

ANALISIS PENGARUH BREAKWATER TERHADAP TRANSPOR SEDIMEN PANTAI SINDULANG 1 SAMPAI TUMUMPA 2

Merry Kristin Manansang

Liany A Hendratta, Ariestides K.T. Dundu

Program Studi S2 Teknik Sipil Pasca Sarjana Universitas Sam Ratulangi Manado

e-mail : mema101285@gmail.com

ABSTRACT

Utilization of Littoral develops continuously along with economic developments and technological advancements nowadays. Therefore, special attention is needed to overcome the problems that may arise in Littoral including coastal areas. One of the most popular beach problems for this time is the unbalanced sediment transport causing Coastal Erosion. The retreat of shorelines is generally due to coastal processes such as erosion and abrasion that will harm either the local population or life sustainability.

From Sindulang Beach until Tumumpa II region where is located on Boulevard II experiencing erosion and abrasion. This certainly cannot be ignored for long because besides it will be able to damage the facilities and infrastructure of society and other public infrastructure but it also can harm the lives of coastal communities.

Through this paper, The Author tries to do new thing by placing breakwater as a building that has an influence on sediment transport. We know usually The Breakwater is a Shore protector for the wave attacks, this time we try to see its effect on the sediment transport. Through this study, The Author conducts the modeling of coastline with four variations of breakwater. First Variation: The breakwater is placed in parallel against the west-east direction separately, Second Variation: the breakwater is placed in parallel against the shoreline separately but it is longer than the First Variation, Third Variation: the breakwater is placed in parallel against coastline with tightly placed and longer than First Variation, Fourth Variation: breakwater is placed in parallel against the coastline with very tightly placed and longer than First Variation. The Differences in length of breakwater causes the difference of sediment transported too. In the First Variation, sediment is transported up to 12370 m³ to the right, Second Variation; sediment is transported up to 17589 m³ to the right, Third Variation; sediment is transported up to 22682 m³ to the right, Fourth Variation; sediment is transported up to 11478 m³ to the right. Then we found the configuration of the Second Variation of breakwater beach building is most efficient.

The calculation of the effect of groins on shoreline is done with Genesis Software. Before using Genesis for modeling, the Genesis should be calibrated to the calibration parameters K1, K2 and d50 afterward do a Sensitivity Test. After the Test, take the value that produces the smallest DYrms among The values of K1, K2 and d50. The values of K1, K2 and d50 are 0.11, 0.2 and 0.5 mm. The data that must include in the genesis are wave data, initial and measured coastline, offshore depth and depth of cover. Wave data is obtained from wind data analyzed by SMB method. The wave data that include in Genesis are the period, height and direction of the wave where the wave height that include in this case is the average wave height.

Keywords: Breakwater, Sediment Transport, Sindulang-Tumumpa Beach 2.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Daerah di sekitar perairan pantai dapat digunakan untuk berbagai kepentingan seperti pariwisata, perikanan maupun pemukiman bagi masyarakat. Daerah ini tentunya tidak lepas dari proses-proses alam yang sering terjadi hampir di

seluruh wilayah pantai Indonesia yaitu abrasi dan sedimentasi.

Abrasi dan sedimentasi dapat menjadi masalah yang serius ketika akibat yang ditimbulkannya mulai terasa bagi kehidupan makhluk hidup. Wilayah pantai menjadi tidak seimbang ketika jumlah material yang terangkut dan yang terendap tidak sama. Hal-hal ini

menjadi penting untuk diketahui bagi seorang perencana untuk membangun di daerah pantai.

Pantai Sindulang sampai pantai Tumumpa II adalah termasuk dalam Kawasan Boulevard II yang direncanakan akan diadakan penataan bangunan. Khusus pantai Sindulang sudah dimanfaatkan sebagai tempat kuliner.

Bangunan dan lingkungan yang layak huni, berjati diri, produktif dan berkelanjutan adalah harapan setiap orang. Oleh karena itu diperlukan suatu perencanaan yang matang.

Dalam tulisan ini penulis hendak membahas tentang pengaruh breakwater terhadap transpor sedimen yang mungkin terjadi di daerah pantai. Breakwater adalah bangunan pengaman pantai yang berfungsi untuk melindungi daerah dari serangan gelombang. Dengan menempatkan breakwater di depan daratan ini, penulis hendak melihat pola dan jumlah transpor sedimen yang terjadi sekitar daerah ini.

Tulisan ini menjadi unik ketika breakwater yang tadinya hanya berfungsi sebagai peredam energi gelombang tapi ternyata berpengaruh juga pada transpor sedimen. Hal inilah yang menjadi dorongan bagi penulis untuk meneliti transpor sedimen yang terjadi di daerah ini agar dapat menjadi referensi untuk melakukan pola pengamanan.

Dalam kajian ini penulis menggunakan software GENESIS (Generalized model for simulating Shoreline Change) untuk mensimulasi perubahan garis pantai pada perairan terbuka yang disebabkan oleh dinamika transpor sedimen sejajar pantai. Transpor sedimen sejajar pantai ini dapat menyebabkan erosi pada waktu yang lama bahkan apabila gelombang datang dari satu arah yang lebih dominan.

Perumusan Masalah

Transpor sedimen dapat menjadi masalah yang serius jika tidak ditangani dengan tepat. Untuk itu sebelum melakukan penanganan perlu diketahui pola dan jumlah sedimen yang terangkut.

Pembatasan Masalah

Dalam tulisan ini, masalah dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Data karakteristik gelombang hanya berdasarkan gelombang swell. Teori gelombang yang digunakan adalah teori amplitudo kecil.
2. Karakteristik dan jenis sedimen pasir sepanjang pantai adalah sama.

