

**PEMETAAN DAN PEMODELAN *RIP CURRENT* PADA KAWASAN WISATA
PANTAI TELUK POPOH TULUNGAGUNG JAWA TIMUR**

***MAPPING AND MODELLING OF RIP CURRENT IN THE BEACH TOURISM
AREA OF POPOH BAY, TULUNGAGUNG, EAST JAVA***

Mochamad Arif Zainul Fuad^{1*)}, Christian Harel¹⁾, dan M. Furqon Azis Ismail²⁾

¹⁾Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur

Email : fuad_maz@ub.ac.id

²⁾Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jakarta

Registrasi: 24 Januari 2023; Diterima setelah perbaikan: 5 Maret 2023;

Disetujui terbit: 15 Maret 2023

ABSTRAK

Wilayah pantai merupakan area yang biasa digunakan oleh para wisatawan untuk rekreasi. Namun, kasus kecelakaan pada wilayah pantai sendiri masih sangat tinggi yang mana salah satu faktor penyebabnya adalah *rip current*. Berdasarkan data dari Kantor Desa Besole, Kecamatan Besuki, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur bahwa terdapat 23 kasus korban terbawa arus dari tahun 2002 – 2012. Maka dari itu, diperlukan adanya observasi maupun prediksi terhadap kemunculan *rip current* pada Teluk Popoh. Penelitian ini bertujuan untuk menduga titik lokasi potensi kemunculan *rip current*; mengetahui karakteristik dan tipe *rip current*; dan mengetahui pengaruh parameter oseanografi terhadap potensi kemunculan *rip current* pada kawasan wisata Teluk Popoh. Data yang digunakan adalah data angin, gelombang, batimetri, pasang surut, kemiringan pantai, foto udara, dan citra satelit *Digital Globe*. Penelitian dilakukan dari tanggal 19 Desember 2019 hingga 14 Februari 2020 yang terdiri dari survei lokasi; pengambilan data batimetri, pasang surut, dan foto udara di lapang; pengolahan data primer dan sekunder. Identifikasi potensi kemunculan *rip current* dilakukan secara visual melalui citra satelit *Digital Globe*, foto udara dan pemodelan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa lokasi indikasi kemunculan *rip current* jika diidentifikasi berdasarkan ciri – cirinya. Selain itu, titik lokasi dan waktu kemunculan serta karakteristik dari *rip current* pada Teluk Popoh bervariasi tergantung pada faktor – faktor yang mempengaruhinya seperti perubahan musim, tinggi gelombang, kemiringan pantai, batimetri, keberadaan *beach cusps*, bentuk pantai, dan tipe pantai.

Kata Kunci: *Digital Globe*, foto udara, pemodelan, *RIP current*.

ABSTRACT

The beach is an area that is commonly used by tourists for recreation. However, cases of accident in the beach area are still very high which is one of the cause factor is rip current. Based on data from the Besole Village Administration Office, Besuki, Tulungagung, East Java, there were 23 cases that swept away by rip current in Popoh Bay from 2002 to 2012. Therefore, observation and prediction

of rip current potential in Popoh Bay are needed. This study aims to predict the location of rip current potential; to know the characteristics and types of rip current; and to know the effect of oceanographic parameters to the rip current potential in the Popoh Bay tourism area. The data used are wind data, waves, bathymetry, tides, beach slope, aerial photographs and Digital Globe satellite imagery. The study was held from 19 December 2019 to 14 February 2020 which consisted of a location survey; bathymetry, tides and aerial photographs data collection in the field; primary and secondary data processing. Rip current potential is identified visually through Digital Globe satellite imagery, aerial photos and modeling. The results showed that there were several locations indicating the rip current potential if it identified based on the characteristics. In addition, the location and time of occurrence as well as the characteristics of rip current in Popoh Bay may vary depending on the factors that affect it such as seasonal changes, wave height, beach slope, bathymetry, beach cusps, beach shape, and beach type.

Keywords: *Aerial photo, Digital Globe, modelling, RIP current identification.*

1. PENDAHULUAN

Kawasan pantai merupakan salah satu daerah wisata yang sering diminati oleh para wisatawan, tetapi memiliki tingkat risiko tinggi terjadinya kecelakaan. Sucipto (2010) menyatakan bahwa arus laut yang berisiko tinggi menyebabkan terjadinya kecelakaan di perairan pantai, utamanya yang berbentuk teluk, adalah arus rip. Pantai – pantai yang memiliki bentuk teluk ini banyak terdapat di Pulau Jawa dan Bali. Karakteristik pantai dan kondisi hidrooseanografi yang ada di suatu wilayah secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi kemunculan *rip current*.

Kemunculan *rip current* dapat diprediksi melalui observasi secara langsung dan pemodelan berdasarkan komponen hidro-oseanografi dan karakteristik pantai. Pada penelitian Deskaranti, *et al.* (2017) menyatakan bahwa pemodelan yang memungkinkan untuk mengetahui kemunculan *rip current* adalah pemodelan numerik. Pengamatan terhadap kemunculan *rip current* juga

dapat dilihat secara visual dan diidentifikasi dengan pendekatan morfologi pantai, morfologi dasar laut, kekeruhan, kondisi gelombang, arus dan batimetri (Kusmanto dan Setyawan, 2013).

