

Model Perubahan Topografi Pantai Akibat Pengaruh Gelombang dan Arus Laut

Amiruddin, M. A. Hamzah A., Helmina Ndohali[†]

Abstrak

Model transpor sedimen dan perubahan topografi dasar pantai akibat pengaruh medan gelombang dan arus perairan pantai telah dibangun untuk mensimulasikan evolusi (erosi-deposisi) perairan pantai Mattoanging, Bantaeng, Sulawesi Selatan. Model medan arus yang dibangkitkan oleh gelombang disimulasikan dengan menggunakan model hidrodinamika 2D-horizontal. Selanjutnya persamaan kekekalan massa sedimen digunakan untuk prediksi perubahan topografi dasar pantai berdasarkan model prediksi Watanabe dan Maruyama. Persamaan pengatur tersebut diselesaikan dengan metoda numerik beda hingga eksplisit. Input model perubahan topografi dasar pantai diperoleh dari model gelombang dan arus yang dibangkitkan oleh gelombang laut. Hasil simulasi model arus yang dibangkitkan oleh gelombang pada musim Barat memberikan magnitudo kecepatan berkisar (0.0 - 1.81) m/det dengan arah Timur menyusuri pantai dan pada musim Timur hasil model berkisar (0.0 - 0.82) m/det dengan arah Barat. Penerapan model transpor sedimen dan perubahan topografi dasar pantai dilakukan dua skenario. Skenario pertama dilakukan simulasi menggunakan data batimetri pantai Mattoanging tanpa jetty. Skenario ini menghasilkan perubahan topografi dasar pantai di sepanjang pantai. Skenario kedua dilakukan simulasi dengan jetty di daerah model. Skenario ini menghasilkan perubahan topografi dasar pantai di sekitar jetty karena arus melemah oleh adanya jetty. Model yang telah dibangun cukup mampu memperlihatkan fenomena fisis transpor sedimen dan perubahan morfologi perairan pantai yang disebabkan oleh pengaruh gelombang dan arus perairan pantai.

Kata Kunci : *Gelombang, arus, transpor sedimen, topografi dasar pantai.*

1. Pendahuluan

Pantai Bantaeng terletak di bagian Selatan Propinsi Sulawesi Selatan, membujur dari Barat ke Timur dari $\pm 119^{\circ} 32'2''$ BT hingga $\pm 120^{\circ} 35'4''$ BT. Panjang garis pantainya sekitar 37 km, sebelah Barat berbatasan dengan pantai Kabupaten Jeneponto dan sebelah Timur berbatasan dengan pantai Kabupaten Bulukumba.

Pantai adalah hasil kerja interaksi antara gaya hidrodinamika dan tanggapan morfodinamika. Gaya hidrodinamika yang bekerja pada pantai dan kawasan pesisir adalah gerakan massa air atau arus laut. Tanggapan morfodinamika merupakan akibat dari aksi hidrodinamika terhadap konfigurasi dasar perairan dan butiran-butiran sedimen di pantai (Poerbandono, 2004).

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dalam tugas akhir ini akan dibangun suatu model evolusi pantai yang disebut model dua dimensi. Distribusi spasial laju transpor sedimen diperkirakan dari gelombang lokal dan keadaan arus yang dihitung dengan submodel gelombang

[†] Jurusan Fisika FMIPA Universitas Hasanuddin Makassar

dan arus dekat pantai. Perubahan dalam elevasi dasar lokal dihitung dengan pemecahan persamaan kekekalan sedimen untuk memprediksi perubahan morfologi pantai (Horikawa, 1988).

Transpor sedimen dan perubahan morfodinamika pantai dapat dianalisis dengan menggunakan simulasi numerik berbasis pada metode beda hingga eksplisit. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu model transpor sedimen dan perubahan morfodinamika pantai akibat pengaruh gelombang dan arus dekat pantai serta memodelkan pola transpor sedimen pada pantai Mattoanging, Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Persamaan Hidrodinamika

Persamaan pengatur yang digunakan adalah persamaan kekekalan massa dan momentum dengan mengintegrasikan persamaan-persamaan tersebut terhadap kedalaman dan dirata-ratakan terhadap periode gelombang. Dalam sistem arus di perairan pantai ini diasumsikan bahwa arus perairan pantai mempunyai variasi yang kecil terhadap waktu dan ruang pada skala besar yang dibandingkan dengan panjang gelombang atau periode gelombang, sehingga diperoleh:

a. Persamaan Kontinuitas, yaitu

$$\frac{\partial \bar{\zeta}}{\partial t} + \frac{\partial(h + \zeta)U}{\partial x} + \frac{\partial(h + \zeta)V}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

dengan t adalah waktu, (x,y) koordinat kartesian dalam bidang horizontal, (U,V) komponen kecepatan arus perairan pantai, h kedalaman perairan, dan $\bar{\zeta}$ adalah elevasi muka air rata-rata yang dipengaruhi oleh gelombang setup/setdown.

