak) dari bangunan pelindung pantai.

Tabel 5. Jumlah Persentase Kejadian Angin Tahun 2001-2012

Tahun/Bh/tgl	Jam	H	T	Direction
20010101	0	0.875	5.141	360
20010101	100	0.875	5.141	360
20010101	200	0.875	5.141	360
20010101	300	0.875	5.141	360
20010101	400	0.875	5.141	360
20010101	500	0.875	5.141	360
20010101	600	0.875	5.141	360
20010101	700	0.875	5.141	360
20010101	800	0.875	5.141	360
20010101	900	0.875	5.141	360
20010101	1000	0.875	5.141	360
20010101	1100	0.875	5.141	360
20010101	1200	0.875	5.141	360
.....				
.....				
20121231	1500	13.264	30.461	360
20121231	1600	13.264	30.461	360
20121231	1700	13.264	30.461	360
20121231	1800	13.264	30.461	360
20121231	1900	13.264	30.461	360
20121231	2000	13.264	30.461	360
20121231	2100	13.264	30.461	360
20121231	2200	13.264	30.461	360
20121231	2300	13.264	30.461	360

Pengolahan Data Bathimetri

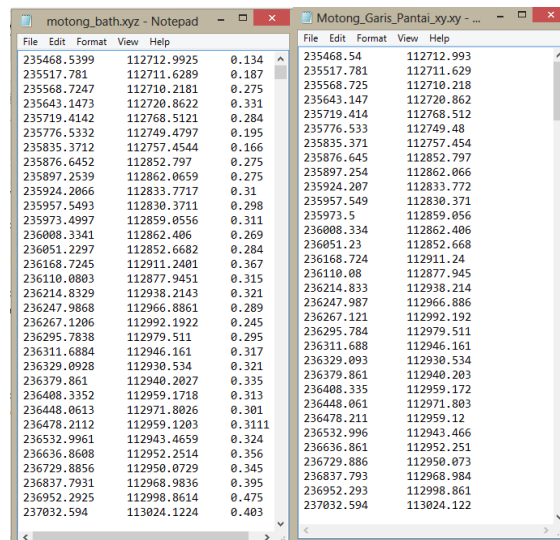
Dari Gambar 7 data bathimetri sebagai inputan kedalam metode *On-Line Model* berupa format XYZ (ASCII) dimana sudah terdapat elevasi didalamnya dan format XY untuk garis pantai yang berisi koordinat saja.



Gambar 7. Peta Topografi Bathimetri Pantai Tanjung Motong

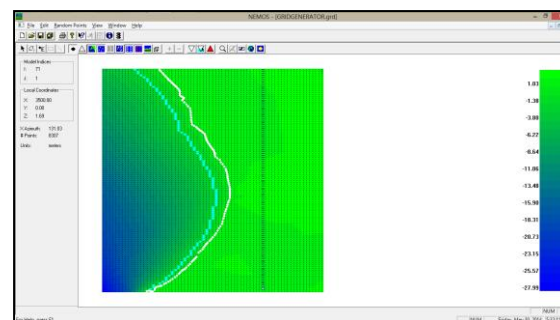
Pemodelan Garis Pantai

Sebelum memulai pemodelan, maka terlebih dahulu dilakukan pengolahan terhadap data-data yang akan dilakukan sebagai input dalam pemodelan ini. Terlebih dahulu dilakukan dalam sub modul di dalam *On-Line Model*. Data bathimetri yang telah disusun dalam bentuk notepad dengan kordinat X, Y, dan Z di-import ke *Grid Generation* (Gambar 8).



