

## PEMANFAATAN MODEL HIDRODINAMIKA DALAM MEMVALIDASI TERJADINYA *RIP CURRENT* DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Kevin Harsono<sup>1</sup>, Nigel Bong<sup>2</sup>, Surya Hermawan<sup>3</sup>

**ABSTRAK :** Bumi memiliki luas lautan lebih besar daripada luas daratan, maka akan banyak sekali pantai di seluruh dunia termasuk Indonesia. Pantai termasuk kawasan wisata yang menawarkan berbagai keindahan tetapi juga menawarkan malapetaka salah satunya fenomena *rip current*. Banyak wisatawan yang menjadi korban akibat fenomena ini. Di Indonesia pada tanggal 8 Februari 2020 di Pantai Parang Tritis 7 orang terseret dan 1 meninggal, tanggal 2 Januari 2015 sebanyak 2 wisatawan meninggal di Jawa Timur. Hal itu disebabkan karena ketidaktahuan mereka tentang adanya *rip current*. Tujuan penelitian ini untuk memvalidasi adanya *rip current* di Jawa Timur dengan memanfaatkan pemodelan hidrodinamika di era revolusi industri 4.0 yang berbasis internet dan teknologi. Ada 3 tahapan metodologi dalam penelitian ini, yaitu pengambilan dan pengolahan data, membuat permodelan dan validasi permodelan. Hasil dari penelitian ini, di Pantai Jawa Timur sering terjadi *rip current* dengan kecepatan relatif berkisar 0,02-0,09 m/s.

**KATA KUNCI:** *rip current*, permodelan hidrodinamika, pantai klanyar

### 1. PENDAHULUAN

Bumi secara geografis memiliki perbandingan luas laut yang lebih besar daripada luas daratan. Dengan kondisi geografis seperti itu tak heran jika dapat menemukan banyak pantai di seluruh dunia, salah satunya di Indonesia. Indonesia memiliki total 17.5044 pulau dengan luas laut 5.8 juta km<sup>2</sup> dengan panjang garis pantai 95.161 km, terpanjang kedua di dunia (Shalihati, 2014). Pantai adalah kawasan perbatasan antara daratan dengan lautan dan dikategorikan sebagai tempat wisata alam karena memiliki daya tarik bagi para wisatawan datang berkunjung.

Dibalik semua keindahan wisata pantai, ternyata sudah banyak korban jiwa terlebih akibat fenomena *rip current*. Seperti Di Australia sudah tercatat 142 kasus wisatawan meninggal terseret *rip current* (Brighton, et al., 2013). Di Indonesia hal ini juga sering terjadi, seperti kejadian tanggal 2 Januari 2015, 2 wisatawan meninggal di Pantai Klanyar Jawa Timur. *Rip current* sendiri merupakan arus balik dari pantai menuju ke laut yang dikenali memiliki kecepatan yang tinggi (Deskaranti, Prasetyawan, Kunarso, 2016), dimana *rip* sendiri artinya *tear or pull something quickly, forcibly away from something*. *Rip current* ini berbahaya karena dapat ‘menghilangkan’ kemampuan berenang seseorang saat terjebak didalamnya (Drozdowski et al., 2015). Masih banyak masyarakat Indonesia yang belum sadar akan adanya *rip current*.

Sekarang di zaman revolusi industri 4.0 kemajuan akan teknologi sudah sangat maju. Di zaman ini, data atau informasi dapat diambil dengan mudah kapanpun dan dimanapun dengan bantuan internet (Rosyadi, 2018). Ada banyak alat dan *software* seperti *drone*, *sonar*, *software delft 3D*, *software delft*

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21415171@john.petra.ac.id

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21415169@john.petra.ac.id

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Krsiten Petra Surabaya, shermawan@petra.ac.id