b. Persamaan Gerak, yaitu

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + F_x - M_x + R_x + g \frac{\partial \bar{\zeta}}{\partial x} = 0 \quad (2a)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + F_y - M_y + R_y + g \frac{\partial \bar{\zeta}}{\partial y} = 0 \quad (2b)$$

dengan : F_x dan F_y : gesekan dasar dalam arah x dan y , M_x dan M_y : percampuran lateral dalam arah- x dan y , R_x dan R_y : stress radiasi dalam arah- x dan y . Gesekan dasar pada medan gelombang-arus yang dirata-ratakan terhadap waktu untuk satu periode adalah sebagai berikut:

$$F_x = \frac{C_f}{(h + \zeta)} \left\{ \left(W + \frac{w_b^2}{W} \cos^2 \alpha \right) U + \frac{w_b^2}{W} \cos \alpha \sin \alpha \cdot V \right\} \quad (3a)$$

$$F_y = \frac{C_f}{(h + \zeta)} \left\{ \frac{w_b^2}{W} \cos \alpha \sin \alpha \otimes \otimes U \left(W + \frac{w_b^2}{W} \sin^2 \alpha \right) V \right\} \quad (3b)$$

$$W = \frac{1}{2} \left\{ \sqrt{U^2 + V^2 + w_b^2 + 2(U \cos \alpha + V \sin \alpha)w_b} + \sqrt{U^2 + V^2 + w_b^2 - 2(U \cos \alpha + V \sin \alpha)w_b} \right\} \quad (3c)$$

dengan $w_b = \sigma H / (\pi \sinh k(h + \zeta))$, H tinggi gelombang, σ frekuensi sudut, k bilangan gelombang, α sudut yang dibentuk muka gelombang dengan sumbu- x . Dengan asumsi bahwa turbulensi pada arus dekat pantai adalah isotropik, maka percampuran lateral dapat dituliskan sebagai berikut:

$$M_x = \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon \frac{\partial U}{\partial y} \right) \quad (4a)$$

$$M_y = \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon \frac{\partial V}{\partial y} \right) \quad (4b)$$

dengan ε adalah koefisien momentum. Dan Longuet-Higgins didapatkan

$$\varepsilon = Nl \sqrt{g(h + \zeta)} \quad (4c)$$

dengan N adalah konstanta yang lebih kecil dari 0,016, l adalah jarak dari garis pantai

$$l = \frac{(h + \zeta)}{\tan \beta} \quad (4d)$$

2.2. Laju Transpor Lokal dan Perubahan Elevasi Dasar

Perubahan elevasi dasar lokal, z_b , atau kedalaman air h , dapat dihitung dari laju transpor sedimen dengan menyelesaikan persamaan kekekalan massa sedimen yang ditulis sebagai:

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = -\frac{\partial h}{\partial t} = -\frac{\partial q_x}{\partial x} - \frac{\partial q_y}{\partial y} \quad (5)$$

dengan t waktu, x dan y koordinat horizontal, dan q_x dan q_y adalah komponen laju transpor sedimen persatuan lebar dalam arah- x dan y .

2.3. Transpor Sedimen oleh Arus

Watanabe (1986) mengembangkan persamaan laju transpor akibat arus (q_{cx} , q_{cy}) yang diturunkan dari persamaan arus litoral yang telah dibuat oleh Komar (1977). Persamaan ini dikembangkan untuk diterapkan di kawasan dekat pantai, yang ditulis sebagai berikut:

$$q_{cx} = Q_c \bar{U}, \quad q_{cy} = Q_c \bar{V} \quad (6a)$$

$$Q_c = \frac{Ac(\tau - \tau_{cr})}{\rho g} \quad (6b)$$

dengan \bar{U} dan \bar{V} kecepatan arus rata-rata arah- x dan y , A_c koefisien tak berdimensi (0.1 – 1), τ stress geser dasar akibat medan gelombang dan arus τ_{cr} stress geser kritis untuk menggerakkan sedimen, dan ρ densitas air laut.

2.4. Transpor Sedimen oleh Gelombang

Transpor sedimen akibat gerakan gelombang (q_{wx} , q_{wy}) lebih sulit diperkirakan dibandingkan akibat arus rata-rata, karena laju transpor bersih yang merupakan perbedaan antara laju transpor maju dan mundur yang berada di bawah pengaruh gerakan osilasi gelombang harus dihitung.