3. Perhitungan sedimen transpor hanya meliputi transpor sedimen akibat gelombang.
4. Transpor sedimen hanya akibat gelombang air laut.
5. Mengabaikan hal-hal sebagai berikut :
 - Dampak aktivitas penambangan pasir
 - Bencana alam seperti tsunami
 - Transpor sedimen tegak lurus pantai
 - Pendimensian, analisis struktur dan stabilitas breakwater
 - Arus pasang surut
6. Breakwater ditempatkan sejajar pantai dengan variasi jarak dari daratan.
7. Menggunakan model gelombang internal dalam software GENESIS.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui dan memahami konfigurasi bangunan pantai yang tepat sehubungan dengan transport sedimen.
2. Mengetahui sejauh mana pengaruh breakwater terhadap jumlah sedimen yang terangkut.

Manfaat Penelitian

Sebagai acuan bagi sistem penanganan transpor sedimen karena selain berfungsi sebagai peredam gelombang juga berpengaruh terhadap transpor sedimen.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Pantai

Pantai merupakan daerah tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Sedangkan garis pantai adalah batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah. Hal inilah yang membuat permasalahan pembuatan istilah pantai tidak semudah itu karena sewaktu-waktu dapat berubah sesuai dengan kondisi.

Batas antara daratan dan lautan yang berupa garis air ini berubah setiap waktu (Radianta, 1994) karena:

1. Gelombang pasang surut yang kadang mendorong garis batas naik ke daratan dan kadang menyurutkan garis batas tersebut ke laut setiap hari.
2. Gelombang angin (gelombang yang tampak) di laut yang jelas terlihat membuat garis batas ini maju mundur
3. Perubahan garis batas ini maju mundur karena pengaruh musim angin.

Dengan demikian garis batas tersebut sangat dinamik dan membuat daerah di sekitarnya berbeda sifatnya. Ada yang selalu basah atau tenggelam, ada yang kadang basah kadang kering dalam kurun waktu yang pendek maupun panjang dan ada yang tidak pernah basah atau tenggelam.

Teori Amplitudo Kecil

Sebagian besar deskripsi dasar dari gelombang sinusoidal sederhana yaitu dengan panjang gelombang L, tinggi gelombang H, periode gelombang T, dan kedalaman gelombang d.

Ada beberapa asumsi yang dibuat untuk mengembangkan teori sederhana yaitu :

- a. Zat cair adalah homogen, tidak termampatkan oleh karena itu berat satuan tetap
- b. Tegangan permukaan diabaikan
- c. Dasar laut adalah horizontal, tetap dan impermeabel dimana kecepatan vertikal dasar laut adalah nol.
- d. Zat cair adalah ideal atau nonviskos.
- e. Tekanan permukaan adalah seragam dan konstan.
- f. Amplitudo gelombang adalah kecil.
- g. Gerakan partikel air adalah irrotasional. Tidak ada tegangan geser pada dasar laut.

Jarak perjalanan gelombang selama satu periode sama dengan satu panjang gelombang, maka cepat rambat gelombang dapat dihubungkan dengan periode dan panjang gelombang melalui :

$$C = \frac{L}{T} \tag{1}$$

Hubungan cepat rambat gelombang dengan panjang gelombang dan kedalaman gelombang diberikan berikut ini :

$$C = \sqrt{\frac{gL}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \tag{2}$$

Dari persamaan (1) dan (2), maka persamaan cepat rambat dapat ditulis :

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \tag{3}$$

Nilai $2\pi / L$ dan $2\pi / T$ disebut jumlah gelombang k dan frekuensi sudut gelombang ω . Dari persamaan (1) dan (3) panjang gelombang dapat diekspresikan sebagai berikut :

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \tag{4}$$

Persamaan (4) menjadi sulit digunakan karena L yang tidak diketahui pada kedua sisi dari persamaan. Dengan mentabulasikan nilai d/ L dan d/ Lo yang ada dalam lampiran C-1 SPM'84 Volume I maka persamaan tersebut dapat diselesaikan. Eckart memberi pendekatan pada persamaan (4) dengan persamaan berikut :

$$L \approx \frac{gT^2}{2\pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 d}{T^2 g}\right)} \tag{5}$$

Di bawah ini gelombang diklasifikasikan menurut kedalaman relatif.

Tabel 1. Klasifikasi Gelombang

Klasifikasi	d/ L	2 π d/ L	tanh (2 π d/L)
Laut Dalam	> 1/2	> π	≈ 1
Laut Transisi	1/25 s/d 1/2	1/4 s/d π	tanh (2 π d/L)
Laut Dangkal	<1/25	<1/4	$\approx 2\pi$ d/L

Sumber : SPM' 84 Volume I

Pada laut dalam, tanh (2 π d/ L) mendekati satu satuan maka panjang gelombang dilaut dalam menjadi:

$$L_o = \frac{gT^2}{2\pi} \tag{6}$$

Sehingga cepat rambat gelombang di laut dalam menjadi :

$$C_o = \frac{gT}{2\pi} \tag{7}$$

Ketika kedalaman relatif air menjadi dangkal persamaan (2) menjadi :

$$C = \sqrt{gd} \tag{8}$$

Persamaan Perubahan Garis Pantai

Perubahan posisi garis pantai digambarkan oleh satu garis kontur, sedangkan erosi dan akresi pantai digambarkan dengan volume suatu sedimen. Sedimen dipindahkan sepanjang pantai di antara dua batas elevasi profil yang tertentu. Batas ke arah pantai terletak pada bagian atas berm aktif dan batas ke arah laut terletak pada kedalaman yang sudah tidak terjadi perubahan

yang berarti (*significant*). Pembatasan perpindahan profil di antara dua batas tersebut untuk menentukan parameter perubahan volume pada tampang melintang pantai. Angkutan sedimen sepanjang pantai semata-mata hanya dihasilkan oleh gelombang datang, tidak memperhitungkan angkutan yang dihasilkan oleh arus pasang surut, angin atau sumber gaya lainnya.