Pada wilayah pantai, aktivitas rekreasi para wisatawan merupakan suatu hal yang penting. Oleh karena itu, kehadiran *rip current* adalah sesuatu hal yang perlu diwaspadai karena arus laut ini sering menimbulkan korban jiwa. Kawasan Teluk Popoh berada di Kecamatan Besuki, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur. Astina, *et al.* (2014) menyatakan bahwa Teluk Popoh merupakan teluk yang paling luas di Kabupaten Tulungagung dimana pada teluk ini terdapat pantai – pantai yang dijadikan sebagai pantai wisata. Pada kawasan ini terdapat enam pantai yang terdiri dari Pantai Popoh, Pantai Sidem, Pantai Bayeman, Pantai Klatak, Pantai Gemah dan Pantai Tangkilan. Berdasarkan data dari Pemerintah Desa Besole, Kecamatan Besuki, Kabupaten

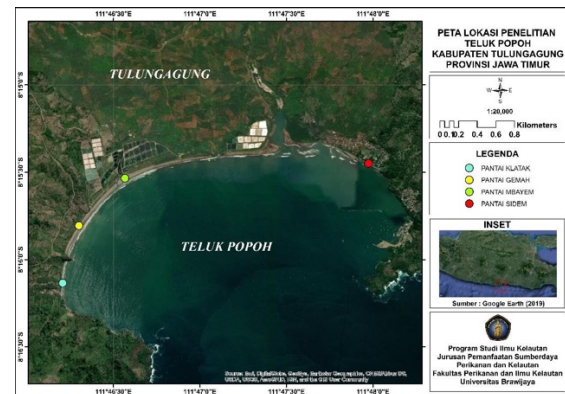
Tulungagung, Jawa Timur bahwa dari tahun 2002 – 2012 terdapat 23 orang yang menjadi korban terseret arus di kawasan Teluk Popoh baik itu korban meninggal dan korban selamat. Dari 6 pantai yang terdapat pada teluk popoh, salah satu pantai yang memiliki karakteristik gelombang yang cukup besar yaitu Pantai Popoh (Pratiwi dan Aswandy, 2015), sedangkan pantai dengan karakteristik gelombang yang tenang yaitu Pantai Gemah (Mandela, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk menduga titik lokasi potensi kemunculan dan karakteristik *rip current* pada Teluk Popoh.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari tanggal 19 Desember 2019 – 14 Februari 2020. Pemilihan waktu penelitian ini selain karena pada periode tersebut merupakan salah satu periode kunjungan wisatawan juga karena berdasarkan penelitian yang dilakukan di pantai selatan P Jawa lainnya misalnya di Pantai selatan Yogyakarta (Pangururan *et al.*, 2015; Mutaqin *et al.* 2021), Pangandaran, Jawa Barat (Rachma, *et al.* 2021) Rip current dapat teridentifikasi pada bulan-bulan tersebut. Kegiatan dilakukan menjadi beberapa tahap yaitu survei lokasi, pengambilan data di lapang dan pengolahan data. Beberapa titik lokasi yang diambil pada penelitian ini adalah Pantai Sidem, Pantai Bayeman, Pantai Gemah, dan Pantai Klatak (Gambar 1). Data yang digunakan pada berupa data primer yaitu data batimetri Teluk Popoh, pasang surut dan foto udara. Sedangkan data sekunder sebagai data pelengkap meliputi citra satelit *Digital*

Globe yang diakses melalui perangkat lunak *Google Earth Pro*; data pasang surut yang diakses dari situs web Badan Informasi



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Pengolahan Data Angin dan Gelombang

Pengolahan data angin dilakukan untuk mendapatkan nilai arah dan kecepatan angin dalam bentuk mawar angin (*wind rose*). Sedangkan pengolahan data gelombang dilakukan untuk mencari nilai H_{maks} , H_{min} , dan H_s . (Triatmodjo, 1999). Pengolahan data angin maupun gelombang dilakukan selama pada keempat musim yaitu Musim Barat, Musim Peralihan I, Musim Timur dan Musim Peralihan II. Data gelombang setiap musim ini diperlukan untuk mengetahui pola umum gelombang yang ada pada lokasi penelitian.

Pengukuran dan Pengolahan Data Kedalaman Perairan

Kegiatan pemeruman untuk mendapatkan data kedalaman dilakukan menggunakan *Single Beam Echosounder* Garmin GPSMAP 585 *Chartplotter* dengan GPS yang digunakan adalah DGPS-WAAS *Enable* dengan akurasi posisi horizontal adalah ± 2.5 meter dan posisi vertikal

adalah ± 0.2 meter. Pemeruman dilakukan dengan mengambil jalur perum tegak lurus garis pantai dengan metode *stratified systematic sampling* (Fuad, 2019) dengan jarak antar lajur sejauh 200 meter. Menurut Triatmodjo (1999) pengukuran kedalaman dengan lajur perum dengan pola tegak lurus terhadap garis pantai dapat menghasilkan data kedalaman yang akurat. Selain itu pemeruman juga melihat kondisi pada saat dilapangan. Pengukuran pasang surut menggunakan alat *tide staff* dengan interval pengukuran adalah setiap 60 menit. Pengolahan pasang surut dilakukan dengan menyetarakan elevasi pasang surut pada data pasang surut BIG dengan data lapang. Kemudian dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai *chart datum*. Adapun beberapa nilai elevasi yang dihitung berdasarkan Fuad, *et al.* (2016) antara lain adalah:

MSL : S0

$$Z0 : \sum_{i=1}^n Ai$$

Keterangan:

MSL = keadaan dimana muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.