Watanabe (1982) menurunkan konsep transpor sedimen akibat gelombang sebagai berikut:

$$q_w = \frac{B_w w_0}{(1 - \lambda_v) \rho s g \sqrt{sgd}} (\tau - \tau_{cr}) u_* (\tau - \tau_{or}) \quad (7)$$

dengan $s = (\rho_s - \rho) / \rho$ dan $u_* = \sqrt{\tau / \rho}$ adalah kecepatan gesek, w_0 kecepatan jatuh sedimen (cm/detik), B_w koefisien tak berdimensi, dan λ_v rasio porositas.

Persamaan (7) identik dengan bentuk persamaan (6) dengan laju transpor akibat kecepatan arus rata-rata (U, V) diganti dengan kecepatan gesekan u_* , sehingga persamaan (7) untuk laju transpor sedimen gelombang ditulis sebagai :

$$\left. \begin{aligned} q_{wx} &= Q_w \hat{u}_b \cos \alpha, & q_{wy} &= Q_w \hat{u}_b \sin \alpha \\ Q_w &= \frac{A_w (\tau - \tau_{cr})}{\rho g} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

dengan A_w koefisien tak berdimensi, \hat{u}_b amplitudo kecepatan orbital dekat dasar, α sudut datang gelombang dengan arah- x . Koefisien tak berdimensi A_w hubungannya dengan B_w , diformulasikan sebagai:

$$A_w = B_w \frac{w_0}{(1 - \lambda_v) s \sqrt{sgd}} \sqrt{\frac{f_w}{2}} \quad (9)$$

dengan f_w merupakan koefisien gesekan akibat gelombang.

Watanabe telah melakukan percobaan mendapatkan harga parameter-parameter untuk pantai dengan material pasir 0.2 mm didapatkan harga $w_0 = 2.4$ cm/detik, perbandingan porositas sedimen (λ_v) = 0.4 dan $s = 1.65$, $B_w = 7$ sehingga range nilai $A_w = 0.2 - 0.9$ untuk nilai $f_w = 0.01 - 0.3$.

Persamaan di bawah ini merupakan bentuk modifikasi yang dilakukan dalam percobaan untuk memformulasikan kriteria arah transpor sedimen tegak lurus pantai secara lokal.

$$\left. \begin{aligned} \Pi &= \frac{\hat{u}_b^2}{sgd} \frac{h}{L_0} < \Pi_c : \text{transpor menuju} \\ \Pi &= \frac{\hat{u}_b^2}{sgd} \frac{h}{L_0} > \Pi_c : \text{transpor menuju lepas pantai} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Harga π_c merupakan nilai kritis π , dengan laju transpor bersih adalah nol. Nilai π_c merupakan orde koefisien. Sanamura (1986) menyederhanakan bentuk pengendali arah transpor:

$$F_d = \tanh\left(\kappa_d \frac{\Pi_c - \Pi}{\Pi_c}\right) \quad (11)$$

F_d merupakan hubungan antara arah penjalaran orbital gelombang dengan transpor sedimen bersih. F_d bernilai positif jika searah dengan penjalaran orbital gelombang dan negatif jika berlawanan. Koefisien K_d merupakan koefisien yang mengontrol derajat perubahan laju transpor tegak lurus pantai di daerah sekitar titik dengan transpor sedimen sama dengan nol. Sehingga laju transpor sedimen akibat gerak gelombang persamaan (9) dapat ditulis menjadi:

$$q_{wx} = F_d Q_w \hat{u}_b \cos \alpha, \quad q_{wy} = F_d Q_w \hat{u}_b \sin \alpha \quad (12)$$

Stress geser akibat bidang arus dan gelombang dinyatakan sebagai:

$$\left. \begin{aligned} \tau_x &= \alpha_1 \rho (f_c f_w) \hat{u}_b U \\ \tau_y &= \alpha_1 \rho (f_c f_w) \hat{u}_b V \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

dengan $\alpha = 0.15$ Bjiker (1986), $f_c = 0.01 - 0.16$, $f_w = 0.01 - 0.2$, \hat{u}_b adalah amplitudo kecepatan orbital dekat dasar.