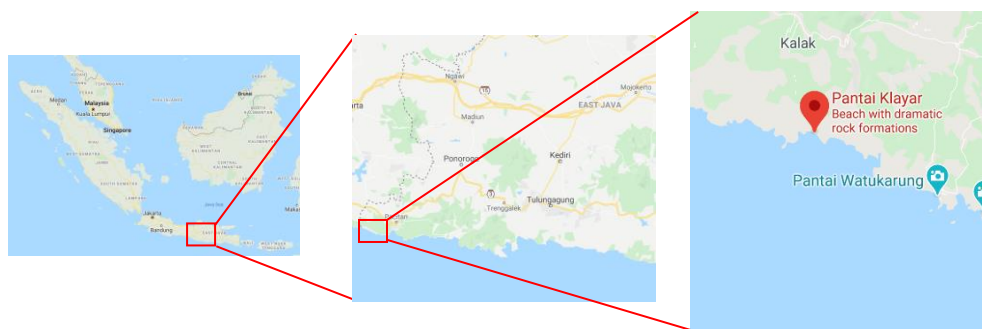
*dashboard, software windrose, dan lain-lain yang dapat membantu dalam hal pengambilan dan pengolahan data. Untuk dapat mengetahui fenomena rip current diperlukan suatu permodelan hidrodinamika yang mengacu pada keadaan sebenarnya di lapangan.*

Penelitian ini bertujuan membuat suatu permodelan hidrodinamika yang hasilnya paling mendekati dengan keadaan sebenarnya di Pantai Jawa Timur. Peneliti bermaksud untuk dapat memprediksi terjadinya *rip current* agar dapat diantisipasi sebelum memakan korban jiwa yang baru.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian kali ini berada di Pantai Klanyar, Pacitan, Jawa Timur seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Lokasi Penelitian**

### 2.2. Pengambilan Data

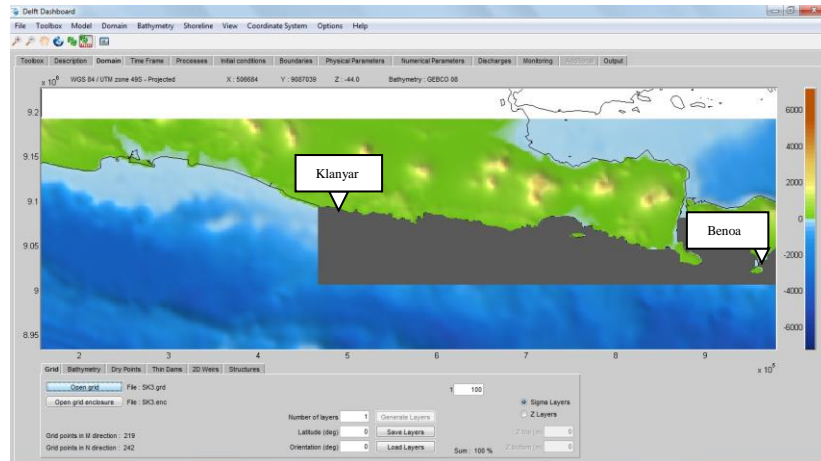
Untuk melakukan permodelan ini diperlukan data angin. Data angin digunakan untuk dapat menganalisa tinggi gelombang yang diambil dari Maret 2010 hingga Maret 2020. **Tabel 1** merupakan pengelompokan data angin berdasarkan presentase kecepatan dan arah angin yang tercatat oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data angin yang dipakai diambil dari stasiun terdekat dengan lokasi penelitian, yaitu Stasiun Geofisika Sleman dengan ID *World Meteorological Organization* (WMO) 96855 dan berada di lintang  $07^{\circ}49'12''$ , bujur  $110^{\circ}18'00''$ .

**Table 1. Presentase Kecepatan dan Arah Angin di Stasiun Sleman**

Arah Angin			Presentase Kecepatan Angin							
			<0,5	≥0,5	<2,1	≥2,1	<3,6	≥3,6	<5,7	≥5,7
U	>337,5°	≤22,5°	13,75	0,88963	0,33361	0,1112	0,0556			
TL	>22,5°	≤67,5°		0,86183	0,33361	0,0556	0,0278			
T	>67,5°	≤112,5°		4,61496	1,19544	0,19461	0			
TG	>112,5°	≤157,5°		1,69586	1,11204	0,22241	0			
S	>157,5°	≤202,5°		40,784	10,8146	0,83403	0,0278			
BD	>202,5°	≤247,5°		4,30915	3,58632	1,41785	0,0278			
B	>247,5°	≤292,5°		4,14234	4,44815	2,9747	0,0834			
BL	>292,5°	≤337,5°		0,44482	0,38921	0,25021	0,05556			