Z0 = *chart datum*

Hasil data batimetri juga diolah dengan metode *cross section* sehingga mendapatkan penampang melintang batimetri. Penentuan arah garis *cross section* ditentukan berdasarkan arah datang gelombang dan ditarik ke arah laut sepanjang ± 500 meter. Selanjutnya dari penampang melintang tersebut

dilakukan perhitungan kemiringan pantai berdasarkan Setyawan, *et al.* (2017) yang memiliki rumus kemiringan pantai seperti pada persamaan di bawah ini:

$$S = \frac{(n-1) \times Ic}{\Delta h} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

S = nilai kemiringan lereng (%)

Δh = jarak horizontal (meter)

Ic = interval kontur

n = jumlah kontur

Pengambilan Data Foto Udara

Pengambilan foto udara dilakukan menggunakan *drone* DJI Mavic Pro 1 dengan pada keempat lokasi penelitian. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak *Agisoft Photoscan Professional* dengan melakukan. Pada perangkat lunak ini foto udara selanjutnya dilakukan proses *align photo*, pembuatan *dense cloud*, *mesh*, *texture* dan langkah terakhir adalah *build orthomosaic*. Proses pengolahan foto udara ini juga membutuhkan proses *Ground Control Point* (GCP) untuk melakukan proses koreksi geometrik. Hasil dari proses *orthomosaic* ini adalah ortofoto. Citra yang dihasilkan oleh UAV memiliki ketelitian dan keakuratan yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk pemetaan kebencanaan pesisir (Meiarti, *et al.* 2019)

Identifikasi Rip Current

Proses identifikasi *Rip current* pada citra satelit *Digital Globe* dan foto udara yang direkam menggunakan *drone* DJI Mavic Pro 1 berdasarkan ciri - ciri *rip current*. Adapun terdapat beberapa cara identifikasi *rip current* menurut Leatherman dan Leatherman (2017) jika

menggunakan mata secara langsung adalah sebagai berikut:

- a. Terdapat pergerakan sedimen yang mengarah ke lepas pantai.
- b. Terdapat gerakan dari benda – benda yang mengapung di perairan dan bergerak ke arah lepas pantai.
- c. Terdapat buih – buih air atau *back swash* yang berada pada bagian *rip head*.
- d. Terdapat pola gelombang (*choppiness*) yang tidak biasa.
- e. Terdapat celah diantara gelombang pecah

Pemodelan Rip Current

Pemodelan *rip current* dilakukan pada perangkat lunak *Surface Water Modelling System (SMS)* versi 12.3.5 dengan modul 2D-BOUSS. Pemodelan ini memiliki tiga tahap yaitu tahap *pre-processing*, *processing* dan *pra-processing*.

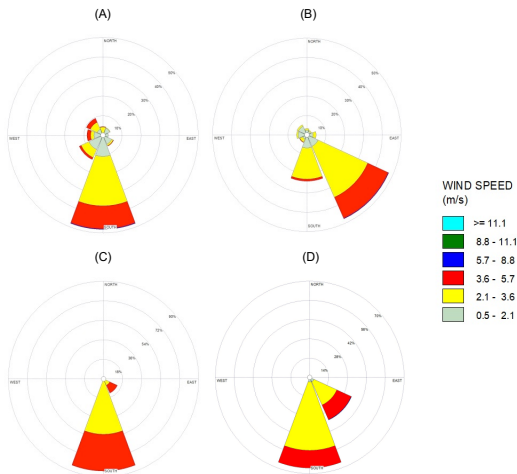
Tahap *pre-processing* merupakan tahapan awal pada pemodelan. Yaitu mempersiapkan data yang akan dijadikan parameter dan kondisi lingkungan yang merupakan masukan dalam pemodelan. Data awal yang di masukkan dalam perangkat lunak ini adalah data batimetri dan data garis pantai. Kemudian pada tahap *processing* dilakukan tahap memasukkan inputan data berupa data gelombang signifikan setiap musimnya dan mulai membuat serta menjalankan model. Pada pemodelan ini, model yang digunakan harus mengikuti kondisi di lapangan sehingga harus menggunakan *Cartesian Grid*. Pada tahap *processing* juga dilakukan pembuatan *wave maker* dan *damping layer*. Seperti yang dijelaskan oleh Deskaranti, *et al.* (2017) bahwa *wave*

maker adalah sebagai titik lokasi gelombang datang yang memiliki kedalaman yang konstan. Sedangkan *damping layer* merupakan suatu batas yang berfungsi sebagai penahan gelombang yang bergerak meninggalkan area model. Pada tahap *pra-processing*, selain akan menghasilkan *running model* berupa *Water Surface Elevation*, *Significant Wave Height* dan *Mean Wave Direction*, *output* model ini juga dapat melihat *vector* berupa kecepatan dan arah terhadap arus datang dan arus balik pada Perairan Teluk Popoh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Angin

Kecepatan angin pada Teluk Popoh menunjukkan bahwa pada Musim Barat, Timur dan Peralihan II arah angin dominan berasal dari arah utara menuju ke selatan. Sedangkan pada musim Peralihan I arah angin dominan berasal dari arah barat laut menuju tenggara (Gambar 2). Pada Musim Barat kecepatan angin dominan berkisar antara 0.5 – 2.1 m/s dengan distribusi frekuensi sebesar 39.9%. Pada Musim Peralihan I, Timur dan Peralihan II kecepatan angin dominan berkisar antara 2.1 – 3.6 m/s dengan distribusi frekuensi secara berturut – turut sebesar 51.1%, 68.2% dan 56.3%.

