

PEMODELAN RIP CURRENT MENGGUNAKAN MODEL GELOMBANG TIPE BOUSSINESQ (WILAYAH KAJIAN : PANTAI KLAYAR JAWA TIMUR)

Rani Deskaranti, Indra Budi Prasetyawan, Kunarso

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698

Email :deskaranti15@gmail.com

Abstrak

Wisata pantai merupakan salah satu jenis wisata yang paling diminati oleh wisatawan di Indonesia. Namun, wisata pantai memiliki resiko kecelakaan yang tinggi. Jumlah korban wisatawan yang terseret arus dapat meningkat setiap tahunnya. Hal ini, dikarenakan kurangnya pengetahuan mengenai kondisi pantai yang dikunjungi. Pantai Klayar merupakan salah satu pantai wisata di Jawa Timur yang termasuk ramai dikunjungi wisatawan karena keindahannya. Namun, terhitung dari tahun 2011 hingga 2016 jumlah korban kecelakaan yang terseret arus mencapai 30 orang. Arus balik atau *rip current* yang menyeret para korban ke tengah laut, sangat berbahaya bila diamati secara langsung di lapangan. Untuk itu, dapat dilakukan pendekatan lain seperti melalui pendekatan pemodelan numerik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mensimulasikan dan menganalisis *rip current* di Pantai Klayar Jawa Timur melalui pemodelan numerik. Materi yang digunakan adalah peta batimetri tahun 2002, data angin tahun 2005-2016, *Damping Layer* dan *Wave Maker* dari BOUSS-2D dan citra Google Earth tahun 2015. Pemodelan numerik dilakukan menggunakan modul BOUSS-2D untuk mengetahui simulasi pola pergerakan *rip current*. Modul ini berkerja berdasarkan persamaan Boussinesq. Simulasi dilakukan selama 4 musim, yaitu musim barat, musim peralihan I, musim timur dan musim peralihan II. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pola pergerakan *rip current* di tiap musim nya berbeda-beda dikarenakan tinggi gelombang yang ada berbeda-beda. Simulasi model menunjukkan kecepatan *rip current* akan semakin berkurang ketika bergerak semakin jauh menuju laut lepas. Selain itu, semakin besar tinggi gelombang yang terjadi di suatu perairan, akan mempengaruhi besarnya kecepatan dan pola *rip current*.

Kata Kunci: *Rip Current*, Pemodelan, BOUSS-2D, Pantai Klayar

Abstract

Beach has been one of the most favourite destination on holiday in Indonesia. However, beach has a high risk of accident for tourists. The number of victims that swept away by the current could increase within a year. This accident may caused by the less understanding of visitors about the potential risk at the beach. Klayar Beach is one of the most beautiful beach in East Java. However, the number of victims were carried away to the shore are 30 people in 2011 to 2016. Rip current that flew back to the ocean is very dangerous if measured directly at the beach. Therefore, a numerical modeling could be a solution of this study using a Boussinesq type wave model. The aim of the study is to simulate and analyze rip current in Klayar Beach East Java using a numerical modeling. The material used is bathymetry map of 2002, wind data in 2005-2006, *Damping Layer* and *Wave Maker* from BOUSS-2D also a Google Earth satellite images in 2015. BOUSS-2D is a module for numerical modeling to know a simulation pattern of rip currents flow. This module was made based on a Boussinesq equation. The simulation was divided in 4 times due to the seasons. Based on the simulation showed that patterns of rip currents flow in each seasons are different caused by a different wave height. Simulation showed that the velocity of rip current could decreased when it flow away to the ocean. Then, it can be concluded that the higher the wave in the ocean would increased a velocity of rip current and differentiate a flow of rip current.

Keywords: Rip Current, Modeling, BOUSS-2D, Klayar Beach

PENDAHULUAN

Wisata pantai merupakan salah satu jenis wisata yang paling diminati oleh wisatawan di Indonesia. Namun, wisata pantai memiliki resiko kecelakaan yang tinggi. Kurangnya pengawasan di pantai dan sedikitnya pemahaman tentang bahaya pantai seperti wisatawan yang terseret arus hingga ke tengah laut, menjadikan perlu adanya informasi lebih mengenai bahaya pantai seperti informasi mengenai arus balik dari pantai menuju laut yang disebut dengan *rip current* (Kusmanto dan Setyawan, 2011).