## 2.3. Pembuatan Model Hidrodinamika

Pembuatan model hidrodinamika menggunakan *software* Delft Dashboard dapat menunjukkan beberapa hasil simulasi seperti *water level*, *height wave* dan *rip current*. Pembuatan model hidrodinamika ini bersifat *trial and error* untuk mencari hasil yang paling mendekati dengan kondisi sebenarnya. Dari beberapa *trial and error* yang diuji akhirnya menemukan permodelan yang mendekati dengan keadaan di lapangan. Dengan menggunakan *grid* persegi 2.200 meter, *manning roughness* 0,05, *time step* 60 menit, data angin, 2 titik observasi di Pantai Klanyar dan Benoa, data kedalaman berasal dari GEBCO di *Universal Transverse Mercator* (UTM) 49L yang akan disimulasikan dari tanggal 1-31 Maret 2020 seperti pada **Gambar 2**.

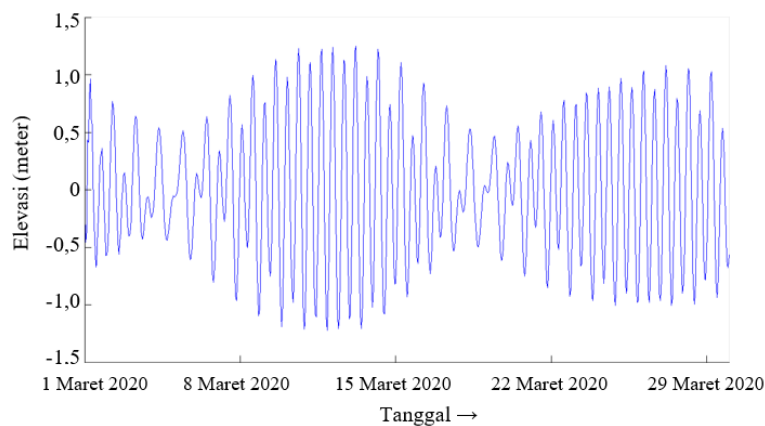


**Gambar 2.** Permodelan di UTM 49L dengan Delft Dashboard

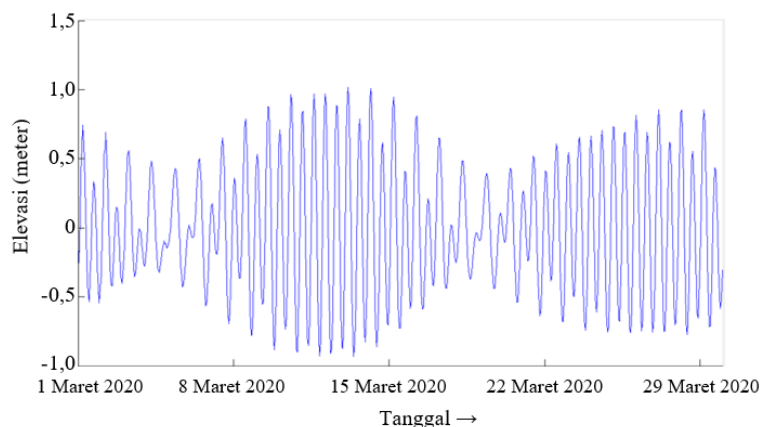
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Mean Sea Level (MSL)

Dari **Gambar 3** didapatkan MSL saat pasang maksimum sebesar 1,3 meter dan surut maksimum sebesar -1,25 meter di titik observasi Benoa, sedangkan MSL saat pasang maksimum 1,02 meter dan surut maksimum sebesar -0,9 meter di titik observasi Pantai Klanyar seperti di **Gambar 4**.