Gambar 8. Export data dari program Autocad dengan format ASCII untuk topografi/bathimetri dan data garis pantai

Setelah *input* data bathimetri, dilanjutkan dengan *input* data garis pantai tahun 2014 dengan koordinat X dan Y seperti Gambar 9. Garis pantai pada tahun 2014 ini diperoleh dari pengolahan citra satelit tahun 2014. Lalu menentukan koordinat local azimuth awal pembagian grid sebesar dx = 50 dan dy = 50 untuk menentukan *Grid region* atau wilayah yang akan dimodelkan dengan panjang garis pantai sejauh ± 4.000 m dengan pembagian *grid* 50 m, maka diperoleh *grid* sebanyak 80 *grid*.



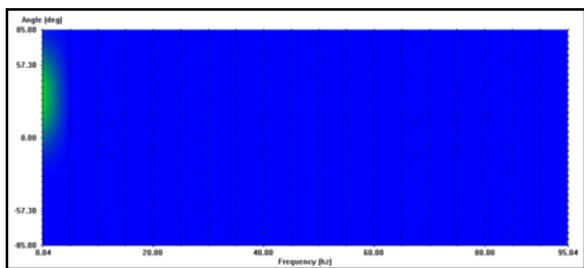
Gambar 9. Hasil input data bathimetri dan pembentukan *Grid Generator*

Pemodelan Garis Pantai

Langkah-langkah analisa dan pengolahan data gelombang:

- Data hasil transformasi gelombang di analisa dan dihitung menjadi data statistik digunakan sub program WSAV.
- Statistik data gelombang disajikan dalam bentuk blok diagram yang berisi informasi mengenai angka kejadian gelombang baik periode maupun arahnya.
- Untuk mendapatkan spectrum gelombang digunakan sub program SPECGEN.

Dengan modul WWVL Editor, hasil analisis gelombang ini di tampilkan kemudian dilakukan *filtering*. Hasilnya kemudian dikonversi orientasi azimutnya. Konversi dilakukan dengan cara mengubah kondisi acuan menjadi arah *local polar*. Hasil ini akan digunakan untuk proses selanjutnya yaitu pada modul SPECGEN dan RCPWAVE. Hasil dari SPECGEN berupa spectrum gelombang dapat dilihat pada Gambar 10.



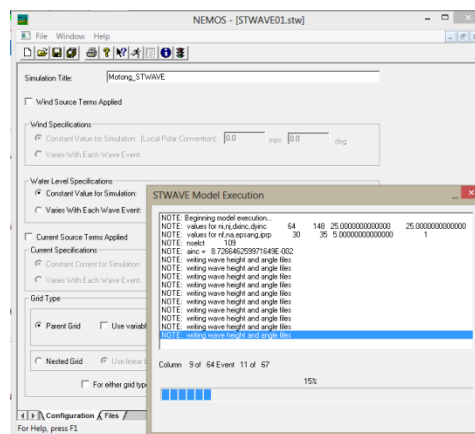
Gambar 10. Spektrum gelombang dari sub modul *On-Line Model*

Model Gelombang ST WAVE

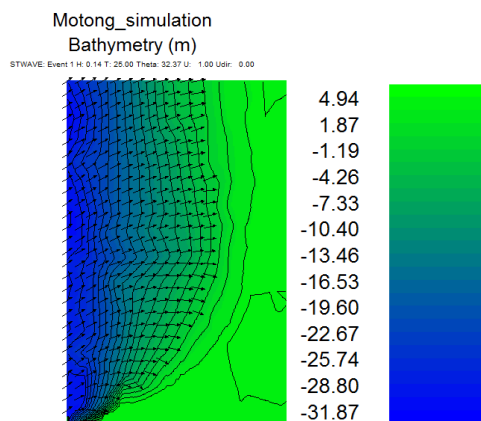
Sub modul ini merupakan model transformasi gelombang (Gambar 11) dan berfungsi untuk menghitung spectrum gelombang. Model ini merupakan model gelombang dengan struktur data yang terdiri dari data gelombang, bathimetri, file permutasi, *spatial domain*, *specgen*, *data station*, dan data angin apabila tersedia. Keluaran dari ST WAVE adalah *staition file* dan *field file*. Hasil dari data tersebut diperlukan untuk menjalankan *On-Line Model*.