2.5. Stress Geser Kritis

Dengan asumsi bahwa laju transpor sedimen bergantung pada gesekan dasar yang melampaui harga stress geser kritis, sehingga perlu diturunkan nilai stress geser kritis, τ_{cr} , akibat kombinasi aksi gelombang dan arus. Kondisi kritis akibat pengaruh gelombang, diberikan nilai kritis parameter Shields, ψ_c , yang diformulasikan sebagai

$$\psi_c = \frac{\tau_{cr}}{(\rho_s - \rho)gd} \quad (14)$$

Selanjutnya untuk model yang dikembangkan Madsen-Grant (1976) dan Watanabe, Riho, Horikawa (1980), secara umum digunakan pendekatan sebagai berikut:

$$\psi_c = \begin{cases} 0.11; & \text{untuk pasir butir halus; } \frac{d}{\delta_L} < \frac{1}{6.5} \\ 0.06; & \text{untuk pasir butir kasar; } \frac{d}{\delta_L} > \frac{1}{4} \end{cases} \quad (15)$$

Berdasarkan penelitian Watanabe, Riho, dan Horikawa, ternyata laju transpor sedimen di daerah surf lebih besar dibandingkan di luar surf, sehingga dari uji laboratorium tersebut, diperoleh perumusan untuk mendapatkan harga stress geser kritis:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{cr} &= 0: && \text{di daerah surf} \\ \tau_{cr} &= (\rho_s - \rho)gd\psi_c \tanh^2\left(\frac{K_c X_b}{x_B}\right) && \text{di luar daerah surf} \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

dengan x_B jarak offshore dihitung dari titik pecah gelombang, χ_b daerah surf, κ_c koefisien stress geser kritis di luar daerah surf.

2.6. Persamaan Perubahan Morfologi Pantai

Watanabe memodifikasikan persamaan (5) ke dalam bentuk:

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} \left(q_x - \varepsilon_s |q_x| \frac{\partial z_b}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(q_y - \varepsilon_s |q_y| \frac{\partial z_b}{\partial y} \right) \quad (17)$$

Persamaan (17) disederhanakan menjadi:

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = -\frac{\partial q'_x}{\partial x} - \frac{\partial q'_y}{\partial y} \quad (18)$$

dengan $q'_x = q_x - \varepsilon_s |q_x| \frac{\partial z_b}{\partial x}$, $q'_y = q_y - \varepsilon_s |q_y| \frac{\partial z_b}{\partial y}$ dan ε_s adalah rasio sedimen dasar terhadap total sedimen dan sesuai juga dengan rumus yang diusulkan oleh Bowen (1980). Laju transpor sedimen dapat dihitung dengan menggunakan hubungan $\sqrt{q_x^2 + q_y^2}$.

3. Metode Penelitian

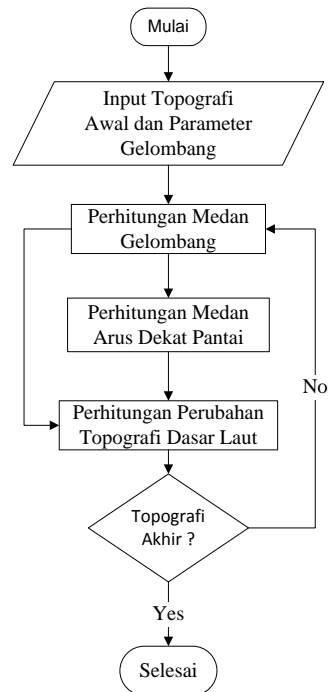
Pantai Bantaeng terletak di bagian selatan propinsi Sulawesi Selatan, membujur dari Barat ke Timur dan terletak pada 119° 32' 2" BT hingga 119° 35' 4" BT.

Data angin diperoleh dari situs <http://www.ncep.gov>. Data angin yang dianalisis adalah data magnitudo kecepatan dan arah angin maksimum harian dengan selang waktu data selama kurang lebih 10 tahun dari tahun 1996 sampai dengan 2006. Data tersebut digunakan untuk memprediksi tinggi dan perioda ombak dengan menggunakan metoda SMB (*Sverdrup Munk Bretch Neider*).

Simulasi model dilakukan dengan menggunakan data batimetri yang nantinya digunakan sebagai data input model. Sedangkan untuk data gelombang mewakili musim barat dan musim timur pada tahun 2004.

- Menyelesaikan persamaan pengatur menggunakan metode beda hingga eksplisit dengan syarat awal dan syarat batas yang digunakan untuk menghitung variabel di batas daerah simulasi. Mengimplementasikan persamaan pengatur tersebut ke dalam bahasa pemrograman Fortran 90.
- Nilai tinggi dan perioda gelombang yang diperoleh dari perhitungan gelombang digunakan sebagai input untuk transpor sedimen.
- Melakukan simulasi model dengan dua skenario yang mungkin sesuai dengan keadaan alam sebenarnya.