Persamaan perubahan garis pantai dirumuskan melalui konservasi volume pasir. Dengan mempertimbangkan sistem koordinat kartesian dimana sumbu *y* menandakan perubahan garis pantai dan sumbu *x* adalah jarak sepanjang garis pantai. Perubahan akan terjadi bergantung pada pasir yang masuk atau meninggalkan bagian selama interval waktu Δt . Perubahan garis pantai diberi simbol Δy dan panjang segmen garis pantai adalah Δx .

Perubahan volume dari tiap bagian adalah $\Delta V = \Delta x \Delta y (D_c + D_B)$ dan ditentukan dengan jumlah pasir yang masuk dan keluar dari bagian 4 sisi. Volume berubah apabila terjadi perbedaan ΔQ pada transport sedimen sepanjang pantai. Perubahan volume itu sama dengan

$$\Delta Q \Delta t = (\partial Q / \partial x) \Delta x \Delta t.$$

Tambahan lainnya dapat timbul dari $q = q_s + q_0$, dimana penambahan atau perpindahan volume pasir per unit lebar ke arah laut q_s atau ke arah darat q_0 .

Persamaan diatas dapat disusun kembali sehingga persamaan posisi garis pantai menjadi :

$$\frac{\partial x}{\partial t} + \frac{1}{(D_B + D_c)} \left[\frac{\partial Q}{\partial y} - q \right] = 0 \quad (9)$$

dimana :

$$q = q_s + q_0$$

Q = resultan laju volume angkutan sedimen sejajar pantai (m^3/dt)

q = laju sedimen yang masuk dan keluar profil dari darat dan laut ($m^3/dt/m$)

q_s = laju sedimen yang keluar garis pantai ($m^3/dt/m$)

q_0 = laju sedimen dari arah laut ($m^3/dt/m$)

Longshore Transport

Longshore Transport atau angkutan sedimen sejajar pantai dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode, diantaranya adalah dengan mengukur debit sedimen di lokasi

tinjauan atau bisa juga melakukan perhitungan berdasarkan data yang memperlihatkan adanya perubahan-perubahan secara historis topografi yang bersangkutan. Beberapa indikator adanya laju angkutan sedimen adanya perubahan garis pantai. Namun perhitungan longshore transport ataupun cross-shore transport telah disajikan dan dihitung dalam GENESIS.

Resultan laju angkutan sedimen sepanjang pantai, Q , adalah faktor utama yang mengontrol evolusi jangka panjang garis pantai. Prediksi Q biasanya ditunjukkan pada kondisi gelombang di garis pecah (Hanson, 1986) dengan persamaan 14 dan persamaan ini pun yang digunakan dalam Genesis :

$$Q = (H^2 C_g)_B \left[\hat{K}_1 \sin \theta_{BS} - \hat{K}_2 \cos \theta_{BS} \frac{\partial H}{\partial y} \right]_B \quad (10)$$

dimana :

H = Tinggi gelombang

C_g = Kecepatan group gelombang (m/dt),

θ_{BS} = Sudut gelombang pecah

B = Subkrip yang menandai kondisi gelombang pecah

Parameter yang tak berdimensi \hat{K}_1 dan \hat{K}_2 diberikan dibawah ini :

$$\hat{K}_1 = \frac{K_1}{\left\{ 16 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) (1-p) (1.416)^{5/2} \right\}} \quad (11)$$

$$\hat{K}_2 = \frac{K_2}{\left\{ 8 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) (1-p) \tan \beta (1.416)^{5/2} \right\}} \quad (12)$$

dimana : K_1, K_2 = Koefisien empiris, disebut sebagai parameter kalibrasi

ρ_s = Rapat Massa Pasir ($2,65 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

ρ = Rapat Massa Air Laut ($1,03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

p = Porositas pasir (diambil 0,4)

$\tan \beta$ = Kemiringan rata-rata dasar laut dari garis pantai ke kedalaman aktif angkutan sedimen.

Faktor 1,416 digunakan untuk konversi dari H_s ke H_{RMS} .

Bagian utama dari perpindahan sedimen sepanjang pantai terjadi pada surfzone, jaraknya kira-kira sama dengan lebar surfzone dimana bergantung pada gelombang insiden, yang pada prinsipnya adalah gelombang pecah. Dalam Genesis dibutuhkan kedalaman aktif untuk transpor sedimen sepanjang pantai dimana langsung berhubungan dengan lebar surfzone. Kedalaman tersebut dikenal dengan D_{LT} dan diekspresikan pada rumus dibawah ini :

$$D_{LT} = \frac{1,27}{\gamma} (H_{1/3})_b \quad (13)$$

dimana :

- 1,27 = Faktor konversi antara $H_{1/10}$ dan H_s
- γ = Index pecah, diambil 0,78
- $(H_{1/3})_b$ = Tinggi Gelombang Signifikan saat pecah.