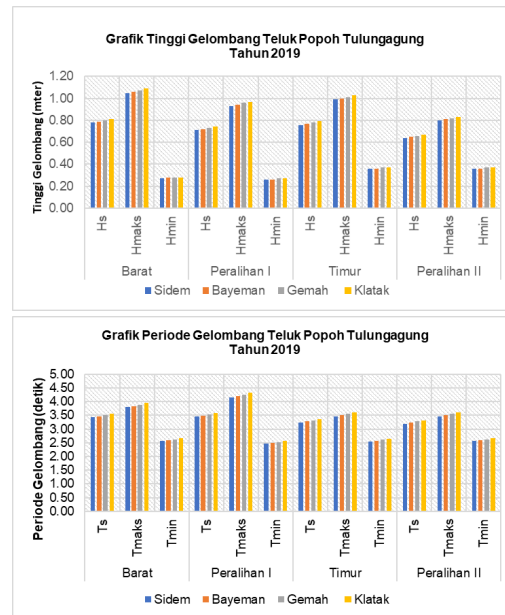


Gambar 2. Karakteristik angin Teluk Popoh; (A) Musim Barat, (B) Musim Peralihan I, (C) Musim Timur, (D) Musim Peralihan II

Gelombang

Pergerakan angin menjadi salah satu faktor pembangkit gelombang.. Hasil pengolahan data gelombang dapat dilihat pada Gambar 3. Dari hasil pengolahan data gelombang didapatkan bahwa tinggi gelombang signifikan (H_s) tertinggi terjadi pada Musim Barat di Pantai Klatak dengan tinggi sebesar 0.81 meter dan tinggi gelombang signifikan (H_s) terendah terjadi pada Musim Peralihan II di Pantai Sidem dengan tinggi sebesar 0.64 meter. Tinggi gelombang maksimum (H_{maks}) terjadi pada Musim Barat di Pantai Klatak dengan tinggi sebesar 1.09 meter dan tinggi gelombang maksimum (H_{maks}) terendah terjadi pada Musim Peralihan II di Pantai Sidem dengan tinggi sebesar 0.80 meter. Tinggi gelombang minimum (H_{min}) tertinggi terjadi pada Musim Peralihan II di Pantai Gemah dan Pantai Klatak dengan tinggi sebesar 0.37 meter. Tinggi gelombang minimum (H_{min}) terendah terjadi pada Musim Peralihan I di Pantai

Sidem dan Pantai Bayeman dengan tinggi sebesar 0.26 meter.

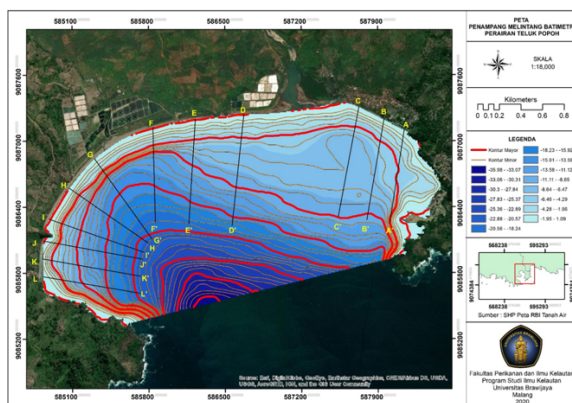


Gambar 3. Karakteristik tinggi dan periode gelombang pada Teluk Popoh

Periode gelombang signifikan (T_s) tertinggi terjadi pada Musim Peralihan I di Pantai Klatak dengan nilai sebesar 3.58 detik. dan periode signifikan (T_s) terendah terjadi pada Musim Peralihan II di Pantai Sidem dengan nilai sebesar 3.19 detik. Periode gelombang maksimum (T_{maks}) terjadi pada Musim Peralihan I di Pantai Klatak dengan nilai sebesar 4.33 detik dan periode gelombang maksimum (T_{maks}) terendah terjadi pada Musim Timur Peralihan II di Pantai Sidem dengan nilai sebesar 3.47 detik. Periode gelombang minimum (T_{min}) tertinggi terjadi pada Musim Peralihan II di Pantai Klatak dengan nilai sebesar 2.67 detik dan periode gelombang minimum (T_{min}) terendah terjadi pada Musim Peralihan I di Pantai Bayeman dengan nilai sebesar 2.47 detik.

Kedalaman Teluk Popoh

Hasil dari pemeruman disajikan dalam bentuk peta batimetri Teluk Popoh (Gambar 4). Kedalaman perairan pada Teluk Popoh memiliki kedalaman berkisar 0 – 35 meter dengan nilai dan profil garis kontur bervariasi setiap pantainya. Garis kontur berwarna merah menunjukkan kontur mayor dengan interval 5 meter dan garis kontur berwarna jingga menunjukkan kontur minor dengan interval 1 meter. Dilihat dari kedalamannya, Perairan Teluk Popoh termasuk ke dalam perairan yang dangkal. Semakin ke arah laut lepas, kedalaman semakin dalam dan kontur yang bervariasi menunjukkan bahwa kondisi dasar perairan setiap pantai yang berbeda – beda. Semakin rapat kontur yang dimiliki suatu perairan, semakin curam juga kemiringan profil dasar lautnya dan begitu sebaliknya.



Gambar 4. Peta batimetri Teluk Popoh

Kemiringan Pantai

Kemiringan pantai pada Teluk Popoh bervariasi dari datar hingga landai. Jalur pengukuran kemiringan dan kategori kemiringannya dapat pada Gambar 4 dan Tabel 1.

Tabel 1. Kemiringan Pantai Teluk Popoh

Stasiun	Klasifikasi (Van Zuidam)
A-A'	Datar hingga hampir datar
B-B	Datar hingga hampir datar
C-C'	Datar hingga hampir datar
D-D'	Datar hingga hampir datar
E-E'	Datar hingga hampir datar
F-F'	Agak miring atau landai
G-G'	Agak miring atau landai
H-H'	Agak miring atau landai
I-I'	Agak miring atau landai
J-J'	Agak miring atau landai
K-K'	Agak miring atau landai
L-L'	Agak miring atau landai