Pantai Klayar merupakan salah satu pantai wisata yang berada di Kecamatan Donorejo, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur. Pantai ini memiliki hamparan pasir yang putih dengan batu karang yang menyerupai Sphinx dan karang bolong yang dapat menimbulkan suara bila terkena hempasan ombak. Fenomena yang ada di pantai ini dikenal dengan sebutan seruling laut. Keindahan Pantai Klayar inilah yang membuat banyak wisatawan tertarik untuk berwisata di pantai tersebut (Santoso, 2009).

Menurut data dari Dinas Pariwisata Kabupaten Pacitan tahun 2015, jumlah kunjungan wisatawan di Pantai Klayar semakin meningkat tiap tahunnya tercatat dari tahun 2008 hingga tahun 2014. Pada tahun 2014 jumlah kunjungan wisatawan di Pantai Klayar mencapai 156.655 orang. Namun, jumlah korban wisatawan yang terseret arus hingga tenggelam juga tidak sedikit. Terhitung dari tahun 2011 hingga 2016 jumlah korban kecelakaan pantai karena terseret *rip current* adalah 30 orang. Berdasarkan uraian di atas perlu adanya studi mengenai potensi terjadinya *rip current* di Pantai Klayar.

Rip current merupakan arus balik dari pantai menuju ke laut yang dikenal memiliki kecepatan yang tinggi. Menurut Triatmodjo (1999), *rip current* terjadi karena adanya variasi sepanjang pantai dan tinggi gelombang pecah. *Rip current* terdiri dari beberapa bagian arus, yaitu arus pengisi, leher arus dan kepala arus. Kecepatan *rip current* dapat mencapai 1 m/s bahkan hingga 2 m/s. Arus ini dapat melebar hingga 61-762 m, namun umumnya memiliki lebar kurang dari 9 m. Interaksi yang kompleks antara gelombang, arus, dan morfologi pantai dapat membentuk *rip current* (Ghorbani dan Rasulyjanny, 2012). Hal ini menjadikan *rip current* dapat ditinjau melalui hubungan antara gelombang yang datang ke pantai dengan morfologi pantai. Kedua hal yang berpengaruh terhadap kemunculan *rip current* ini dapat dilihat melalui pemodelan secara numerik. Pemodelan akan menggambarkan bagaimana kemunculan *rip current* di pantai.

Menurut Demirbilek, et. al. (2005), pemodelan yang memungkinkan untuk menampilkan kenampakan *rip current* yaitu melalui pemodelan gelombang yang berdasarkan persamaan Boussinesq. Persamaan Boussinesq merupakan salah satu persamaan yang digunakan secara numerik untuk menganalisis fenomena di perairan dangkal yang dekat dengan pesisir. Pendekatan persamaan Boussinesq untuk gelombang mengacu pada kecepatan arus horizontal dan vertikal. Penyelesaian numerik persamaan ini dapat dilakukan dengan menggunakan modul BOUSS 2D dalam perangkat lunak Surface Water Modeling System (SMS). Studi ini akan berfokus pada prediksi kemunculan *rip current* yang terjadi di Pantai Klayar. Pengetahuan akan kemunculan *rip current* ini dapat ditelusuri melalui keterkaitan antara gelombang yang datang menuju pantai dengan morfologi pantai di perairan tersebut yang akan mempengaruhi terjadinya *rip current*. Kemunculan *rip current* dianalisis melalui aplikasi SMS (Surface Water Modeling System) dengan modul BOUSS-2D. Pemodelan yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pemantauan potensi kemunculan *rip current* di perairan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensimulasikan dan menganalisis *rip current* di Pantai Klayar, Jawa Timur melalui pemodelan numerik. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengumpulan data dan tahapan pemodelan. Pengumpulan data dilakukan pada Mei 2016. Pengolahan data secara modeling dilaksanakan pada bulan Agustus 2016 yang dilakukan di Laboratorium Komputasi, Jurusan Ilmu Kelautan.

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu Peta Rupa Bumi Indonesia Publikasi Badan Informasi Geospasial (BIG) skala 1:250000, Peta Batimetri Dinas Hidro-Oseanografi (DISHIDROS) tahun 2002 skala 1:250000, Data *Damping Layer* dan *Wave Maker* dari SMS BOUSS 2-D, Data angin tahun 2005 – 2016 dari European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), dan Citra Google Earth Perakaman Tahun 2015.