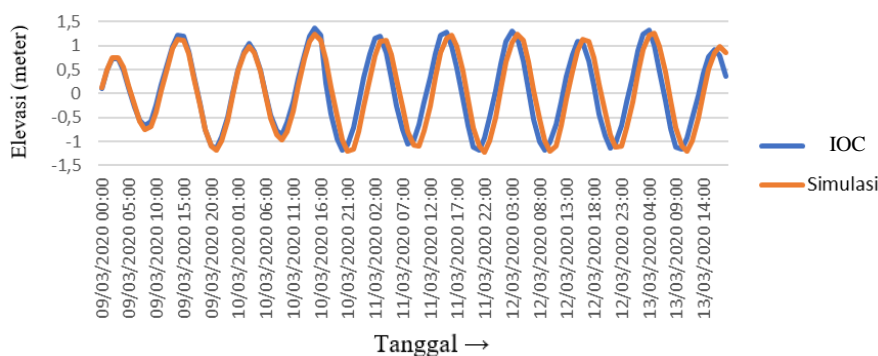


**Gambar 3.** Hasil *Mean Sea Level* di Titik Observasi Benoa



**Gambar 4. Hasil Mean Sea Level di Titik Observasi Pantai Klanyar**

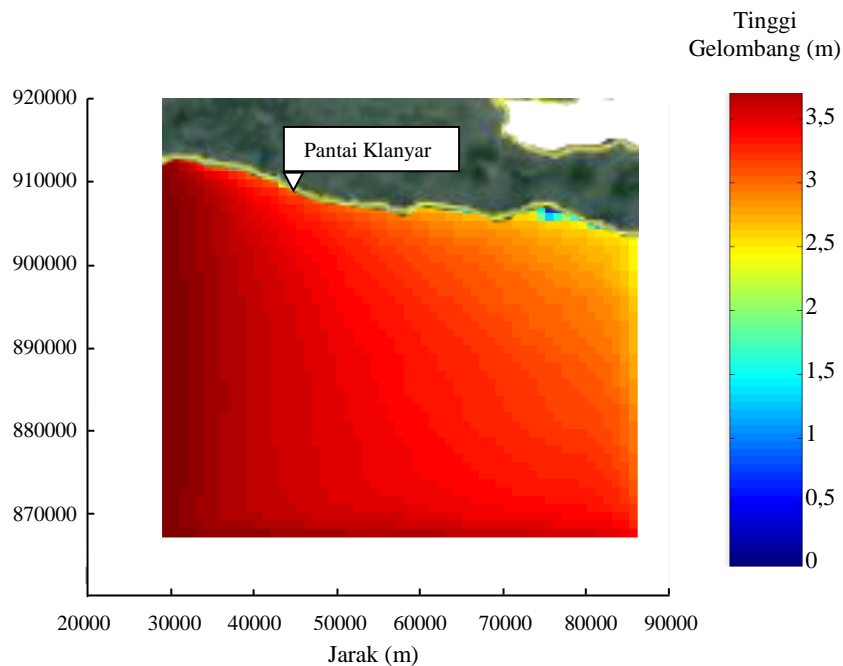
Hasil simulasi harus diuji dengan validasi. Validasi untuk MSL dilakukan di titik observasi Benoa dengan cara mencari *root mean square error* (RMSE) terkecil hasil simulasi dengan hasil pembacaan dari IOC-*sealevelmonitoring* di Benoa yang dapat dilihat pada **Gambar 5**. Hasil perbandingan mendapatkan nilai RMSE sebesar 0,16 meter dimana berarti permodelan bisa dikatakan mendekati dengan keadaan sebenarnya, sehingga MSL di Pantai Klanyar pun juga dapat dikatakan mendekati dengan keadaan sebenarnya.