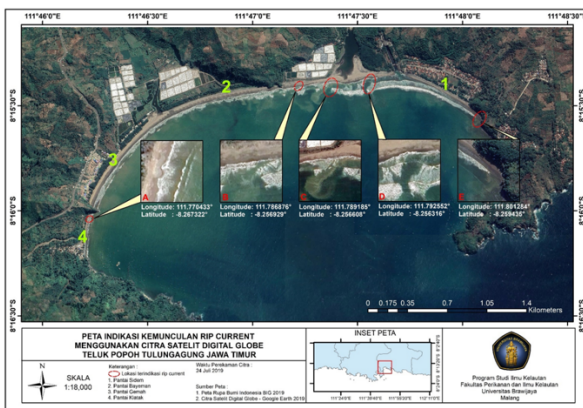
Kemiringan pantai dengan persentase paling tinggi terdapat pada *cross section* G-G' dan H-H' dengan nilai persentase sebesar 3% dan menurut Zuidam (1986) termasuk ke dalam klasifikasi agak miring atau landai. Sedangkan nilai persentase kemiringan pantai paling kecil terdapat pada *cross section* A-A' dengan nilai persentase sebesar 0.8% yang termasuk kedalam klasifikasi datar hingga hampir datar. Hal ini juga dapat dikatakan bahwa Pantai Gemah memiliki rata-rata persentase sudut lereng tertinggi dan Pantai Sidem memiliki rata-rata persentase sudut lereng terendah. Kemiringan pantai sangat berpengaruh terhadap kecepatan *Rip Current*. Semakin curam suatu pantai maka kecepatan arus *Rip current* semakin besar (Pangururan, 2015)

Lokasi Potensi Kemunculan *Rip current* (Arus Rabak)

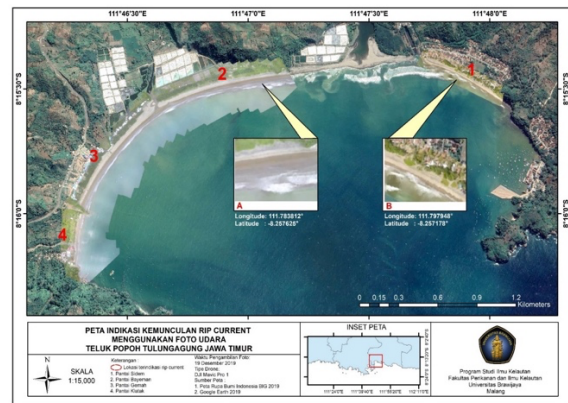
Pengamatan visual untuk melihat potensi kemunculan *rip current* dilakukan

Pemetaan dan Pemodelan Rip Current Pada Kawasan Wisata Pantai Teluk Popoh, Tulungagung, Jawa Timur

menggunakan citra satelit *Digital Globe* yang diunduh pada aplikasi *Google Earth Pro*, foto dan video udara yang diambil menggunakan *drone DJI Mavic Pro 1*. Citra satelit *Digital Globe* diunduh dengan tanggal perekaman 25 Juni 2019 dan pengambilan foto dan video udara dilakukan pada tanggal 19 Desember 2019. Proses pembuatan orthofoto akan lebih memudahkan dalam melakukan identifikasi terhadap indikasi kemunculan *rip current*. Hasil dari identifikasi citra satelit dan foto udara dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Pada citra satelit ditunjukkan bahwa terdapat 3 titik lokasi potensi kemunculan *rip current* yang terjadi di Pantai Gemah, 1 titik lokasi di Pantai Klatak dan 1 titik lokasi di Pantai Sidem. Dari hasil foto udara, didapatkan 2 titik lokasi potensi kemunculan *rip current* dimana 1 titik terletak di Pantai Bayeman dan 1 titik di Pantai Sidem.



Gambar 5. Peta indikasi keberadaan *Rip current* berdasarkan Citra Google Earth/Digital Gloge



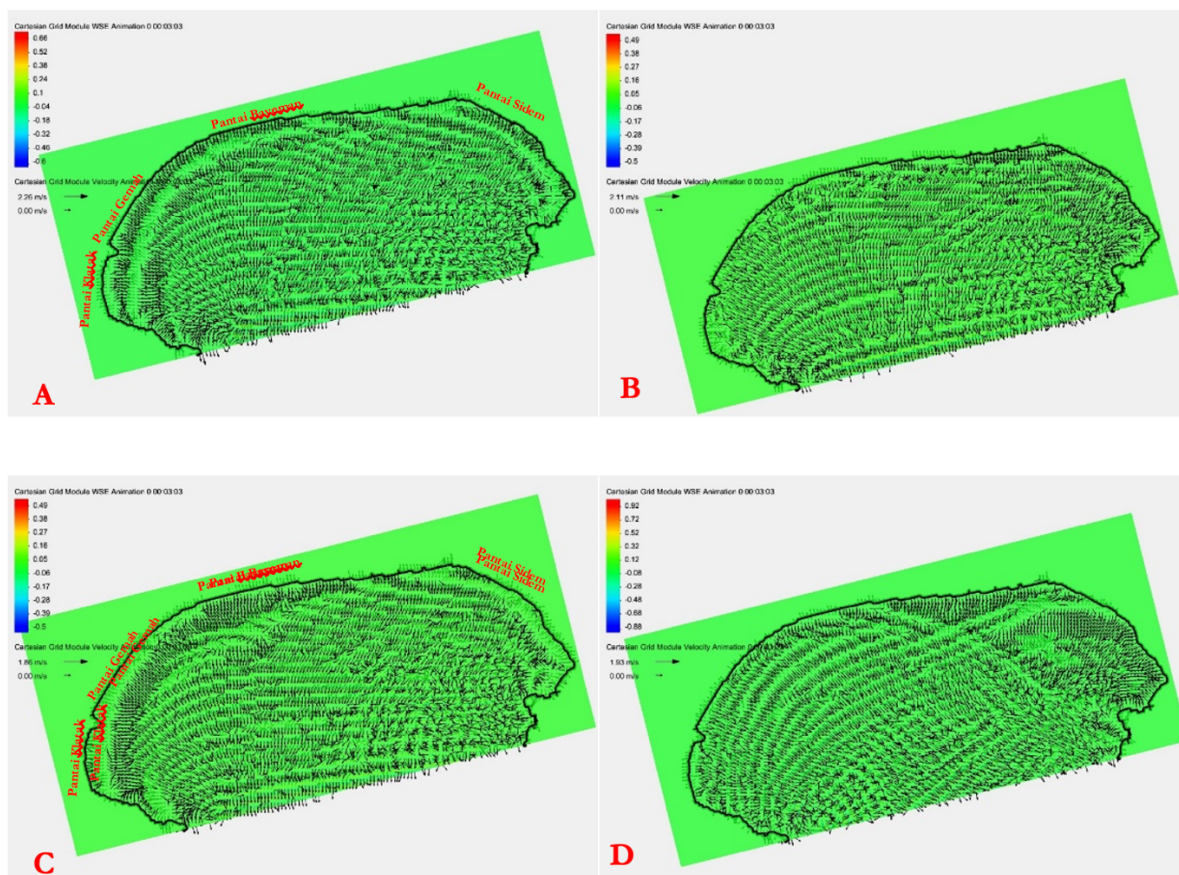
Gambar 6. Peta indikasi keberadaan *Rip current* berdasarkan Foto Udara