Adapun diagram alir penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Skenario Simulasi Model

a. Skenario Pertama

Untuk skenario pertama menggunakan daerah kajian pantai Mattoanging yang dimodelkan dengan panjang 640 meter sepanjang garis pantai dan 340 meter ke arah lepas pantai. Untuk keperluan pemodelan, wilayah ini dibagi menjadi bentuk grid menjadi Δx dan Δy dengan lebar grid 4.2 meter x 4.2 meter sehingga terdapat 151 grid ke arah sepanjang garis pantai dan 81 grid ke arah laut lepas. Simulasi dilakukan selama satu jam.

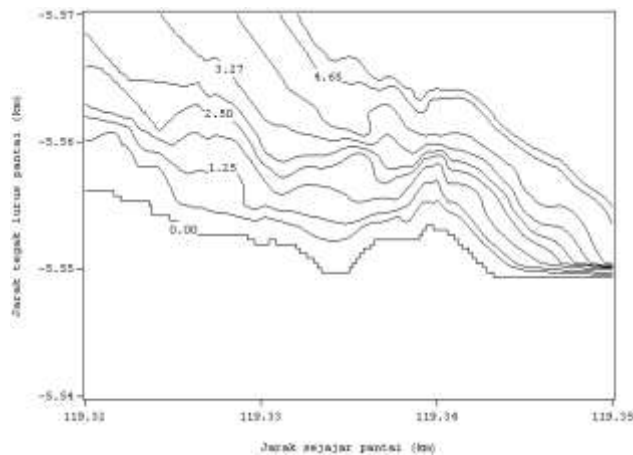
Pada simulasi ini tidak terdapat adanya jetty di tengah daerah kajian. Simulasi menggunakan data gelombang musim barat dan musim timur pada tahun 2004. Parameter gelombang pada tahun 2004, pada musim barat tinggi gelombang 0.90 m, periode 3.37 det dan sudut datang gelombang -45° (arah barat daya). Untuk musim timur ialah tinggi gelombang 0.4 meter, periode 3.62 detik dan arah datang gelombang 60° (timur timur laut). Tujuan simulasi ialah untuk melihat pola transpor sedimen tanpa adanya jetty di tengah daerah kajian.

b. Skenario Kedua

Untuk skenario kedua menggunakan daerah kajian pantai Mattoanging dengan adanya jetty di tengah daerah simulasi. Skenario ini menggunakan data gelombang yang sama seperti pada skenario pertama, yaitu pada musim barat dan musim timur tahun 2004. Simulasi dilakukan selama satu jam. Tujuan dari simulasi ini ialah untuk melihat pola transpor sedimen yang mungkin terjadi di pantai Mattoanging.

4.2. Hasil Simulasi Skenario Pertama

Data batimetri dengan tanpa adanya jetty di tengah daerah model diperlihatkan pada Gambar 2.

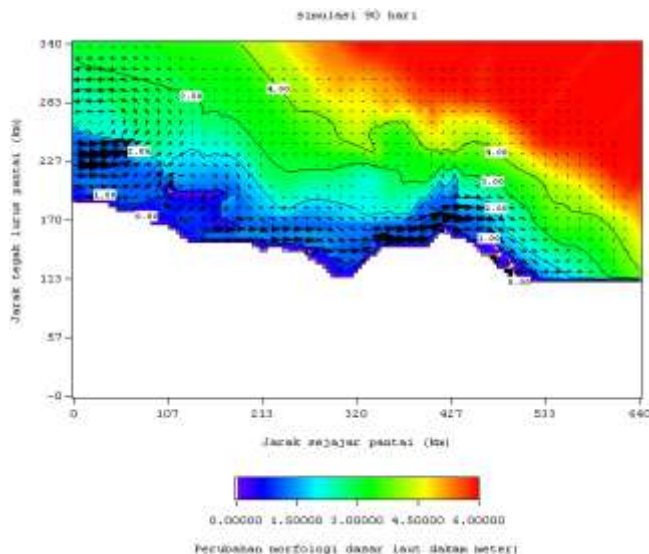


Gambar 2. Batimetri pantai Mattoanging kabupaten Bantaeng tanpa jetty di tengah daerah simulasi.

Musim Barat

Dalam penerapan simulasi model transpor sedimen dan perubahan morfologi dasar laut menggunakan data gelombang pada tahun 2004 dengan menggunakan batimetri pada Gambar 2.