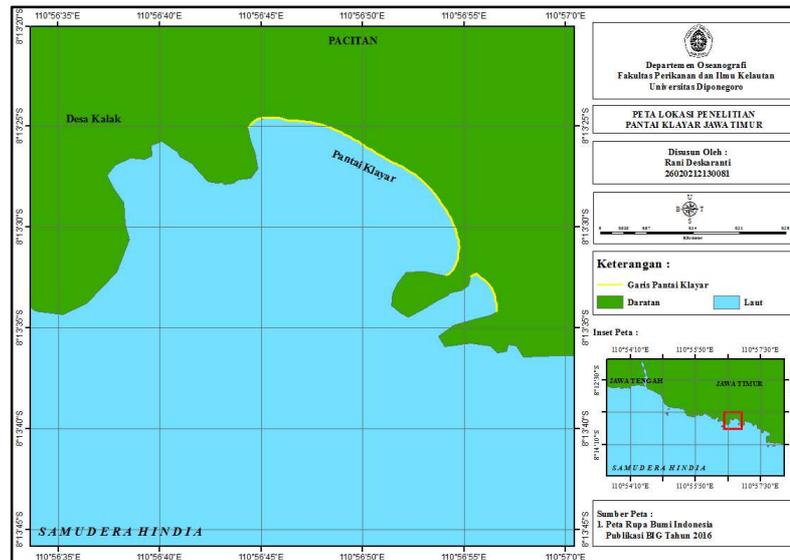
Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan melakukan pemodelan. Pemodelan dibagi menjadi tiga tahap, yaitu *pre-processing* model, *processing* model dan *post-processing* model. Tahapan *pre-processing* model merupakan tahap awal dalam pembuatan model seperti mempersiapkan data inputan, seperti pengolahan batimetri dan ekstraksi garis pantai. Tahap

processing model merupakan tahap memasukan inputan dan persiapan untuk menjalankan model. Tahapan post-processing model merupakan tahap akhir pemodelan yang dilakukan untuk menginterpretasikan hasil model.

Metode Penentuan Lokasi

Lokasi penelitian ditentukan dengan analisis visual melalui pengamatan kondisi wilayah secara langsung di lapangan dan pengamatan visual melalui bantuan citra satelit. Citra satelit yang digunakan yaitu berasal dari Google Earth. Pengamatan secara visual dilakukan dengan melihat keadaan morfologi pantai dan kehadiran *rip current*. Lokasi penelitian yang digambarkan pada Gambar 1. berada di Pantai Klayar, Desa Kalak, Kecamatan Donorejo, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur. Wilayah ini memiliki batas koordinat yaitu 8°13'25.05" LS - 8°13'34.62" LS dan 110°56'44.28" BT - 110°56'56.56" BT.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data yang dilakukan berupa pengolahan data angin dan pembuatan model. Data angin diperlukan untuk melakukan peramalan gelombang. Peramalan gelombang yang dilakukan menggunakan metode SMB (Sverdrup Munck Bretschneider) untuk mendapatkan nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s). Data angin yang digunakan adalah data tahun 2005-2016 yang diperoleh dari ECMWF. Data angin yang telah diolah dapat digunakan untuk menentukan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode signifikan (T_s), yaitu (Triatmodjo, 1999):

$$n = 33,3\% \times \text{jumlah data} \tag{1}$$

$$H_s = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n} \tag{2}$$

$$T_s = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{n} \tag{3}$$

Keterangan:

- H_s : tinggi gelombang signifikan (m)
- T_s : periode gelombang signifikan
- $H_1 \dots n$: tinggi gelombang 1, 2, ..., n (m)
- $T_1 \dots n$: periode gelombang 1, 2, ..., n (m)
- n : jumlah data

Nilai H_s dihitung dari 33,3% tinggi gelombang tertinggi dan T_s dihitung dari 33,3% periode gelombang terbesar. Data tinggi gelombang dan periode signifikan ini digunakan sebagai masukan pada pemodelan.

Pemodelan *rip current* dalam penelitian ini menggunakan *Software Surface-Water Modeling System (SMS) 10.0* modul BOUSS-2D. Modul ini bekerja berdasarkan persamaan Boussinesq yang dapat digunakan untuk memodelkan berbagai macam fenomena transformasi gelombang di perairan dangkal seperti gelombang pecah. Menurut Nwogu dan Demirbilek (2001), persamaan Boussinesq merupakan persamaan yang terintegrasi oleh kedalaman yang terdiri dari konservasi massa dan momentum pada gelombang nonlinear di perairan dangkal dan menengah. Dalam pengembangan persamaan ini, pada gelombang yang periodenya pendek, kecepatan horizontal tidak lagi sama di tiap kedalaman dan memiliki tekanan nonhidrostatik. Profile vertikal pada pola aliran diperoleh dari pengembangan kecepatan potensial (Φ). Asumsi elevasi di kolom air menggunakan bantuan deret Taylor (z_a). Pada panjang gelombang (L) yang lebih panjang dari kedalaman perairan (h), deret tersebut dapat disingkat di orde dua dan menghasilkan variasi kuadrat dari kecepatan potensial terhadap kedalaman.