D_{SH} adalah kedalaman maksimum dari transpor sedimen sepanjang pantai. Nilai ini yang kemudian akan dipakai untuk menghitung kemiringan rata – rata pantai ($\tan\beta$).

$$D_{SH} = \left(2.28 - 10.9 \frac{H_0}{L_0} \right) H_0 \quad (14)$$

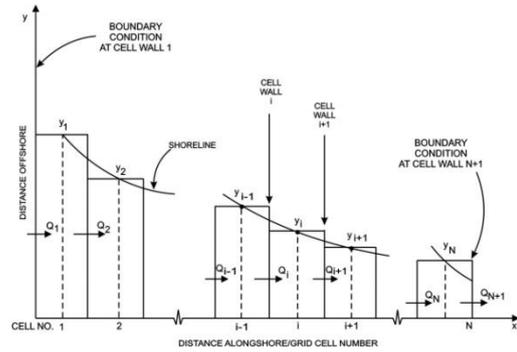
dimana : H_0 dan L_0 : tinggi dan panjang gelombang di laut dalam

Metode Hitungan Numerik

Dalam GENESIS hasil hitungan sepanjang garis pantai didiskretisasikan pada sistem *staggered grid* yang mana posisi garis pantai y_i ditentukan di tengah sel grid (titik y) dan laju transpor Q_i pada dinding sel (titik Q), seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Batas kiri ditentukan pada sel grid 1 dan batas kanan pada sel grid N. Seluruhnya terdapat N nilai posisi garis pantai, sehingga nilai awal posisi garis pantai harus diberikan pada N titik. Terdapat N+1 nilai laju angkutan sedimen sepanjang pantai, karena terdapat N+1 dinding sel yang menutup N sel.

Nilai laju angkutan sedimen harus ditentukan pada kondisi batas, Q_1 dan Q_{N+1} dan nilai Q_i dan seluruh y_i akan dihitung. Karena Q_i merupakan fungsi koordinat gelombang, seluruh nilai gelombang dihitung pada titik Q . Ujung bangunan juga berada pada titik Q . Penimbunan pantai, debit sungai serta sumber dan pengambilan pasir dan lainnya berada pada titik y .



Gambar 1. Skema diferensi hingga *Staggered Grid*

Skema yang digunakan adalah skema implisit Crank Nicholson yang mana penurunan $\partial Q / \partial x$ pada setiap titik grid ditunjukkan sebagai suatu kesebandingan rerata pemberat antara langkah waktu sekarang dan langkah waktu berikutnya.

$$S y'_i = y_i + \Delta t \left[\lambda \left(\frac{\partial y}{\partial t} \right) + (1 - \lambda) \left(\frac{\partial y_i}{\partial t} \right) \right] \kappa \Delta t \quad (15)$$

persamaan 11 menjadi:

$$y'^i = B(Q'_i - Q'_{i+1}) + G_i \quad (16)$$

dimana :

$$B = \Delta t / (2Ds \Delta y)$$

$$G_i = x_{si} + B (Q_i - Q_{i+1} + 2\Delta y q_i)$$

Nilai transport longshore Q diekspresikan dalam bentuk koordinat Y_s dengan pemisahan sudut a_s . Ekspresi mengandung a_s kemudian dimasukkan dalam persamaan 10 supaya perasamaan itu menjadi :

$$Q'_i = E_i (y'_{i-1} - y'_i) + F_i \quad (17)$$

dimana :

$$\left. \begin{aligned} E_i &= (H^2 c_s)_{Bi} \left\{ 2 K_i \cos 2\alpha_B \cos^2 \alpha_s + K_2 \frac{\partial H}{\partial y} \sin \alpha_B \cos \alpha_s \right\}_i / \Delta y \\ F_i &= (H^2 c_s)_{Bi} \left\{ K_i \sin 2\alpha_B (2 \cos^2 \alpha_s - 1) - K_2 \frac{\partial H_B}{\partial y} \cos \alpha_B \cos \alpha_s \right\}_i \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Persamaan (16) dan (17) mengandung 2 variabel yang tidak diketahui (Y') dan (Q'). Untuk memecahkan Q' substitusi persamaan (16) kedalam persamaan (17) menjadi,

$$-BE_i Q'_{i-1} + (1 + 2BE_i) Q'_i - BE_i Q'_{i+1} = E_i (G_{i-1} - G_i) + F_i \quad (19)$$

Nilai transport Q'_1 dan Q'_{N+1} harus dipenuhi sebagai kondisi batas. Menggunakan kondisi

batasi Q'_i dapat diperoleh pada semua nilai transport pada grid dari $I = 2$ sampai N .

Subskrip i menunjukkan besaran yang ada pada nomor sel i disepanjang pantai. Tanda petik ($'$) digunakan untuk menunjukkan besaran pada langkah waktu yang baru, sedangkan besaran tanpa tanda petik menunjukkan besaran pada langkah waktu sekarang yang telah diketahui. Besarnya y' dan Q' tidak diketahui dan akan diperoleh dalam proses penyelesaian, besaran lain seperti q' dan D_B' mengacu data pada langkah waktu berikutnya dan telah diketahui.

METODOLOGI PENELITIAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kelurahan Sindulang 1 sampai Tumumpa 2 yang terletak di Sulawesi Utara. Sindulang 1 secara geografis terletak di $1^{\circ}30'0.45''N$ dan $124^{\circ}50'27.44'' E$, sedangkan Tumumpa 2 terletak di $1^{\circ}31'16.39''N$ dan $124^{\circ}50'37.32'' E$. Batas – batas wilayahnya meliputi : sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Bunaken Laut, sebelah timur dengan Kelurahan Tuminting, sebelah selatan dengan Kelurahan Singkil dan sebelah barat dengan Laut Lepas.