Berdasarkan drone penentuan titik lokasi potensi *rip current* pada pengamatan visual melalui citra satelit maupun foto udara dilakukan dengan melihat adanya celah diantara gelombang pecah. Pada umumnya *rip current* sendiri memiliki celah dimana pada celah tersebut tidak terjadi gelombang pecah. Selain itu, dapat dilihat juga adanya kekeruhan dan buih – buih *backwash* yang menandakan adanya pola *rip current* pada titik lokasi tersebut. Hal ini seperti yang dijelaskan oleh Kusmanto dan Setyawan (2013) bahwa terdapat beberapa indikasi kehadiran *rip current* yang dapat diidentifikasi salah satunya dengan cara melihat jalur air dengan kekeruhan tinggi yang keluar ke arah laut. Dilihat pada pengamatan visual melalui citra satelit maupun foto udara bahwa titik lokasi indikasi kemunculan *rip current* pada Teluk Popoh tidak memiliki lokasi yang tetap. Artinya titik lokasi indikasi kemunculan *rip current* selalu berubah – ubah sesuai dengan faktor – faktor yang mempengaruhinya tetapi titik lokasi selalu berada pada sepanjang pantai di Teluk Popoh.

Pemodelan Rip Current

Hasil dari running model *rip current* menggunakan perangkat lunak SMS versi 12.3.5 dengan modul 2D-BOUSS menghasilkan model *water surface elevation* dan vector pergerakan dan kecepatan arus datang dan arus balik seperti pada Gambar 6. Pemodelan *rip current* ini menghasilkan empat model berdasarkan musim yaitu Musim Barat, Musim Peralihan I, Musim Timur dan Musim Peralihan II. Hasil menunjukkan bahwa pada Musim Barat kecepatan arus datang dan arus balik memiliki rentang kecepatan antara 0 – 2.26 m/s. Pada Musim Barat tidak terlihat adanya indikasi

kemunculan *rip current* di Perairan Teluk Popoh berdasarkan pola pergerakan arusnya. Pada Musim Peralihan I memiliki pola pergerakan arus yang hampir sama dengan Musim Barat dan memiliki rentang kecepatan arus datang dan arus balik antara 0 – 2.11 m/s. Pada musim ini juga tidak terlihat adanya indikasi kemunculan *rip current*. Pada Musim Timur dan Musim Peralihan II secara berturut – turut memiliki rentang kecepatan arus datang dan arus balik antara 0 – 1.93 m/s dan 0 – 1.86 m/s. Kecepatan arus tertinggi terjadi pada Musim Barat dan kecepatan arus terendah terjadi pada Musim Peralihan II.



Gambar 6. Pemodelan *rip current*; (A) Musim Barat, (B) Musim Peralihan I, (C) Musim Timur, (D) Musim Peralihan II

Analisis Pola Kemunculan Rip current

Kemunculan *rip current* yang terdapat di Teluk Popoh terjadi karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi. Dilihat dari hasil foto udara bahwa potensi *rip current* yang terjadi diduga memiliki kekuatan sedang. Hal ini ditunjukkan bahwa setiap potensi *rip current* yang terjadi memiliki buih – buih *back swash* dan tidak menimbulkan kekeruhan. Kekuatan potensi *rip current* pada Pantai Bayeman diduga terbilang sedang karena membentuk celah antara gelombang pecah yang mengarah ke laut dengan ukuran celah yang sempit dan memiliki buih – buih *back swash* yang mengalir ke arah laut. Berdasarkan hasil dari foto udara, potensi *rip current* yang berada di Pantai Sidem diduga cenderung memiliki kecepatan dan kekuatan sedang. Hal ini dilihat berdasarkan buih – buih

back swash yang mengalir mengarah ke arah laut. Sedangkan jika dilihat dari hasil citra satelit, potensi *rip current* yang terjadi diduga memiliki kekuatan yang sedang hingga kuat. Hal ini ditunjukkan dengan adanya buih – buih yang cukup banyak, kekeruhan dan celah antara gelombang datang yang signifikan terutama pada Pantai Bayeman. Sedangkan pada Pantai Sidem indikasi kemunculan *rip current* diduga memiliki kecepatan dan kekuatan yang sedang karena *rip current* tidak menimbulkan buih – buih *back swash* tetapi mengakibatkan kekeruhan pada perairan. Pada Pantai Klatak juga diduga memiliki kecepatan dan kekuatan yang sedang karena adanya morfologi *beach cusps* yang berukuran sedang dan adanya aliran *back swash* yang menimbulkan buih – buih.