$$u_f = (h+\eta) \left\{ u_a + \left[(z_a+h) - \frac{(h+\eta)}{2} \right] [\nabla(u_a \cdot \nabla h) + (\nabla \cdot u_a) \nabla h] + \left[\frac{(z_a+h)^2}{2} - \frac{(h+\eta)^2}{6} \right] \nabla(\nabla \cdot u_a) \right\} \quad (4)$$

Keterangan :

- u_f : Densitas volume flux
- h : Kedalaman perairan
- η : Elevasi muka air
- u_a : Kecepatan horizontal
- z_a : Variabel Deret Taylor

(Nwogu dan Demirbilek, 2001).

Pemodelan dibagi menjadi tiga tahap, yaitu *pre-processing* model, *processing* model dan *post-processing* model. Tahapan *pre-processing* model merupakan tahap awal dalam pembuatan model seperti mempersiapkan data inputan, seperti pengolahan batimetri dan ekstraksi garis pantai. Batimetri diolah dengan melakukan digitasi di tiap kedalaman yang dibantu oleh perangkat lunak ArcGIS 10.0. Sebelum diolah untuk dijadikan sebagai data inputan model, data batimetri dikonversikan menjadi format data Shoals Files (*.pts). Data garis pantai dibuat dengan melakukan digitasi dari peta batimetri yang dibantu oleh perangkat lunak ArcGIS 10.0. Data garis pantai yang telah didigitasi dikonversikan menjadi format data Coastline (*.cst).

Tahap *processing* model merupakan tahap memasukan inputan dan persiapan untuk menjalankan model. Pada tahap ini, domain model harus disesuaikan dengan lokasi di lapangan. Pemodelan Boussinesq menggunakan cartesian grid sebagai domain nya. Fungsi dari cartesian grid adalah sebagai dasar dari pemodelan numerik Boussinesq yang mencakup lautan dan daratan. Grid ini berbentuk persegi dengan sumbu x dan y yang masing-masing bernilai 10 meter. *Wave maker* merupakan kondisi batas dan dipilih dari *cellstrings* yang diasumsikan sebagai lokasi gelombang datang. Lokasi ditematkannya *wave maker* idealnya harus berada di kedalaman yang konstan dan berbatasan langsung dengan laut lepas. *Damping* merupakan bagian dari kondisi batas yang berfungsi sebagai lapisan peredam gelombang yang meninggalkan area model. *Damping* mencegah kembalinya gelombang yang sudah meninggalkan area agar tidak terjadi gelombang insiden. Letak dari *damping* dapat diatur sepanjang batas area model dimana gelombang dibutuhkan untuk diserap.

Hasil simulasi model BOUSS-2D akan menghasilkan delapan data set dimana enam dari data set tersebut yang berbentuk skalar menggambarkan hasil dari *Mean Water Level*, *Mean Wave Direction*, *Significant Wave Height*, animasi dari *Breaking Waves*, *Velocity Magnitude* dan *Water Surface Elevation*. Dua data set lainnya yang berbentuk vektor adalah *Mean Velocity* dan *Velocity Animation*. Hasil simulasi tersebut agar dapat terlihat jelas harus diatur tampilannya sesuai dengan kebutuhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peramalan Gelombang

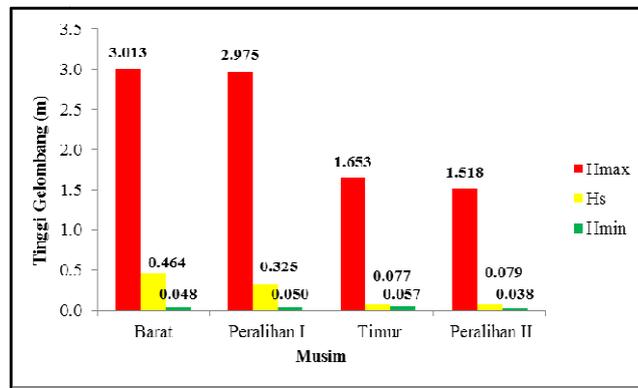
Hasil peramalan gelombang dengan metode SMB didapatkan nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) dan tinggi gelombang signifikan (T_s) pada musim barat, musim peralihan I, musim timur dan musim peralihan II. Hasil peramalan yang ditampilkan dalam Tabel 1 menunjukkan adanya nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) tertinggi, yaitu sebesar 0.464 m dan nilai periode gelombang signifikan (T_s)

tertinggi, yaitu sebesar 5.053 detik. Nilai-nilai yang tertinggi tersebut merupakan hasil peramalan di musim barat.