Hasil simulasi diperlihatkan pada Gambar 3. Pada gambar tersebut terlihat bahwa arus bergerak menyusuri pantai dari arah barat ke timur. Magnitudo kecepatan arus berkisar antara 0.00 – 1.42 m/det. Dari gambar tersebut menunjukkan pola arus dan perubahan morfologi dasar laut dengan lama simulasi 90 hari. Dengan semakin lamanya simulasi maka daerah yang tererosi semakin meluas. Erosi tersebut terjadi hampir di sepanjang pesisir pantai. Sementara pengendapan material sedimen terjadi di bagian timur pantai akibat adanya perbedaan kedalaman sehingga arus di bagian tersebut melemah.

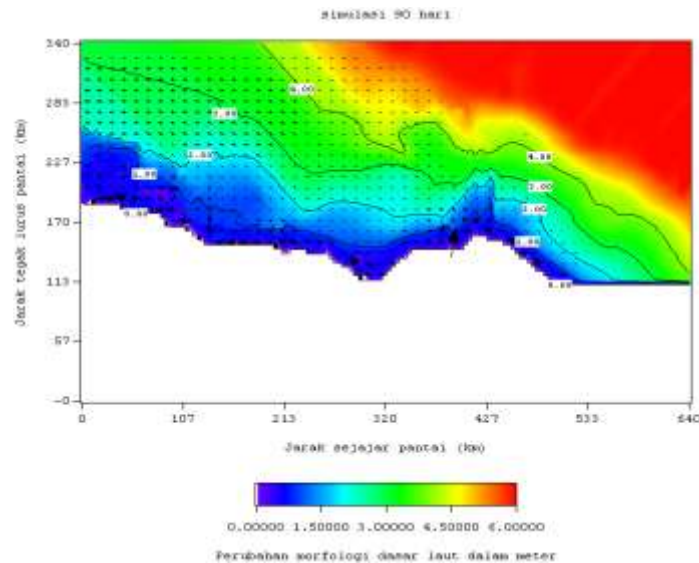


Gambar 3. Perubahan morfologi dasar laut pantai Mattoanging pada musim barat 2004 dengan lama simulasi 90 hari ($h_0 = 0.94$ m, $t = 3.37$ det, $\alpha = -45^\circ$).

Musim Timur

Data gelombang yang digunakan pada tahun 2002 ialah tinggi gelombang mencapai 0.47 meter, perioda gelombang 3.62 detik, dan arah datang gelombang 60° (timur timur laut).

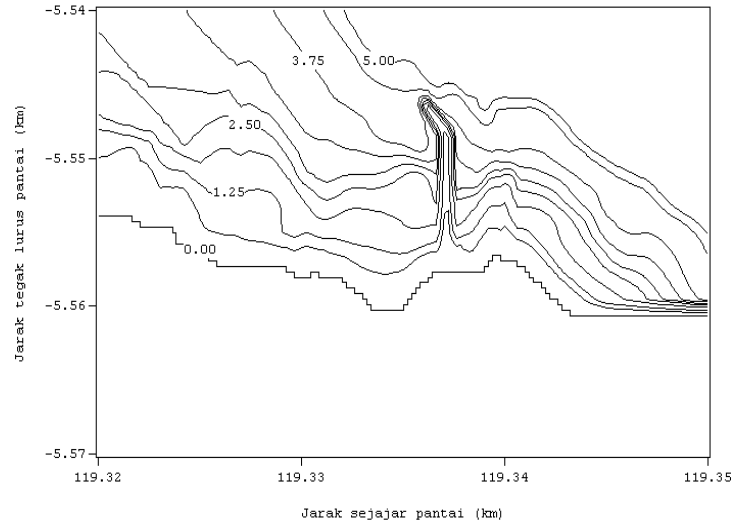
Hasil simulasi untuk musim timur disajikan pada Gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat bahwa arah arus menuju ke barat dengan magnitudo kecepatan arus berkisar antara 0.00 – 1.15 m/det. Perubahan kedalaman hanya terjadi di pesisir pantai. Akibat kecepatan arus yang relatif kecil di sepanjang pantai menyebabkan terjadinya sedimentasi di bagian tersebut. Perubahan morfologi dasar laut terjadi cenderung lambat. Sedangkan erosi hanya terjadi di pesisir pantai tetapi tidak mencakup daerah yang luas.



Gambar 4. Perubahan morfologi dasar laut pantai Mattoanging pada musim timur 2004 dengan lama simulasi 90 hari ($h_0 = 0.47$ m, $t = 3.62$ det, $\alpha = 60^\circ$).

4.3. Simulasi Model Skenario Kedua

Pengukuran Batimetri dilakukan dengan sistem grid dengan jarak ke arah lepas pantai sekitar 340 meter dan sepanjang pantai sekitar 640 meter dengan jumlah grid adalah 151 x 81 buah.