Metode Pengumpulan Data dari Survey

Survey Data Sekunder

- Data kecepatan angin minimal 11 tahun terakhir
- Peta Rupa Bumi
- Foto Udara atau Foto Satelit
- Peta Lokasi Penelitian

Survey Data Primer

Survey data primer adalah pengumpulan data utama melalui survey langsung lapangan untuk mendapatkan data akurat yang aktual terjadi dilokasi studi. Data yang diambil sehubungan dengan tulisan ini adalah kedalaman ujung–ujung bangunan.

Metode Analisa Data Sekunder

1 Data Angin

Data angin diperlukan untuk peramalan gelombang

2 Data Peta Rupa Bumi

Peta rupa bumi digunakan untuk menghitung panjang fetch.

3 Data Foto Udara

Data foto udara digunakan untuk informasi posisi garis pantai awal dan terukur sebagai input file SHORL dan SHORM dalam Genesis. Peta yang digunakan dalam hal ini

foto udara tahun 2004 dan 2014. Data ini sangat diperlukan dalam proses kalibrasi.

Metode Analisa Data Primer

Data yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan adalah data bathimetri yang berhubungan dengan penentuan titik kedalaman di ujung–ujung bangunan pantai.

Metode Analisa Perubahan Garis Pantai

Genesis (Generalized model for Simulating Shoreline Change) dikembangkan oleh Hans Hanson, Nicholas C . Kraus dan Mark B. Gravens dari CERC (Coastal Engineering Research Center). Genesis merupakan bagian dari sebuah sistem pemodelan terstruktur SMS (Shore Modelling System) yang dikembangkan agar dapat mensimulasikan perubahan garis pantai dari perairan pantai yang disebabkan oleh dinamika transpor sedimen sejajar pantai. Dengan melakukan simulasi numerik yang menggunakan *one line model* maka perubahan garis pantai dapat diperkirakan.

Masukan dan Keluaran Program Genesis

Adapun file masukan yang harus digunakan yaitu START.ext, SHORL. ext, SHORM. ext, WAVES. ext untuk mensimulasikan perubahan garis pantai. Sedangkan file SEAWL. ext dapat digunakan bila terdapat seawall selama simulasi berlangsung. File keluaran adalah SETUP, OUTPT, dan SHORC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Tinggi Gelombang

Di bawah ini contoh perhitungan tinggi gelombang bulan Januari 2004. Setelah dilakukan pengukuran fetch, maka perkiraan tinggi gelombang dapat dihitung berdasarkan data angin yang diperoleh.

Contoh Perhitungan

- Data angin untuk bulan Januari tahun 2004 adalah 310° (Barat Laut) dengan kecepatan maksimum 5.4 km/jam. Dapat ditentukan bahwa angin bertiup dari barat laut sebesar 5.4 km/jam.
- Dilakukan koreksi data angin

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7}$$

$$= 5 \left(\frac{10}{3} \right)^{1/7}$$

$$= 6.41 \text{ km/jam}$$

$$R_L = 1,52$$

$$U_A = R_T R_L U_{10}$$

$$= 1,13 (1,52) (6.41) = 11.04 \text{ km/jam}$$

$$= 3.06 \text{ m/det}$$

Fetch didapat dari perhitungan sebelumnya sebesar 874.236 km
 $t_i = 6 \text{ jam} = 21600 \text{ detik}$

Karena lebar dan panjang fetch sama maka termasuk open water

$$t_{fetch} = 68.8 \frac{F^{2/3}}{g^{1/3} U_A^{1/3}} = 202335,773 \text{ det}$$

Karena $t_i < t_{fetch}$ maka kondisi gelombang adalah *duration limited*.

$$H_o = 0.0000851 \left(\frac{U_A^2}{g} \right) \left(\frac{gt_i}{U_A} \right)^{5/7} = 0,234 \text{ m}$$

$$T_o = 0,0702 \left(\frac{U_A}{g} \right) \left(\frac{gt_i}{U_A} \right)^{0,411} = 2,141 \text{ det}$$

Syarat,

$$\frac{gH}{U_A^2} \geq 2.433 \times 10^{-1}$$

$$\frac{gT}{U_A} \geq 8,134$$

$$\frac{gt}{U_A} \geq 7,15 \times 10^4$$

Karena ketiga syarat di atas tidak memenuhi maka gelombang termasuk gelombang *non fully developed*, jadi H dan T yang dipakai adalah H dan T yang dihitung sebelumnya yaitu 0.234 m dan 2,141 det.

Kalibrasi Model

Sebelum software Genesis dipakai maka perlu dilakukan kalibrasi model untuk mendapat hasil yang mendekati kondisi sebenarnya. Pada penelitian ini parameter yang akan dikalibrasi adalah K1, K2 dan D50. Nilai K1 dan K2 ditentukan dengan mencari kombinasi angka yang memberikan perbedaan posisi garis pantai yang kecil. Nilai K1 dan K2 mempunyai

persyaratan range yaitu $0.1 < K1 < 1.0$ dan $0.5 K1 < K2 < 1.5 K1$.

Dari beberapa hasil pengujian diatas kombinasi nilai 0.11 dan 0.2 menghasilkan DYrms terkecil.

Tabel 2. Parameter Masukkan

Parameter Kalibrasi		DYrms
K1	K2	
0.11	0.2	51.08
0.15	0.2	51.58
0.30	0.2	53.76

Tes Sensitivitas

Tes sensitivitas model adalah proses pengujian parameter-parameter model hasil analisis dari tahapan kalibrasi. Proses ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh perubahan parameter masukkan terhadap hasil keluaran model.