Tabel 1. Hasil Peramalan Gelombang

Musim	Hs (m)	Ts (detik)
Barat	0.464	5.053
Peralihan I	0.325	2.419
Timur	0.077	0.765
Peralihan II	0.079	1.165

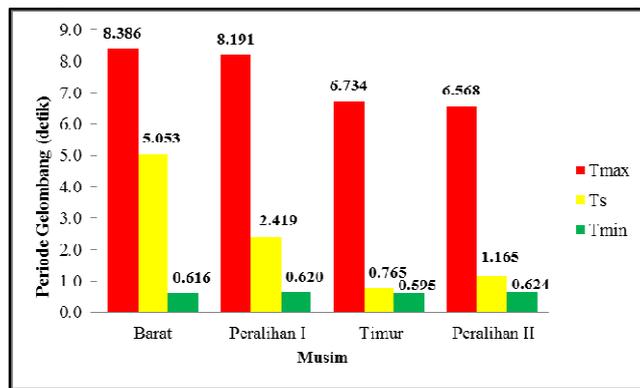
Pengolahan data untuk meramalkan gelombang juga menghasilkan nilai tinggi gelombang maksimum (Hmax), tinggi gelombang minimum (Hmin), periode gelombang maksimum (Tmax), dan periode gelombang minimum (Tmin) selama 11 tahun di tiap musim (Gambar 2 dan Gambar 3), yaitu :



Gambar 2. Grafik Tinggi Gelombang Hasil Peramalan Tahun 2005 – 2016.

Tinggi gelombang maksimum (Hmax) tertinggi berada di musim barat, yaitu sebesar 3.013 m (Gambar 2) dan tinggi gelombang maksimum (Hmax) terendah berada di musim peralihan II, yaitu sebesar 1.518 m. Tinggi gelombang signifikan (Hs) tertinggi berada di musim barat dengan nilai 0.464 m dan yang terendah berada di musim timur dengan nilai 0.077 m. Nilai tinggi gelombang minimum (Hmin) yang tertinggi terjadi di musim timur dengan nilai 0.057 m dan tinggi gelombang minimum (Hmin) terendah terjadi di musim peralihan II dengan nilai 0.038 m.