Hasil *running* modul STWAVE bisa dilihat secara visualisasi menggunakan modul WMV, Gambar 12 menunjukkan hasil transformasi gelombang.

Dari hasil Gambar 12 visualisasi WMV terlihat jelas arah gelombang dan garis bathimetri hasil dari *running* model STWAVE pada Pantai Tanjung Motong. Tanda panah tersebut menunjukkan arah datangnya gelombang dominan.



Gambar 11. *Running* Modul STWAVE



Gambar 12. Visualisasi arah gelombang menggunakan WMV

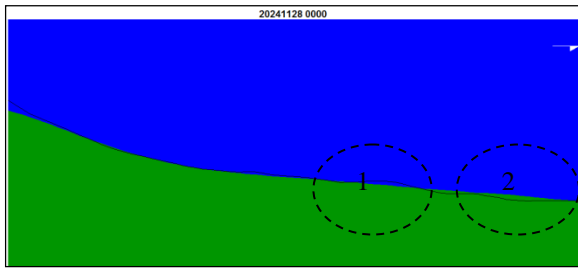
Running Model GENESIS

Langkah-langkah dalam mensimulasikan metode *On-Line Model* adalah:

- Langkah awal adalah menentukan GENESIS *spatial domain*, yaitu file yang dibangun pada saat *grid generator*, yang merupakan cakupan wilayah kajian dari garis pantai yang akan disimulasikan.
- Langkah berikutnya adalah menentukan konfigurasi GENESIS, yaitu Judul Simulasi, satuan unit (*metric*), waktu simulasi (*start date, and date, time step, recording time step*), *wave component*, visualization file dan *printed output* untuk mencetak hasil simulasi. Berikutnya adalah penentuan sistem koordinat yaitu UTM dan azimuth GENESIS *spatial domain*.
- Simulasi GENESIS dari kondisi tahun 2014 sampai dengan tahun 2024 (selama 10 tahun).

Terdapat beberapa asumsi yang digunakan dalam *running* model ini, asumsi pertama adalah parameter dan konstanta tidak berubah selama simulasi, asumsi kedua adalah data gelombang tidak berubah secara signifikan selama waktu

simulasi, dan asumsi ketiga adalah ukuran butiran sebesar 0.05 mm (D50) dan kemiringan pantai sebesar 50 m.



Gambar 13. Hasil visualisasi simulasi perubahan garis pantai

Dari hasil *running* model GENESIS pada gambar 13 warna hijau merupakan daerah daratan dan warna biru merupakan daerah perairan. Untuk daerah 1 mengalami erosi dan pada daerah 2 mengalami akresi. Dari hasil sementara ini perlu dilakukan kalibrasi model tersebut supaya mendekati kejadian yang sebenarnya.

Kalibrasi Model

Kalibrasi ini dilakukan dengan menggunakan 2 data citra satelit yang laju perubahan garis pantainya dihitung menggunakan metode *End Point Rate* (EPR). Hasil perhitungan model GENESIS dibandingkan dengan hasil perhitungan *end point rate*. Dalam hal ini *output* model GENSIS berupa *Shoreline Change After n Year* adalah berupa jarak perubahan dalam rentang waktu tertentu, supaya bisa dibandingkan dengan EPR maka hasil tersebut harus dibagi rentang waktu tersebut, sehingga bisa dibandingkan hasil keduanya dalam satuan m/tahun. Dengan metode *trial and error* dimasukan nilai K_1 dan K_2 hingga memperoleh prosentase kesalahan terkecil. Tabel 6 menunjukkan hasil proses kalibrasi dengan prosentase kesalahan terkecil.