Tabel 3. Parameter Masukkan Tes Sensitivitas

Parameter Sensivitas		DYrms
D50		
0.5		50.95
0.6		50.96
0.8		51.08

Konfigurasi Bangunan Pantai

Pada lokasi ini sudah ada bangunan pengaman pantai berupa groin yang dipasang seri. Groin yang dipasang berbentuk L sebanyak 2 buah. Breakwater ditempatkan dalam beberapa seri. Adapun penjelasan variasi yang dipakai dalam tulisan ini adalah sebagai berikut :

Variasi I

Breakwater yang dipasang sebanyak 4 buah, masing-masing ditempatkan pada grid 20 - 22, 30 - 45, 50 - 65, 66 - 70, 80 - 95, 100 - 115. Panjang breakwater berurutan adalah 100 m. Breakwater yang dipasang ini disimulasi dalam kurun waktu 11 tahun yaitu mulai tahun 2004 sampai tahun 2014, 15 tahun yaitu mulai tahun 2004 sampai tahun 2019 dan 25 tahun yaitu mulai tahun 2004 sampai tahun 2029.

Variasi II

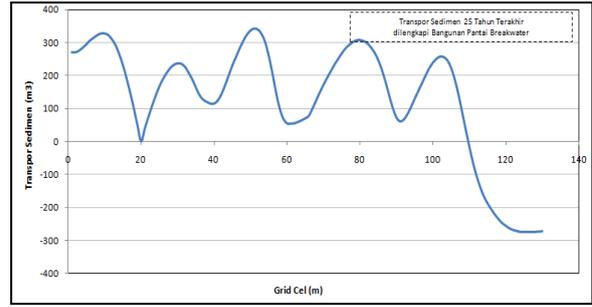
Breakwater yang dipasang sebanyak 2 buah, masing-masing ditempatkan pada grid 20 - 22, 30 - 60, 66 -70 , 80 - 115. Panjang breakwater berurutan adalah 100 m. Breakwater yang dipasang ini disimulasi dalam kurun waktu 11,15 dan 25 tahun.

Variasi III

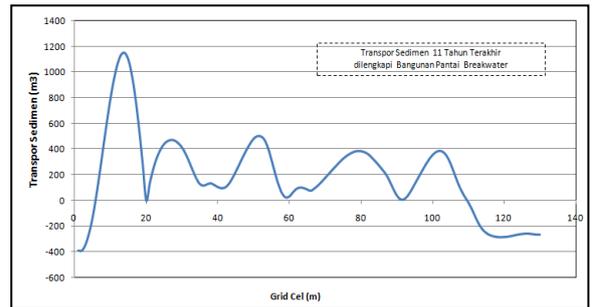
Breakwater yang dipasang sebanyak 2 buah, masing – masing ditempatkan pada grid 20 - 22, 25 - 65, 66 – 70, 73 - 120. Panjang breakwater berurutan adalah 100 m. Breakwater yang dipasang ini disimulasi dalam kurun waktu 11,15 dan 25 tahun.

Variasi IV

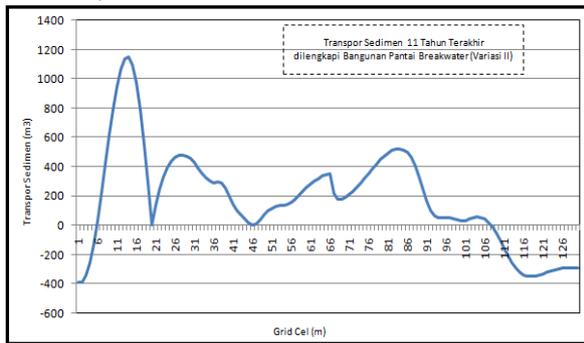
Breakwater yang dipasang sebanyak 2 buah, masing-masing ditempatkan pada grid 20 - 22, 22 - 65, 66 – 70, 75 - 120. Panjang breakwater berurutan adalah 100 m. Breakwater yang dipasang ini disimulasi dalam kurun waktu 11,15 dan 25 tahun



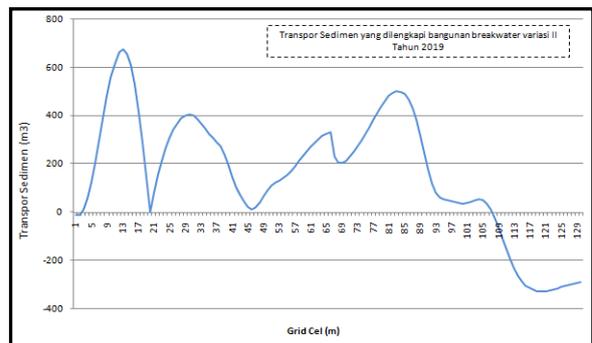
Gambar 4. Prediksi Transpor Sedimen Variasi I Dalam Kurun Waktu 25 Tahun (m3)



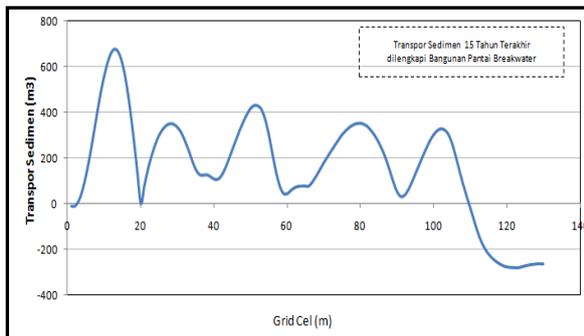
Gambar 5. Prediksi Transpor Sedimen Variasi II Dalam Kurun Waktu 11 Tahun (m3)