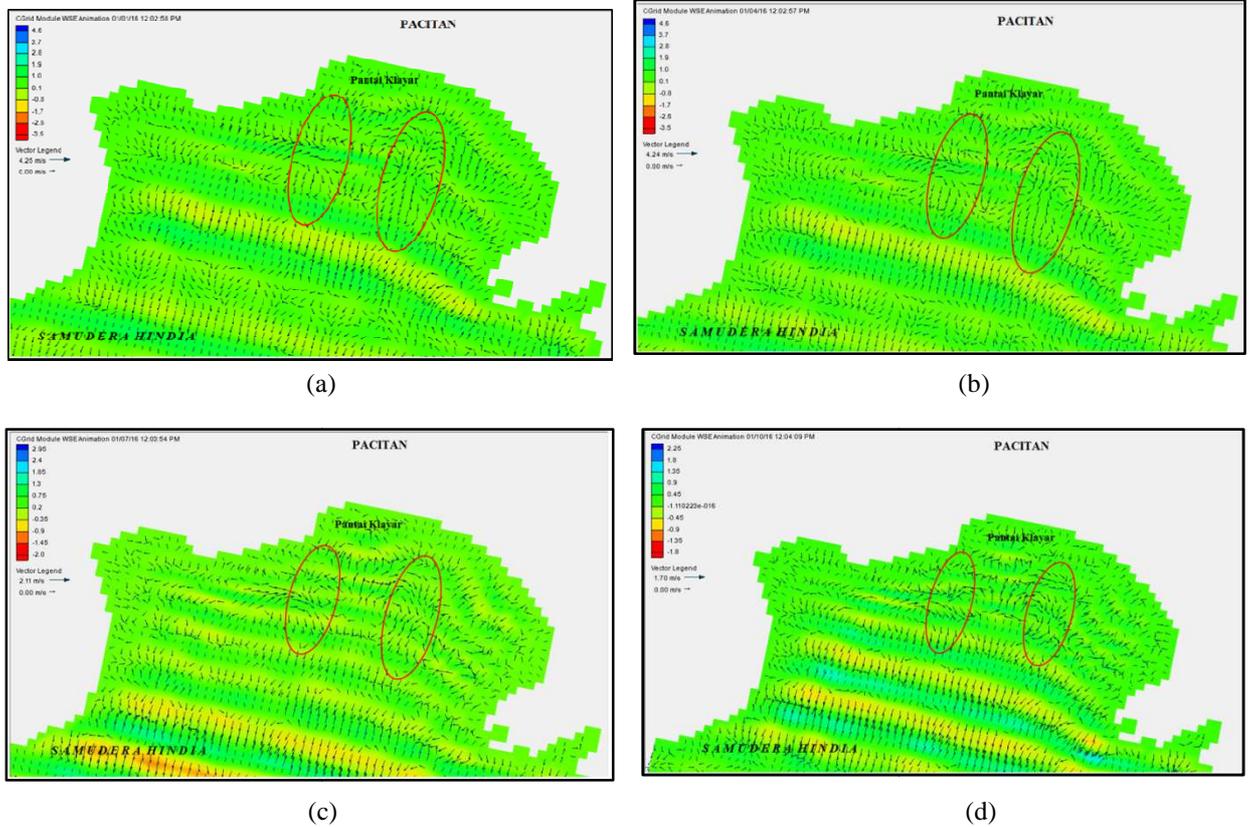
Periode gelombang tiap musim ditampilkan pada Gambar 3. Periode gelombang maksimum (Tmax) yang tertinggi terjadi di musim barat dengan nilai 8.386 detik dan yang terendah terjadi di musim peralihan II sebesar 6.568 detik. Periode gelombang signifikan (Ts) yang tertinggi memiliki nilai 5.053 detik terjadi di musim barat dan di musim timur memiliki nilai Ts paling rendah, yaitu sebesar 0.765 detik. Nilai periode gelombang minimum (Tmin) yang tertinggi yaitu 0.624 detik terjadi di musim peralihan II, sedangkan nilai Tmin yang terendah terjadi di musim timur dengan nilai 0.595 detik.



Gambar 3. Grafik Periode Gelombang Hasil Peramalan Tahun 2005 – 2016.

Simulasi Model Rip Current

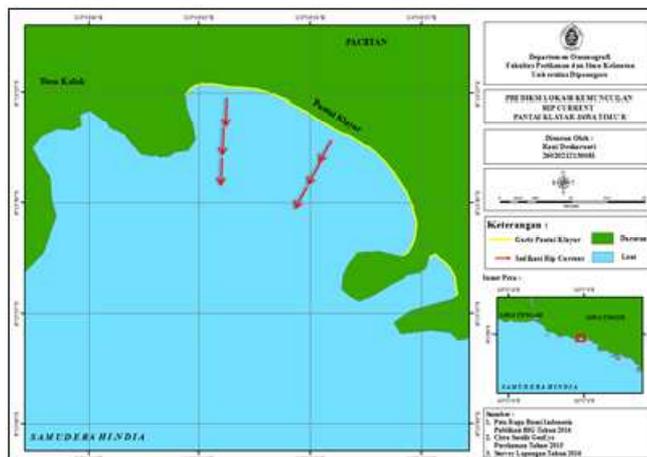
Pemodelan *rip current* menggunakan *software* Surface-Water Modeling System (SMS) 10.0 modul BOUSS-2D. Input model yang digunakan yaitu nilai tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan yang nilainya berbeda-beda berdasarkan musim, yaitu musim barat, musim peralihan I, musim timur dan musim peralihan II. Hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Simulasi Model *Rip Current*(a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II

Prediksi Lokasi Kemunculan *Rip Current*

Berdasarkan hasil pengamatan terdapat kemunculan *rip current* yang serupa dengan hasil simulasi model. Gambar 5 dapat menjelaskan prediksi lokasi *rip current* di Pantai Klayar. Lokasi ini didapatkan melalui pengamatan melalui citra akan kenampakan *rip current* yang kemudian disesuaikan dengan kondisi saat pengamatan di lapangan.terdapat dua indikasi jalur *rip current* di bagian tengah pantai.