Tabel 2. Koordinat dan jumlah titik lokasi indikasi *rip current*

Pantai	GoogleEarth / Digital Globe			Foto Udara			Pemodelan
	Longitude	Latitude	RC	Longitude	Latitude	RC	Titik Lokasi
Pantai Sidem	111.801284	- 8.259435	1	111.797948	- 8.257178	1	0
Pantai Bayeman	-	-	-	-	-	-	-
	111.786876	8.256929	-	-	-	-	-
	111.789185	8.256608	3	111.783812	- 8.257625	1	0
	111.792552	-	-	-	-	-	-
	-	8.256316	-	-	-	-	-
Pantai Gemah	-	-	0	-	-	0	0
Pantai Klatak	111.770433	- 8.267322	1	-	-	0	0

Titik lokasi Pantai Bayeman pada citra satelit dan foto udara, Pantai Klatak pada citra satelit serta Pantai Sidem pada foto udara memiliki mekanisme terjadinya *rip current* yang dipengaruhi oleh morfologi pantai dan tinggi gelombang. Morfologi pantai yang terdapat *beach cusps* dan tinggi gelombang kurang dari 1.5 meter. Oleh karena itu, tipe *rip current* yang terlihat pada Teluk Popoh dikategorikan kedalam tipe *topographic rip* dan *accretionary beach rip*. Seperti yang dijelaskan oleh Short dan Woodroffe (2009) bahwa *topographic rip* merupakan *rip current* yang dikontrol oleh fitur topografi yang mana fitur – fitur ini terletak pada *surf zone* sedangkan *accretionary beach rip* pada umumnya berasosiasi dengan pemulihan pantai, transpor sedimen pesisir dan tinggi gelombang kurang dari 1.5 meter. Tipe *accretionary beach rip* ini menjadi salah satu *rip current* yang paling berisiko karena gelombang datang biasanya relatif rendah dan tenang tetapi dapat membawa aliran arus yang cukup kuat ke arah laut.



Gambar 7. Penampakan Area Potensi *Rip current* (Garis Merah) di pantai Sidem (A) Tampak Atas dari Foto Udara (b) Tampak depan dari pantai. (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Analisis Parameter Oseanografi dan kondisi lingkungan Terhadap Kemunculan *Rip current*

Perbandingan parameter oseanografi dan morfologi setiap pantai dapat dilihat pada Tabel 3. Pada umumnya lokasi kemunculan *rip current* dapat ditentukan oleh kondisi batimetri, gelombang laut dan morfologi pantai (Khoirul, 2015). Kemunculan *rip current* yang terlihat secara visual baik dari citra satelit maupun foto udara terjadi pada Pantai Bayeman dan Sidem. Jika dilihat dari tinggi gelombang, Pantai Klatak memiliki nilai rata-rata tinggi gelombang yang paling tinggi yaitu sebesar 0.75 meter dan diikuti oleh Pantai Bayeman dan Sidem yang memiliki rata-rata tinggi gelombang secara berturut – turut adalah 0.73 meter dan 0.72 meter. Namun sebaliknya Pantai Sidem memiliki kemiringan pantai yang lebih landai dengan nilai persentase kemiringan pantai sebesar 1.1% dibandingkan dengan Pantai Bayeman dan Klatak yang secara berturut – turut mencapai nilai persentase 2.0% dan 2.3%. Hal ini seperti dijelaskan oleh Setyawan, *et al.* (2017) apabila kemiringan pantai semakin landai maka potensi kemunculan *rip current* akan semakin besar dan mempengaruhi besar kekuatannya *rip current*. Tinggi gelombang mempengaruhi kecepatan *rip current* dan menurut Khoirunnisa, *et al.* (2013) juga menjelaskan bahwa semakin tinggi gelombang maka kecepatan *rip current* semakin tinggi. Oleh karena itu, pada pengamatan visual melalui citra satelit, pada Pantai Bayeman memiliki kecepatan dan kekuatan *rip current* yang lebih tinggi dibandingkan Pantai Sidem.

Namun Pantai Klatak tidak memiliki kecepatan dan kekuatan *rip current* yang lebih tinggi dibandingkan Pantai Bayeman

dikarenakan memiliki presentase kemiringan pantai yang lebih tinggi.

Tabel 3. Kondisi Hidro-oseanografi dan Lingkungan pada Teluk Popoh

Pantai	Rata - Rata Gelombang (detik)		Rata - Rata Kemiringan Pantai (%)	Beach Cusps (Drone)	Beach Cusps (Google Earth)	Bentuk Pantai	Tipe Pantai
	Hs	Ts					
1. Sidem	0.72	3.33	1.1	Ada	Tidak Ada	Teluk	Berpasir
2. Bayeman	0.73	3.36	2.0	Ada	Ada	Teluk	Berpasir
3. Gemah	0.74	3.41	2.9	Ada	Tidak Ada	Teluk	Berpasir Berpasir
4. Klatak	0.75	3.46	2.3	Tidak Ada	Ada	Lurus	dan berbatu

Keberadaan *beach cusps* juga mempengaruhi potensi kemunculan *rip current* pada Teluk Popoh. Beberapa titik lokasi indikasi kemunculan *rip current* seperti Pantai Bayeman dan Pantai Klatak pada citra satelit serta Pantai Gemah dan Pantai Sidem pada foto udara dipengaruhi oleh keberadaan *beach cusps*. Pantai yang berbentuk teluk juga memiliki potensi yang lebih besar terhadap kemunculan *rip current* pada setiap pantai. Namun, pantai yang berbentuk lurus juga tidak memiliki kemungkinan untuk memiliki potensi terhadap *rip current* walaupun terdapat banyak faktor yang bervariasi sehingga jika dilihat pada Pantai Klatak pada saat perekaman citra satelit maupun foto udara tidak terdapat indikasi kehadiran *rip current*.