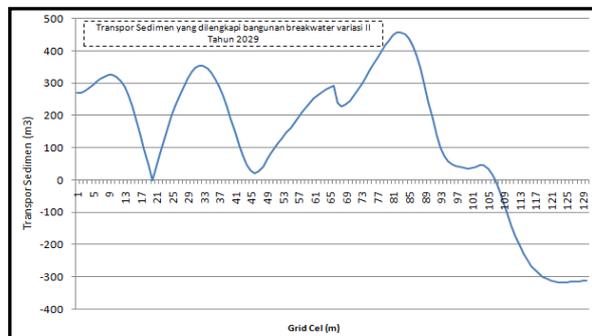
Gambar 2. Prediksi Transpor Sedimen Variasi I Dalam Kurun Waktu 11 Tahun (m3)



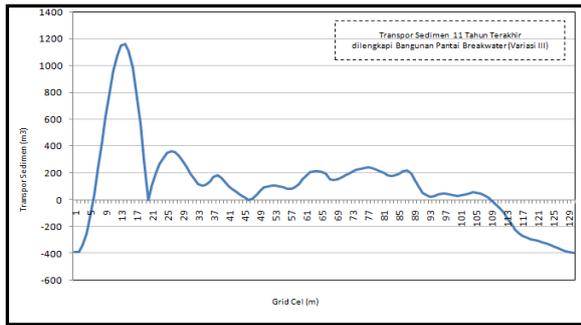
Gambar 6. Prediksi Transpor Sedimen Variasi II Dalam Kurun Waktu 15 Tahun (m3)



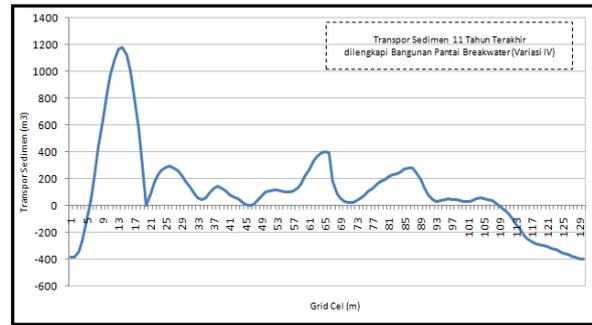
Gambar 3. Prediksi Transpor Sedimen Variasi I Dalam Kurun Waktu 15 Tahun (m3)



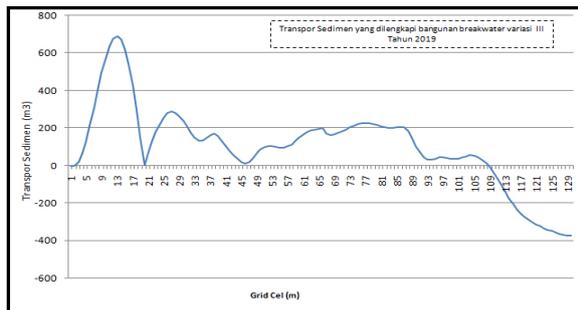
Gambar 7. Prediksi Transpor Sedimen Variasi II Dalam Kurun Waktu 25 Tahun (m3)



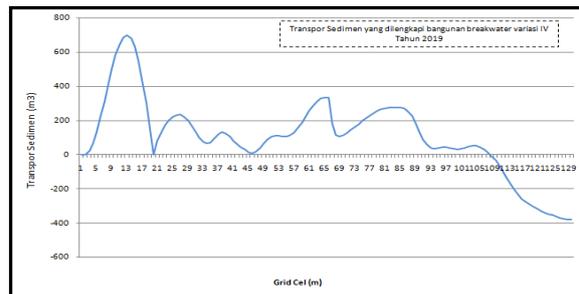
Gambar 8. Prediksi Transpor Sedimen Variasi II Dalam Kurun Waktu 11 Tahun (m³)



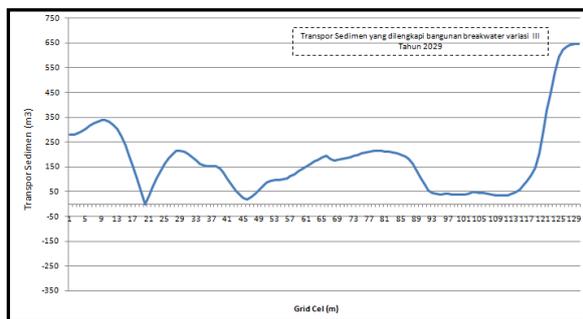
Gambar 11. Prediksi Transpor Sedimen Variasi IV Dalam Kurun Waktu 11 Tahun (m³)



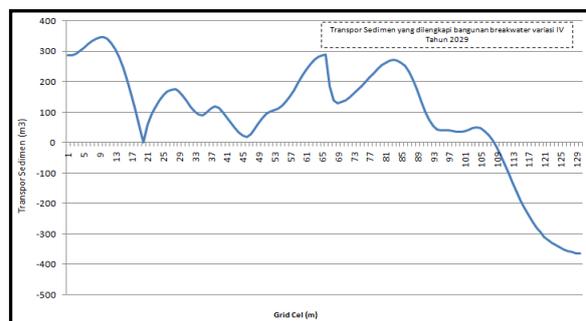
Gambar 9. Prediksi Transpor Sedimen Variasi III Dalam Kurun Waktu 15 Tahun (m³)