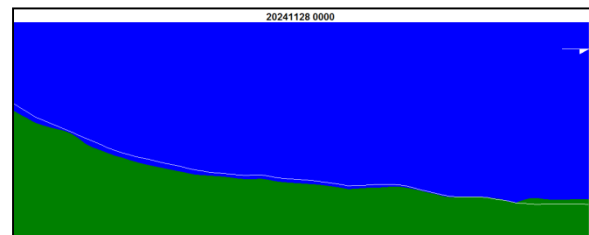
Tabel 6. Hasil kalibrasi model GENESIS dengan End Point Rate

STA	TCD	EPR		GENESIS	PERSENTASE KESALAHAN
0+000	0	-9.6	-107.77	-10.777	-12.260 %
0+100	100	-9.63	-105.94	-10.594	-10.010 %
0+200	200	-9.41	-102.39	-10.239	-8.810 %
0+300	300	-9.14	-99.60	-9.96	-8.972 %
0+400	400	-9.06	-100.50	-10.05	-10.927 %
0+500	500	-8.87	-95.21	-9.521	-7.339 %
0+600	600	-8.63	-95.40	-9.54	-10.545 %
0+700	700	-8.51	-77.04	-7.704	9.471 %
0+800	800	-8.42	-74.97	-7.497	10.962 %
0+900	900	-8.23	-73.89	-7.389	10.219 %
1+000	1000	-8.11	-73.40	-7.3404	9.490 %

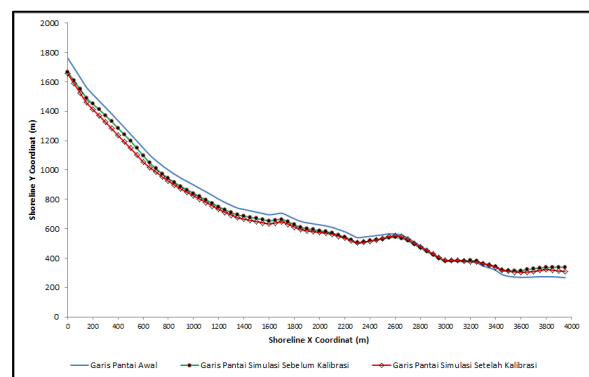
Tabel 6. Hasil kalibrasi model GENESIS dengan End Point Rate (lanjutan)

STA	TCD	EPR		GENESIS	PERSENTASE KESALAHAN
1+000	1000	-8.11	-73.40	-7.3404	9.490 %
1+100	1100	-8.02	-72.62	-7.2621	9.450 %
1+200	1200	-7.83	-69.813	-6.9813	10.839 %
1+300	1300	-7.72	-65.448	-6.5448	15.223 %
1+400	1400	-7.31	-65.718	-6.5718	10.098 %
1+500	1500	-7.1	-64.116	-6.4116	9.696 %
1+600	1600	-6.97	-62.406	-6.2406	10.465 %
1+700	1700	-6.54	-59.049	-5.9049	9.711 %
1+800	1800	-6.25	-55.971	-5.5971	10.446 %
1+900	1900	-5.96	-54.594	-5.4594	8.399 %
2+000	2000	-5.73	-52.443	-5.2443	8.476 %
2+100	2100	-5.35	-47.466	-4.7466	11.279 %
2+200	2200	-4.83	-44.064	-4.4064	8.770 %
2+300	2300	-4.18	-37.494	-3.7494	10.301 %
2+400	2400	-3.63	-33.111	-3.3111	8.785 %
2+500	2500	-2.84	-26.145	-2.6145	7.940 %
2+600	2600	-1.48	-12.798	-1.2798	13.527 %
2+700	2700	-1.13	-10.827	-1.0827	4.186 %
2+800	2800	-0.78	-7.596	-0.7596	2.615 %
2+900	2900	-0.3	-3.303	-0.3303	-10.100 %
3+000	3000	0.22	2.268	0.2268	-3.091 %
3+100	3100	0.72	7.002	0.7002	2.750 %
3+200	3200	1.23	0.99	0.099	91.951 %
3+300	3300	1.76	16.101	1.6101	8.517 %
3+400	3400	2.34	21.375	2.1375	8.654 %
3+500	3500	3.77	34.524	3.4524	8.424 %
3+600	3600	3.55	33.885	3.3885	4.549 %
3+700	3700	4.4	36.648	3.6648	16.709 %
3+800	3800	5.32	48.078	4.8078	9.628 %
3+900	3900	4.84	41.913	4.1913	13.403 %

Hasil visualisasi model setelah melalui tahapan kalibrasi ditunjukkan dalam Gambar 14 berikut ini.