Gambar 5. Prediksi Lokasi Kemunculan *Rip Current* Pantai Klayar Jawa Timur.

Pembahasan

Angin di laut umumnya menjadi sebab terbentuknya gelombang sehingga data angin dapat dijadikan parameter dalam melakukan peramalan gelombang. Menurut Retnowati, et. al. (2012), *rip current* dapat muncul di beberapa lokasi secara bersamaan akibat gelombang datang dan adanya angin dari laut menuju darat. Berdasarkan hasil peramalan gelombang yang disajikan dalam Tabel 1, tinggi gelombang signifikan yang tertinggi terjadi di musim barat, yaitu sebesar 0.464 m. Periode gelombang yang tertinggi juga terjadi di musim barat, yaitu sebesar 5.053 m. Hal ini diperkirakan dapat terjadi karena pada musim barat kecepatan angin yang berhembus lebih besar dibandingkan musim yang lain. Gambar 2 juga menunjukkan tinggi gelombang tertinggi berada di musim barat dengan nilai 3.013 m. Tinggi nya gelombang dapat mempengaruhi jangkauan swash menjadi semakin jauh sehingga mempengaruhi ukuran panjang *rip current*. Hal ini sesuai dengan penjelasan dalam NOAA (2004), bahwa kecepatan *rip current* akan meningkat seiring dengan meningkatnya tinggi gelombang. Gambar 3 juga menjelaskan periode gelombang tertinggi terjadi di musim barat.

Hasil simulasi model digambarkan melalui Gambar 2. Gambar 4(a) merupakan simulasi model *rip current* musim barat. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dilihat aliran vektor arus yang mengalir dari laut lepas menuju perairan dan kembali lagi menuju laut lepas. Indikasi pola aliran *rip current* pada musim barat terlihat berada di bagian tengah pantai. Nilai kecepatan arus yang paling besar mencapai hingga 4.25 m/s yang dapat diperkirakan bahwa arus balik yang terjadi memiliki kisaran kecepatan hingga 4.25 m/s. Gambar 4(b) menjelaskan simulasi model *rip current* yang terjadi di musim peralihan I. Hasil simulasi ini menunjukkan adanya pergerakan vektor yang mengalir kembali menuju laut lepas juga terdapat di bagian tengah pantai seperti yang terjadi di musim barat. Perkiraan kecepatan arus juga nilainya hampir sama dengan kecepatan arus di musim barat, yaitu 4.24 m/s. Pola pergerakan *rip current* dan nilai kecepatan yang hampir sama dengan musim barat dapat dikarenakan kondisi angin dan gelombang musim barat dan musim peralihan I tidak jauh berbeda.

Gambar 4(c) memperlihatkan simulasi model *rip current* pada musim timur. Indikasi pola *rip current* yang terjadi berada di bagian tengah pantai. Namun, bila diperhatikan secara seksama, pergerakan arus di musim timur terlihat berbeda dibandingkan di musim sebelumnya. Hal ini dapat diperkirakan karena adanya perbedaan besar tinggi gelombang tiap musimnya. Musim timur memiliki nilai kecepatan vektor arus mencapai 2.11 m/s. Gambar 4(d) menunjukkan simulasi model *rip current* pada musim peralihan II. Musim ini memiliki pola *rip current* yang lokasinya hampir sama seperti yang terjadi di musim timur. Pola aliran vektor *rip current* di musim peralihan II terlihat lebih tidak beraturan dibandingkan dengan aliran vektor arus di musim timur. Hal ini diperkirakan karena nilai kecepatan arusnya lebih kecil, yaitu 1.7 m/s. Kecepatan arus yang lebih kecil ini diperkirakan membuat aliran *rip current* tidak terlalu sempit dibandingkan musim timur.

Berdasarkan hasil simulasi *rip current*, dapat diketahui bahwa kemungkinan terjadinya *rip current* dengan kecepatan tinggi berada di musim barat yang disimulasikan di bulan Januari. Hal ini diperkirakan karena nilai tinggi gelombang dan angin yang berhembus di musim barat lebih besar dibandingkan musim lainnya. Selain itu, dapat dilihat bahwa pergerakan *rip current* terjadi di dekat pinggir pantai yang memiliki kedalaman perairan yang berbeda. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ghorbani dan Rasulyamany (2012), bahwa *rip current* terjadi ketika gelombang yang menuju pantai terakumulasi oleh kedalaman dan tinggi gelombang yang berbeda, sehingga terdapat pergerakan air yang kembali ke laut. Nilai kecepatan *rip current* terlihat lebih besar dibagian aliran arus (*rip neck*) dan akan semakin melemah ketika semakin jauh menuju laut lepas (*rip head*).