4. KESIMPULAN

Pengamatan visual melalui citra satelit *Digital Globe* pada lokasi penelitian ditemukan beberapa lokasi yang

berpotensi terdapat *Rip Current*. Lokasi tersebut yaitu 3 titik di Pantai Bayeman, 1 di Pantai Klatak dan 1 di Pantai Sidem. Sedangkan pada pengamatan visual melalui foto udara terdapat 1 titik lokasi di Pantai Sidem dan 1 titik lokasi di Pantai Bayeman. Hasil analisis pola kemunculan *Rip current* bahwa tipe *rip current* pada Teluk Popoh memiliki tipe *topographic rip* dan *accretionary beach rip*. Semakin tinggi gelombang maka kekuatan *rip current* juga akan semakin besar. Apabila kemiringan pantai semakin landai maka potensi terjadinya *rip current* juga akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Astina IK, Suharto Y, Purwanto. 2014. *Potensi dan Pengembangan Daerah Tujuan Wisata Pantai Kabupaten Tulungagung Menggunakan Analisis Keruangan, SWOT dan SIG*.
Url

- <https://docplayer.info/72647171-jurnal-penelitian-potensi-dan-pengembangan-daerah-tujuan-wisata-pantai-kabupaten-tulungagung-menggunakan-analisis-keruangan-swot-dan-sig.html> (diunduh 4.25.20).
- Deskaranti R, Prasetyawan IB., Kunarso, K. 2017. Pemodelan *Rip current* Menggunakan Model Gelombang Tipe Boussinesq (Wilayah Kajian: Pantai Klayar Jawa Timur). *J. Oceanogr.* 6(1):213–220.
- Fuad MAZ, Sambah AB, Isdianto A, Andira A. 2016. Pemetaan Batimetri Sebagai Informasi Dasar Untuk Penempatan Fish Apartment di Perairan Bangsring, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. *Depik.* 5(3): 143–150. <https://doi.org/10.13170/depik.5.3.5655>.
- Fuad MAZ, Sambah AB, Isdianto A, Andira A. 2016. Pemetaan batimetri sebagai informasi dasar untuk penempatan fish apartment di perairan Bangsring, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur (Bathymetry mapping as basic information for fish apartment placement in Bangsring waters, Banyuwangi, East Java). *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan.* 5(3).
- Fuad MAZ, Sartimbul A, Iranawati F, Sambah AB, Yona D, Hidayati N, Harlyan LI, Sari SHJ, Rahman MA, 2019. *Metode Penelitian Kelautan dan Perikanan: Prinsip Dasar Penelitian, Pengambilan Sampel, Analisis, dan Interpretasi Data.* Universitas Brawijaya Press.
- Khoirul A. 2015. *Pemetaan Zona Berpotensi Rip current Sebagai Upaya Peningkatan Keselamatan di Objek Wisata Pantai Trikora Desa Malang Rapat Kabupaten Bintan.* Universitas Maritim Raja Ali Haji. Riau.
- Khoirunnisa N, Hariyadi H, Rifai A. 2013. Pemetaan Zona *Rip current* Sebagai Upaya Peringatan Dini Untuk Bahaya Pantai (Lokasi Kajian: Pantai Kuta Bali). *J. Oceanogr.* 2(2): 151–160.
- Kusmanto E, Setyawan WB. 2013. Arus Rip di Perairan Pesisir Pangandaran, Jawa Barat (*Rip current* in Pangandaran Coastal Water, West Java). *Ilmu Kelaut. Indones. J. Mar. Sci.* 18(2): 61–70. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.18.2.61-70>.
- Mandela VT. 2018. *Studi Kelayakan Pantai Gemah Sebagai Daerah Tujuan Wisata di Kabupaten Tulungagung Jawa Timur.* UIN Syarif Hidayatullah.
- Meiarti R, Seto T, Sartohadi J. 2019. Uji akurasi hasil teknologi pesawat udara tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle*) dalam aplikasi pemetaan kebencanaan

Fuad et al.
Pemetaan dan Pemodelan Rip Current Pada Kawasan Wisata
Pantai Teluk Popoh, Tulungagung, Jawa Timur

- kepepesisiran. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*. 3(1):1-17.
- Mutaqin BW, Alwi M, Adalya NM. 2021. Analisis Spasial Arus Retas sebagai Upaya Pengurangan Risiko Bencana di Desa Parangtritis Yogyakarta. *Media Komunikasi Geografi*. 22(2):195-207.
- Pangururan IP, Rochaddi B, Ismanto A. 2015. Studi Rip Current di Pantai Selatan Yogyakarta. *Journal of Oceanography*. 4(4):670-679.
- Pratiwi R, Aswandy I. 2015. Crustacea di Pantai Prigi dan Pantai Popoh Selatan Jawa. *J. Oseana*. 38(4):37-46.
- Rachma VA, Taofiqurohman A, Astuty S, Pamungkas W. Nilai Bahaya Rip Current untuk Wisata Pantai di Pantai Pangandaran, Jawa Barat. *Buletin Oseanografi Marina*. 10(3): 213-222.
- Setyawan R, Setiyono H, Rochaddi B. 2017. Studi *Rip current* di Pantai Taman, Kabupaten Pacitan. *J. Oceanogr*. 6(4):639-649.
- Short A, Woodroffe C. 2009. *The Coast of Australia*. Cambridge University Press. Australia.
- Sucipto D. 2010. *Bahaya Rip current (Liburan Panjang: Waspada! Bahaya Rip current di Kawasan Pantai)*. Universitas Gajah Mada.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset Yogyakarta. 397 p.
- Zuidam RA Van. 1986. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smits, Publishers. The Hague. 442 hlm.