Gambar 14. Hasil visualisasi simulasi perubahan garis pantai setelah melalui tahapan kalibrasi



Gambar 15. Hasil Perbandingan Simulasi Perubahan Garis Pantai sebelum dan sesudah kalibrasi

Dari grafik diatas tampak hasil simulasi sebelum dilakukan kalibrasi perubahan garis pantai selama 10 tahun lebih pendek dibandingkan dengan setelah dilakukan kalibrasi. Hasil simulasi setelah

dilakukan kalibrasi bisa sebagai acuan untuk pemodelan selanjutnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengolahan data citra satelit yang dianalisa menggunakan metode statistik end point rate diperoleh laju abrasi relatif lebih besar dari pada akresi, yaitu laju +/- 9-10 m/tahun.
2. Dari hasil simulasi program GENESIS dilakukan mulai tanggal 01 Januari 2014 sampai dengan 31 Desember 2024 diperoleh angka total transpot sedimen sebesar - 8.05 m³/tahun, dimana angka negatif menunjukkan pantai terjadi abrasi.
3. Dari hasil orientasi dan validasi dilapangan, penyebab laju abrasi yang begitu tinggi adalah berubahnya vegetasi kawasan mangrove disepanjang Pantai Tanjung Motong, dan jenis tanah gambut yang mudah terkikis oleh gelombang air.

Saran

Dari hasil penelitian ini bisa menjadi dasar untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain jenis dan dimensi bangunan pengaman pantai baik berupa *Physical Model* ataupun *Numerical Model*. Permasalahan abrasi di sepanjang pantai tersebut direkomendasikan untuk segera ditanggulangi agar kejadian ini tidak berlanjut di tahun-tahun berikutnya yang akan menyebabkan terganggunya kenyamanan dan keamanan penduduk yang

bermukim di pesisir Pantai Tanjung Motong khusus dan penduduk Pulau Rangsang umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bird, ECF, 1984, *An Introduction to Coastal Geomorphology*. Third Edition.
- BMKG Stasiun Sei.Bati, April 2013. Frekuensi Kejadian Angin Tahun 2001-2012. Tanjung Balai Karimun.
- CERC, 1984. *Shore Protection Manual. U.S Army Corp of Engineers*. Washington DC.
- CEDAS, 1991, *Genesis: Generalized Model for Simulating Shoreline Change-Report 2, US Army Coastal Engineering Research Center*, Washington DC
- Dolan, R, Fenster, MS, Holme, SJ, 1991. *Temporal analysis of shoreline recession and accretion*. J Coast Res, 7(3): 723-744.
- Hanson, H & Kraus, NC, 2011, *Long-Term Evolution of a Long-Term Evolution Model*, Florida.
- Patiño, JCP, 2010, *Impacts of Revetments & Seawalls In A Fetch Limited Coast*, Catalunya.
- Pranoto, S, 2007, *Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model GENESIS*, Semarang.
- Hidayah, Suntoyo, Armono, HD, 2012, *Analisa Perubahan Garis Pantai Jasri, Kabupaten Karangasem Bali*, Surabaya.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan, 2009, *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-An ArcGIS extension for calculating shoreline change*: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. *current version 4.3
- Arafat, Y and Hidayat, N, 2011, *Model Perubahan Garis Pantai Rerang (Kabupaten Donggala) Menggunakan GENESIS*, Infrastruktur Vol. 1 No. 1 Juni 2011: 18 - 25, Palu.