Berdasarkan hasil peta kenampakan *rip current*, terlihat adanya indikasi *rip current* secara visual. Kenampakan *rip current* terlihat di tengah pantai dan di bagian sisi kiri Pantai Klayar yang berbentuk teluk. Hasil kenampakan *rip current* secara visual tersebut juga menggambarkan bahwa letak *rip current* selalu bergerak dari satu titik ke titik yang lain. Hal ini dapat menjelaskan bahwa lokasi *rip current* tidak dapat dipastikan berada di suatu tempat yang pasti tetapi dapat dikatakan bahwa di sepanjang lokasi pantai tersebut ada kemungkinan terjadi arus balik ini.

Gambar 5 menunjukkan kenampakan indikasi *rip current* yang terjadi di Pantai Klayar. Tanda panah merah yang ada di gambar menunjukkan pergerakan *rip current* dari pantai menuju ke laut. Lokasi munculnya *rip current* dapat dikarenakan adanya *sand bar*. Letak *sand bar* dapat mempengaruhi terbentuknya *rip current* karena mengakibatkan perbedaan kedalaman perairan. Selain itu, morfologi Pantai Klayar yang berbentuk teluk juga berpengaruh cukup besar akan pembentukan *rip current*.

Rip current di Pantai Klayar telah memakan cukup banyak korban wisatawan di pantai tersebut. Terjadinya peristiwa ini diperkirakan karena kurangnya informasi mengenai fenomena *rip current* dan kurangnya edukasi bagaimana menyelamatkan diri bila terseret arus ini. Seperti yang dijelaskan dalam Kusmanto dan Setyawan (2011), bahwa bahaya *rip current* hanya dapat dirasakan bagi individu yang berhubungan langsung dengan *rip current* sehingga diperlukan pengetahuan cara pencegahan di tiap individu agar dapat menyelamatkan diri sendiri. Salah satu cara pencegahan yaitu dengan meningkatkan

kewaspadaan, sehingga perkiraan lokasi *ripcurrent* ini dapat dijadikan acuan dalam informasi *rip current* di Pantai Klayar.

KESIMPULAN

Rip current dapat dianalisis melalui pemodelan numerik karena dapat menggambarkan kemungkinan terjadinya *rip current* di masa mendatang dan dapat memudahkan pemantauannya. Pemodelan *rip current* dilakukan dengan menggunakan inputan tinggi dan periode gelombang yang didapatkan dari peramalan gelombang menggunakan metode SMB. Simulasi model numerik menunjukkan bahwa *rip current* bergerak dari pinggir pantai dan kembali lagi ke laut lepas dengan kecepatan yang besar. Terbentuknya *rip current* dipengaruhi oleh adanya perbedaan kedalaman dan tinggi gelombang. Hasil simulasi menunjukkan semakin besar tinggi gelombang yang terjadi di suatu perairan, akan mempengaruhi besarnya kecepatan dan pola *rip current*.

DAFTAR PUSTAKA

- Demirbilek, Z., A. Zundel and O. Nwogu. 2005. *BOUSS-2D Wave Model in SMS: Tutorial with Examples*. US Army Corps of Engineers.US.
- Ghorbani, A. and A. Rasulyjarnany. 2012. *The Modelling of Rip Channel in Creation of Rip Currents*. Indian J. Sci. Technol., 5(4): 2529-2533.
- Kusmanto, E. dan Setyawan, W. B. 2011. *Arus Rip di Teluk Parigi dan Pantai Pangandaran*. Ikatan Sarjana Oseanografi Indonesia, Jakarta.
- NOAA. 2004. *Rip Currents*. United States Department of Commerce.US.
- Nwogu, O.G dan Z. Demirbilek. 2001. *BOUSS-2D: A Boussinesq Wave Model for Coastal Regions and Harbors*. US Army Corps of Engineers.US.
- Retnowati, A., M.A. Marfai dan J.T. S. Sumantyo. 2012. *Rip Currents Signatures Zone Detection on ALOS PALSAR Image at Parangtritis Beach, Indonesia*. J. Geog., 44(1):12-27.
- Santoso, J. 2009. *Potensi dan Pengembangan Obyek Wisata Pantai Klayar di Kabupaten Pacitan*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.