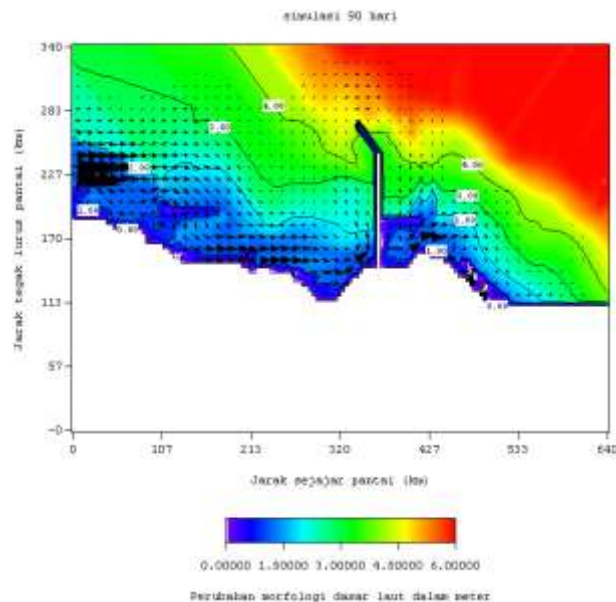


Gambar 5. Batimetri pantai Mattoanging kabupaten Bantaeng dengan adanya jetty di tengah daerah simulasi.

Musim Barat

Dalam penerapan simulasi model transpor sedimen dan perubahan morfologi dasar laut menggunakan batimetri pantai Mattoanging pada Gambar 5. Data gelombang yang digunakan pada tahun 2004 ialah tinggi gelombang mencapai 0.94 meter, perioda gelombang 3.37 detik, dan arah datang gelombang -45° (barat laut).

Hasil simulasi untuk musim barat selama 90 hari disajikan pada Gambar 6. Pada gambar tersebut terlihat bahwa arus bergerak menyusuri pantai dari arah barat menuju ke timur. Magnitudo kecepatan arus simulasi tahun 2004 ialah 0.00 – 1.56 m/det. Perubahan morfologi dasar laut terjadi di sepanjang pantai bagian barat sampai di sisi jetty terjadi penggerusan yang cukup besar. Sedangkan pengendapan material sedimen terjadi di bagian timur jetty akibat adanya perbedaan struktur dan lemahnya arus di bagian tersebut.



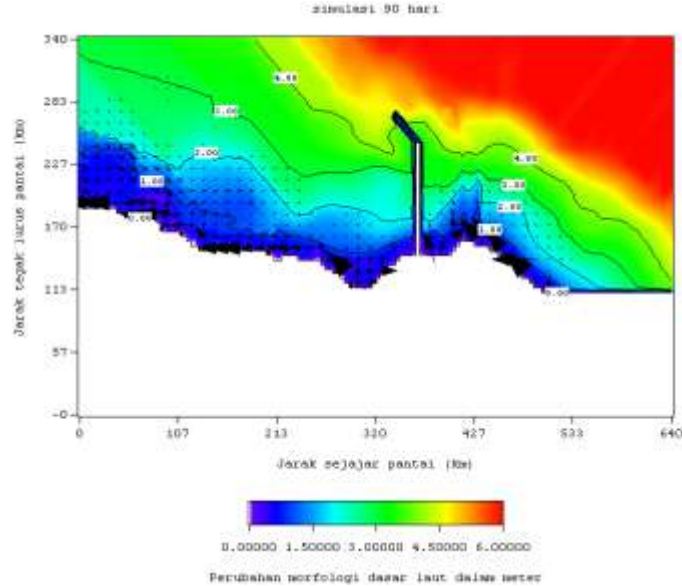
Gambar 6. Perubahan morfologi dasar laut pantai Mattoanging pada musim barat 2004 dengan lama simulasi 90 hari ($h_0 = 0.94$ m, $t = 3.37$ det, $\alpha = -45^\circ$).

Musim Timur

Data gelombang yang digunakan pada tahun 2002 ialah tinggi gelombang mencapai 0.47 meter, periode gelombang 3.62 detik, dan arah datang gelombang 60° (timur timur laut).

Hasil simulasi untuk musim timur selama 90 hari disajikan pada Gambar 7. Pada gambar tersebut terlihat bahwa arus bergerak menyusuri pantai mengarah ke barat. Magnitudo kecepatan arus simulasi tahun 2004 relatif kecil daripada musim barat, yaitu berkisar antara 0.00–0.82 m/det. Perubahan kedalaman terjadi pergerakan yang lambat dan daerah yang tidak luas akibat kecepatan arus yang relatif kecil. Di kaki jetty bagian timur terjadi erosi mengikuti pergerakan arus. Sedangkan di bagian barat jetty hampir tidak terjadi perubahan kedalaman.