Gambar 12. Prediksi Transpor Sedimen Variasi IV Dalam Kurun Waktu 15 Tahun (m³)



Gambar 10. Prediksi Transpor Sedimen Variasi III Dalam Kurun Waktu 25 Tahun (m³)



Gambar 13. Prediksi Transpor Sedimen Variasi IV Dalam Kurun Waktu 25 Tahun (m³)

Tabel.4. Hasil Prediksi Perubahan Transpor Sedimen

No	Konfigurasi Bangunan Pelindung Pantai	Volume Rerata Transpor Sedimen (m ³)		Perubahan Garis Pantai Terbesar		
		Ke Kiri	Ke Kanan	Panjang tegak lurus pantai yang mundur (m)	Panjang tegak lurus pantai yang maju (m)	selisih (m)
1	Pantai Tanpa Bangunan Pantai 2014	- 4789	100367	586.19 di 57 grid	548.4	-38 (erosi)
2	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi I (kurun waktu 11 tahun)	-6163	31195	493.56 di 58 grid	456	-37 (erosi)
3	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi I (kurun waktu 15 tahun)	-4828	21140	585.73 di 63 grid	554.32	-31 (erosi)
4	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi I (kurun waktu 25 tahun)	-4573	16945	660.13 di 66 grid	663.8	3.67 (akresi)
5	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi II (kurun waktu 11 tahun)	-7518	31533	511.94 di 55 grid	476.12	-36 (erosi)
6	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi II (kurun waktu 15 tahun)	-6041	26453	519.76 di 58 grid	489.36	-30 (erosi)
7	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi II (kurun waktu 25 tahun)	-5763	23352	589.98 di 63 grid	595.49	5.51 (akresi)
8	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi III (kurun waktu 11 tahun)	-7140	-24554	436.75 di 52 grid	408.82	-28 (erosi)

Tabel.4. Lanjutan Hasil Prediksi Perubahan Transpor Sedimen

No	Konfigurasi Bangunan Pelindung Pantai	Volume Rerata Transpor Sedimen (m ³)		Perubahan Garis Pantai Terbesar		selisih (m)
		Ke Kiri	Ke Kanan	Panjang tegak lurus pantai yang mundur (m)	Panjang tegak lurus pantai yang maju (m)	
9	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi III (kurun waktu 15 tahun)	-56238	18667	460.41 di 53 grid	442.47	-18 (erosi)
10	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi III (kurun waktu 25 tahun)	0	22682	499.06 di 54 grid	523.74	25 (akresi)
11	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi IV (kurun waktu 11 tahun)	-5680	-15921	361.71 di 50 grid	332.44	-29 (erosi)
12	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi IV (kurun waktu 11 tahun)	-5609	19402	478.89 di 52 grid	460.26	-18 (erosi)
13	Pantai dengan bangunan Breakwater variasi IV (kurun waktu 25 tahun)	-5449	16927	530.8 di 54 grid	553.97	22 (akresi)

Sumber: Hasil Kajian

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis data dan kajian simulasi model yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan berikut :

- Setelah dicoba-coba didapatkan konfigurasi bangunan dengan Variasi II adalah konfigurasi yang paling tepat untuk dapat dijadikan sebagai alternatif pemasangan bangunan pantai.
- Sehubungan dengan kesimpulan di atas transport sedimen yang terjadi adalah sebesar:
 - Variasi II dalam kurun waktu 11 tahun menyebabkan kemunduran pantai sebesar 511.94 m di 55 grid artinya mengalami erosi sebesar 9.3 m di sepanjang 55 grid dan maju sebesar 476.12 m di 75 grid artinya mengalami akresi sebesar 6.3 m di sepanjang 75 grid.
 - Variasi II dalam kurun waktu 15 tahun menyebabkan kemunduran pantai sebesar

519.76 m di 58 grid artinya mengalami erosi sebesar 8.96 m di sepanjang 58 grid dan maju sebesar 489.36 m di 74 grid artinya mengalami akresi sebesar 6.6 m di sepanjang 74 grid.

- Variasi II dalam kurun waktu 25 tahun menyebabkan kemunduran pantai sebesar 589.98 m di 63 grid artinya mengalami erosi sebesar 9.3 m di sepanjang 55 grid dan maju sebesar 595.49 m di 67 grid artinya mengalami akresi sebesar 8.89 m di sepanjang 67 grid.

Saran

Setelah didapat kesimpulan di atas ternyata beberapa variasi penempatan breakwater berhubungan juga dengan panjang breakwater. Dalam mendesain braekwater disarankan memperhatikan keseimbangan antara jarak breakwater dari garis pantai dengan panjang breakwater.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugerah Nontji, 1987. Laut Nusantara, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- CERC, 1973. Shore Protection Manual, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- CERC, 1984. Shore Protection Manual, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- DeWALL, A.E, .1979. Beach Change at Westhampton Beach U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss.
- Hanson Hans and Kraus Nicholas C. 1989. Generalized Model for simulating Shoreline Change Report I. Coastal Engineering Research Center. Washington, DC.
- Herbich, Jhon B, PhD, P.E. 1999. Handbook of Coastal Engineering. McGraw – Hill. New York.

Horikawa Kiyoshi. 1988. Nearshore Dynamics and Coastal Processes. University of Tokyo Press. Japan.

Munir Rinaldi. 2003. Metode Numerik. Informatika Bandung. Bandung.

Triatmodjo Bambang. 1996. Pelabuhan. Beta Offset. Yogyakarta.

Triatmodjo Bambang. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan