



Pemodelan Pola Arus di Perairan Pesisir Banyuasin, Sumatera Selatan

Heron Surbakti^a, Mulia Purba^b dan I Wayan Nurjaya^b

^a Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya

^b Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK, Institut Pertanian Bogor

Received 02 May 2011; received in revised form 12 May 2011; accepted 23 May 2011

ABSTRACT

A two-dimensional model to investigate the pattern of current in estuary of Banyuasin has been developed. The properties of tide, wind, and current were measured to understand the dynamics of estuarine environment. Based on the information, the model of current simulation were performed. The simulation of model shows that offshore flow during flood tide and inland flow during ebb tide. Maximum current speed was recorded during mean-sea-level towards high tide of 0.8716 m s^{-1} , while the minimum was 0.0661 m s^{-1} observed during ebb tide. The difference current speed between model and recorded is 0.04 m s^{-1} .

Keywords : Modeling, Current, Tidal, Banyuasin.

ABSTRAK

Model dua dimensi dibangun untuk melihat pola arus di perairan pesisir Banyuasin. Karakteristik pasang surut, angin dan arus diukur untuk memahami dinamika lingkungan estuari. Berdasarkan karakteristik parameter tersebut, model dan simulasi pola arus dibangun. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh gambaran bahwa pola arus menuju laut saat periode pasang dan menuju daratan saat periode surut. Kecepatan arus maksimum diperoleh saat mean sea level menuju pasang tertinggi dengan kecepatan 0.8716 m s^{-1} , dan kecepatan arus minimum diperoleh saat kondisi surut terendah sebesar 0.0661 m s^{-1} . Perbedaan kecepatan arus hasil model dengan hasil pengukuran adalah sebesar 0.04 m s^{-1} .

Kata Kunci : Pemodelan, Arus, Pasang Surut, Banyuasin

1. PENDAHULUAN

Perairan pesisir Banyuasin merupakan daerah yang banyak mendapat masukan sedimen melalui sungai-sungai besar dengan proses sedimentasi yang beragam dan dinamis. Morfologi perairan terutama dibentuk oleh hasil endapan sedimen dari sungai dengan sebaran yang dikontrol oleh pasang surut dan aktifitas arus. Konfigurasi dasar laut mempengaruhi arah dan kecepatan arus, sebaliknya arus memiliki pengaruh yang besar terhadap transpor sedimen (DKP, 2001). Untuk menganalisis sedimentasi di daerah tersebut maka dinamika wilayah perairan estuari perlu dipahami dengan baik yaitu dengan mengkaji arus laut di perairan tersebut.

Salah satu alternatif dalam mengkaji karakteristik arus laut adalah dengan pendekatan model numerik. Melalui model ini dapat dibangun beberapa skenario simulasi sehingga karakteristik arus laut di perairan pesisir Banyuasin dapat diprediksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji dinamika arus yang dibangkitkan oleh pasang surut di perairan pesisir Banyuasin melalui model numerik. Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh suatu model matematis tentang perkiraan fenomena arus pasang surut di perairan Pesisir Banyuasin.

II. METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2007 – Mei 2007 berupa pengambilan data serta dilanjutkan dengan pemodelan dan simulasi pola arus di perairan Selat Bangka pada posisi 2.07° – 2.38° LS dan 104.85° – 105.17° BT. Waktu simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini selama 320 jam.

Parameter Model

Data fluktuasi muka laut diperoleh dari Stasiun Pandu Tanjung Buyut dengan interval data setiap jam mulai pukul 00.00 sampai pukul 23.00 selama 15 hari (piantan) pengamatan. Data ini digunakan sebagai batas terbuka model serta verifikasi hasil model.

Data angin diperoleh dari CERSAT (*Centre ERS d'Archivage et de Traitement - French ERS Processing and Archiving Facility*) yang merupakan bagian dari IFREMER (*French Research Institute for Exploitation of the Sea*). Data angin yang digunakan adalah data tiap enam jam pada bulan Februari 2007 dengan resolusi spasial 0.25° x 0.25° pada koordinat 2.125° LS dan 105.125° BT.

Kecepatan arus diukur dengan metode *eulerian* pada titik pengukuran 104° 54' 56.4" BT dan 02° 19' 15.6" LS serta dilakukan secara kontinu selama 320 jam dengan interval waktu tiap jam. Data pengukuran arus akan digunakan untuk verifikasi hasil model.

Debit limpasan air sungai diperoleh dengan cara pengukuran luas penampang basah limpasan air sungai dan kecepatan limpasan air sungai. Perhitungan luas penampang basah (A) dilakukan dengan menggunakan metode interval tengah (Chow, 1989).

Data kedalaman perairan model diperoleh dari hasil pemetaan Dinas Hidro Oseanografi (Dishidros) TNI-AL dan Badan Kordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) tahun 1996 peta LPI nomor 1013-02 dan 1113-02.

Model Pola Arus

Model pola arus dibangun dengan menggunakan persamaan kontinuitas dan

persamaan momentum dengan perata-rataan kedalaman. Model ini menggunakan pendekatan metode beda hingga (*finite difference*) untuk menyelesaikan persamaan yang digunakan. Solusi numerik dari model yang digunakan adalah dengan pendekatan *Alternating Direction Implicit* (ADI) untuk turunan terhadap waktu (*time*) dan ruang (*space*) (DHI, 2007; Tsanis, et al, 2007). Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (USACE, 2005; DHI, 2007):

Persamaan kontinuitas:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t}$$

Persamaan momentum

pada sumbu x

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp \sqrt{p^2 + q^2}}{c^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) \right] - \Omega_q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (\rho_a) = 0$$

pada sumbu y

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gp \sqrt{p^2 + q^2}}{c^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xy}) \right] + \Omega_p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (\rho_a) = 0$$

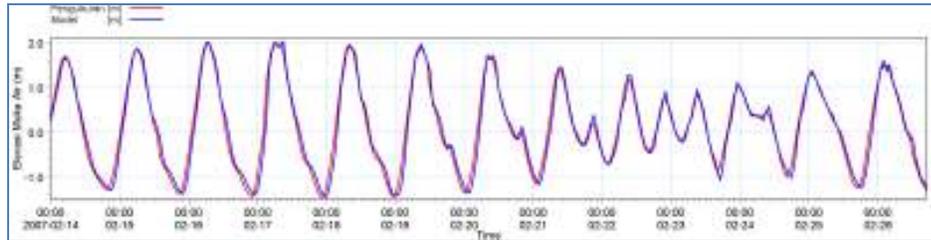
dimana:

- h : kedalaman perairan;
- $d(x, y, t)$: kedalaman yang bervariasi terhadap waktu;
- ζ : surface elevation;
- p, q : flux densitas pada sumbu x dan y ($m^3/s/m$);
- u, v : kecepatan yang dirata-ratakan terhadap kedalaman pada sumbu x, y;
- $c(x, y)$: chezy resistance ($m^{1/2} s^{-1}$);
- g : gravitasi (m^2/s);
- $f(V)$: faktor gesekan angin;
- $\Omega(x, y)$: parameter coriolis;
- $\rho_a(x, y)$: tekanan atmosfer ($kg m^{-1} s^{-2}$);
- ρ_w : densitas air laut ($kg m^{-3}$);
- $\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$: komponen shear stress efektif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Verifikasi hasil simulasi dilakukan dengan membandingkan elevasi muka air (pasang surut) dan arus hasil simulasi dengan data pengukuran lapangan pada posisi dan

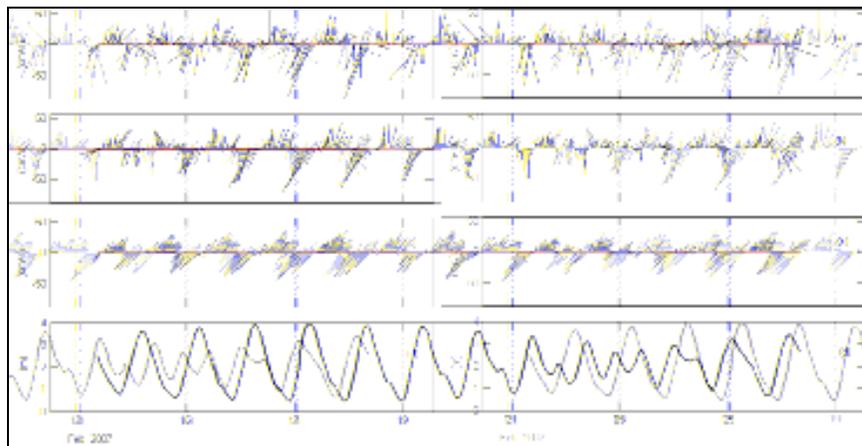
waktu yang sama. Perbandingan hasil simulasi dengan hasil pengukuran pasang surut disajikan pada Gambar 1. Hasil verifikasi pasang surut menunjukkan bahwa rata-rata perbedaan elevasi muka air hasil simulasi dengan hasil pengukuran berkisar 0.0102 m.



Gambar 1. Perbandingan pasut hasil pengukuran dengan hasil simulasi. Warna merah menunjukkan pasut hasil pengukuran, sedangkan warna biru menunjukkan pasut hasil simulasi

Hasil verifikasi data arus (Gambar 2) yang dihasilkan dari simulasi menunjukkan bahwa kecepatan arus yang dihasilkan masih berada pada ordo yang sama dengan hasil pengukuran lapangan dan pola arus yang dihasilkan mendekati dengan pola arus hasil pengamatan di lapangan. Perbedaan

kecepatan arus hasil simulasi dengan angin dan tanpa pengaruh angin berkisar 0 – 0.0212 m/s dengan rata-rata 1.84×10^{-4} m/s. Sedangkan rata-rata perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil simulasi sebesar 0.04 m/s.



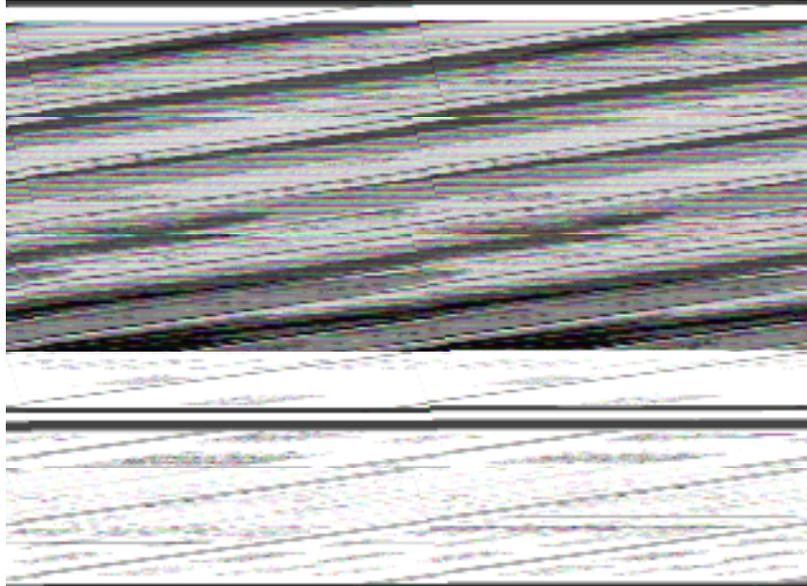
Gambar 2. Perbandingan arus hasil pengukuran dengan hasil simulasi dengan memasukkan pengaruh angin berdasarkan kondisi pasut. (a) Stickplot arus total hasil pengukuran, (b) Stickplot arus pasut, (c) Stickplot arus hasil simulasi, (d) pasang surut

Berdasarkan hasil simulasi, saat kedudukan muka air berada pada MSL (*mean sea level*) menuju pasang tertinggi (Gambar 3), kecepatan arus mencapai nilai tertinggi yaitu 0.8716 m/s dengan kecepatan rata-rata sebesar 0.2629 m/s. Pada kondisi ini massa air bergerak menuju ke muara-muara sungai yang

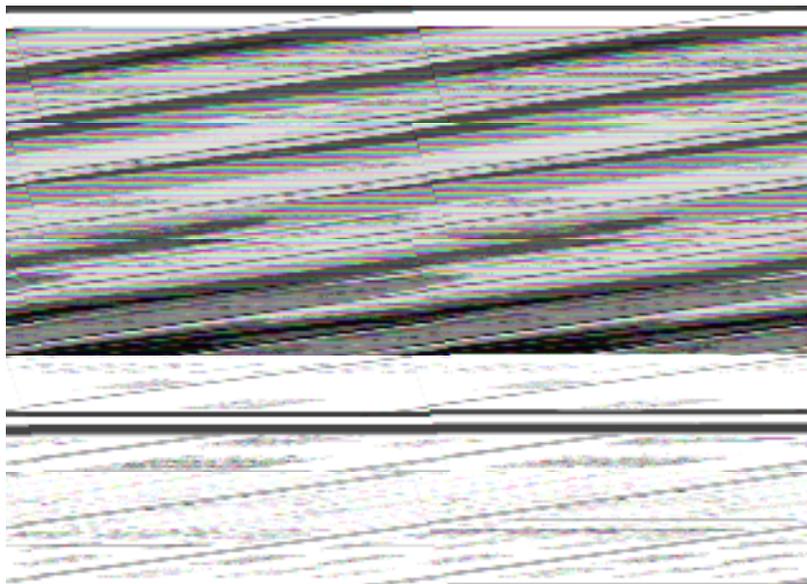
diperlihatkan dengan vektor arus mengarah ke muara. Sedangkan saat muka air mencapai pasang tertinggi, kecepatan arus terlihat melemah dengan kecepatan rata-rata sebesar 0.066 m/s. Arah massa air berbelok menuju Selat Bangka (Gambar 4).

Pada kondisi MSL menuju surut terendah (Gambar 5), massa air bergerak dari muara-muara sungai menuju perairan Selat Bangka dengan kecepatan maksimum 0.7546 dan rata-rata kecepatan sebesar 0.2146 m/s.

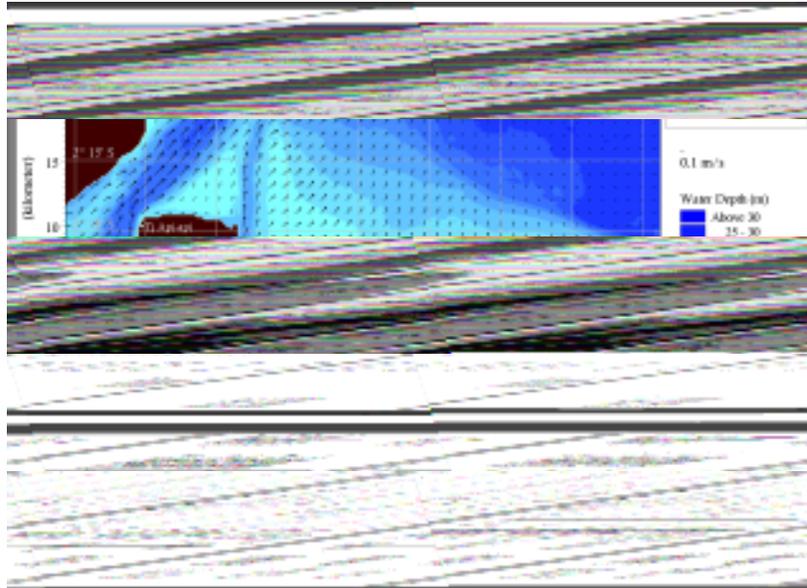
Selanjutnya arus kembali melemah saat mencapai kondisi surut terendah, dimana kecepatan rata-rata mencapai 0.0962 m/s dengan arah arus mulai berbelok menuju menuju muara-muara sungai (Gambar 6).



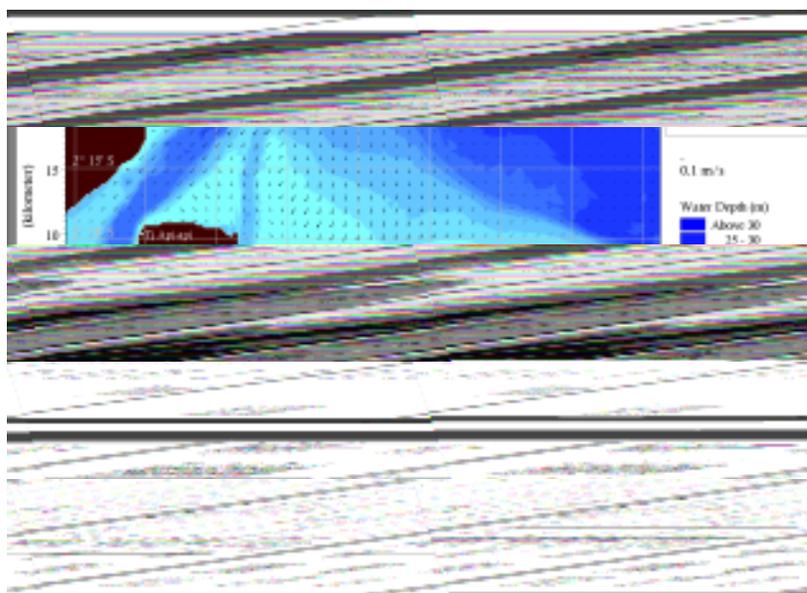
Gambar 3. Hasil simulasi pola arus saat MSL menuju pasang tertinggi



Gambar 4. Hasil simulasi pola arus saat pasang tertinggi



Gambar 5. Hasil simulasi pola arus saat MSL menuju surut terendah.



Gambar 6. Hasil simulasi pola arus saat surut terendah

IV. KESIMPULAN

Pola arus yang dihasilkan dari simulasi menunjukkan pola yang hampir sesuai dengan kondisi lapangan, yakni pada saat pasang massa air memasuki muara dan saat surut massa air meninggalkan muara. Kondisi ini diperkuat dengan hasil validasi pasut dan arus di Tanjung Buyut yang memperlihatkan pola yang mirip dengan data lapangan. Rata-rata perbedaan hasil

pengukuran dengan hasil simulasi untuk elevasi muka air laut sebesar 1 cm sedangkan rata-rata perbedaan kecepatan arus 0.04 m det^{-1} . Berdasarkan hasil simulasi model pola arus juga menunjukkan bahwa pola arus di perairan pesisir Banyuasin lebih didominasi oleh pasang surut.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, VT. 1989. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [DHI] Danish Hydraulic Institute. 2007. *Hydrodynamic Module, Scientific Documentation*. MIKE 21 Coastal Hydraulics and Oceanography. DHI Software.
- [DKP] Departemen Kelautan dan Perikanan. 2001. *Coastal Zone Area Optimisation Desain for Development of Brakish-water Pond*. SPL-OECF. Directorate General Fisheries, Department of Fisheries and Marine Affairs. Jakarta.
- Dronkers, J.J. 1964. *Tidal Computations in Rivers and Coastal Waters*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Pond, S and George L. Pickard. 1983. *Introductory Dynamical Oceanography 2nd Edition*. Pergamon Press.
- Ramming, H. G. and Z. Kowalik. 1980. *Numerical Modelling of Marine Hydrodynamics Applications to Dynamic Physical Processes*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Tsanis, et al. 2007. *Environmental Hydraulics : Hydrodynamic and Pollutant Transport Modelling of Lakes and Coastal Waters*. Elsevier Science Publishing Company. Amsterdam, The Netherlands.
- USACE. 2005. *User's Guide to RMA2 WES Version 4.5*. U.S Army Corps of Engineers. Waterways Experiment Station (WES) Coastal and Hydraulics Laboratory