Secara umum transpor sedimen dan perubahan batimetri untuk kasus dengan arah datang gelombang yang mewakili musim barat sama dengan kasus sebelumnya. Perbedaannya hanya terletak pada besarnya jumlah sedimen yang terangkut. Untuk hal yang sama juga terjadi untuk arah datang gelombang yang mewakili musim timur. Hanya besarnya pengendapan dan erosi lebih kecil jika dibandingkan dengan pada waktu musim barat. Hal ini berkaitan dengan besar magnitude arus yang ditentukan dan besarnya parameter gelombang datang dari laut lepas.



Gambar 7. Perubahan morfologi dasar laut pantai Mattoanging pada musim timur 2004, lama simulasi 90 hari ($h_0 = 0.47$ m, $t = 3.62$ det, $\alpha = 60^\circ$).

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Pemodelan transpor sedimen pada pantai Mattoanging tanpa adanya jetty di tengah daerah simulasi menunjukkan adanya penggerusan hampir di sepanjang pantai pada musim barat dan timur mengikuti pola pergerakan arus sepanjang pantai. Sedimentasi terjadi di beberapa bagian pantai yang tidak mengalami erosi.
2. Untuk simulasi model transpor sedimen dengan menggunakan data topografi pantai Mattoanging dengan adanya jetty di tengah daerah simulasi menunjukkan adanya penggerusan pantai dari pesisir pantai bagian barat sampai dengan sisi barat jetty pada musim barat. Sedangkan di bagian timur (kaki jetty) terjadi penumpukkan material sedimen akibat lemahnya arus di daerah tersebut. Pada musim timur penumpukkan material sedimen terjadi di bagian barat samping jetty sedangkan erosi terjadi di bagian timur. Akibat kecepatan arus yang relatif kecil menyebabkan perubahan morfologi dasar laut hanya terjadi pada pesisir pantai.

5.2. Saran

1. Penelitian ini hanya memperhitungkan perubahan morfologi dasar laut akibat pengaruh gelombang dan arus. Untuk selanjutnya perlu untuk memasukkan data pasang surut agar hasil yang diperoleh semakin akurat.
2. Agar perubahan morfologi dasar laut dapat diketahui secara mendetail maka selain transpor sejajar pantai maka juga memperhitungkan transpor sedimen tegak lurus pantai

Daftar Pustaka

1. _____, *Rip Currents: Nearshore Fundamentals Print Version*, artikel dari [http : meted.ucar.edu/marine/ripcurrents/NSF/print.htm](http://meted.ucar.edu/marine/ripcurrents/NSF/print.htm), via <http://www.google.com>.
2. _____, *Status Kepemilikan Lahan pada Kawasan Pantai dan Hutan Mangrove*. artikel dari [http://www.dephut.go.id /INFORMASI/RRL/STS_MAngrove.HTM](http://www.dephut.go.id/INFORMASI/RRL/STS_MAngrove.HTM) - 22k -, via <http://www.google.co.id>.
3. Amiruddin, 2001, *Model Perubahan Morfologi Dasar Laut Akibat Pengaruh Gelombang dan Arus Perairan Pantai*, ITB, Bandung.
4. CSI, *Assessing the impact of coastal structures*, artikel dari [http:// www.unesco.org/csi/pub/source/ero18.htm](http://www.unesco.org/csi/pub/source/ero18.htm), via <http://www.google.com>.
5. Department of Geological Sciences, Salem State College, Beach Profile: Descriptive terminology, artikel dari http://w3.salemstate.edu/.../gls214/gls214_beach1.htm, via <http://www.google.com>.
6. Diposaptono, S, *Penambangan Pasir dan Ekologi Laut*, artikel dari http://www.jatim.go.id/bapedal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=32&limit=1&am... - 30k, 2003, via <http://www.google.co.id>.
7. Horikawa, K, 1988, *Nearshore Dynamics and Coastal Processes*, University of Tokyo Press, Japan.
8. Poerbandono, S.T., M.M., Dr.rer.nat, *Pemecah Ombak Timbulkan Masalah Baru*, artikel dari [http : //www.pikiran-rakyat .com /cetak/0604 /10/cakrawala/ lainnya06.htm](http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0604/10/cakrawala/lainnya06.htm) - 23k -, 2004, via <http://www.google.com>.
9. Triatmodjo, B, 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
10. Saka, B, 2008. *Pemodelan Sirkulasi Arus yang Dibangkitkan oleh Gelombang*, Universitas Hasanuddin, Makassar.