**Gambar 4. Validasi Data IOC-Sealeveling dengan Hasil Simulasi di Titik Benoa**

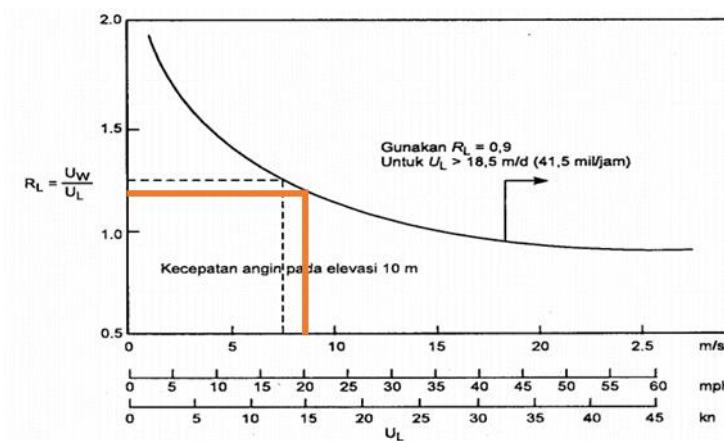
### 3.2. Tinggi Gelombang

Hasil permodelan kedua menghasilkan tinggi gelombang yang dapat dilihat pada **Gambar 6**. Tinggi gelombang di Pantai Klanyar menunjukkan dikisaran 3,4 meter. Untuk memvalidasi tinggi gelombang, dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu metode empiris (Sverdrup Munk and Breitsneider atau SMB) dan pembacaan grafik (*Darby Shire*).



**Gambar 6. Hasil Simulasi Tinggi Gelombang di Pantai Klanyar  
Universal Transverse Mercator 49L**

Dari pencatatan BMKG selama 10 tahun di **Tabel 1**, didapatkan kecepatan maksimum ( $U_L$ ) sebesar 8 m/s dan pada **Gambar 7** didapatkan pembacaan nilai  $R_L = 1,23$ .



**Gambar 7. Hubungan Kecepatan Angin di Laut dan Darat (CERC, 1984)**

Kecepatan angin di laut sebesar ( $U_W$ ):

$$U_W = R_L \times U_L = 1,23 \times 8 = 9,84 \text{ m/s}$$

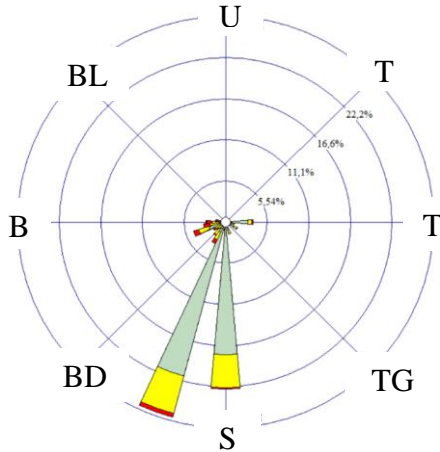
Faktor tegangan angin ( $U_A$ ):

$$U_A = 0,71 \times U_W^{1,23} = 0,71 \times 9,84^{1,23} = 11,82 \text{ m/s}$$

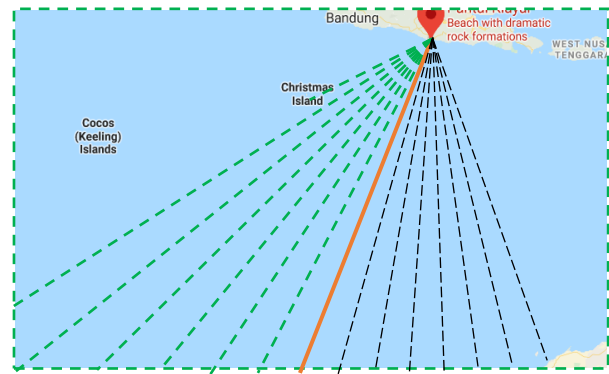
Dengan metode empiris (SMB), tinggi gelombang sebesar ( $H$ ):

$$H = 0,2443 \times (U_A^2 / g) = 0,2443 \times (11,82^2 / 9,81) = 3,46 \text{ meter.}$$

Hasil pengelompokan di **Tabel 1**, dibuatlah mawar angin seperti pada **Gambar 8** untuk mengetahui arah angin dominan yang berhembus (Hermawan, Tjandra, Purnomo, 2018) yaitu dari arah barat daya. Kemudian buat penggambaran *fetch* ke pulau terdekat atau ke ujung peta terjauh seperti pada **Gambar 9**. Hasil pengukuran *fetch* dapat dilihat di **Tabel 2**.



**Gambar 7. Mawar Angin**



**Gambar 8. Penggambaran Fetch**

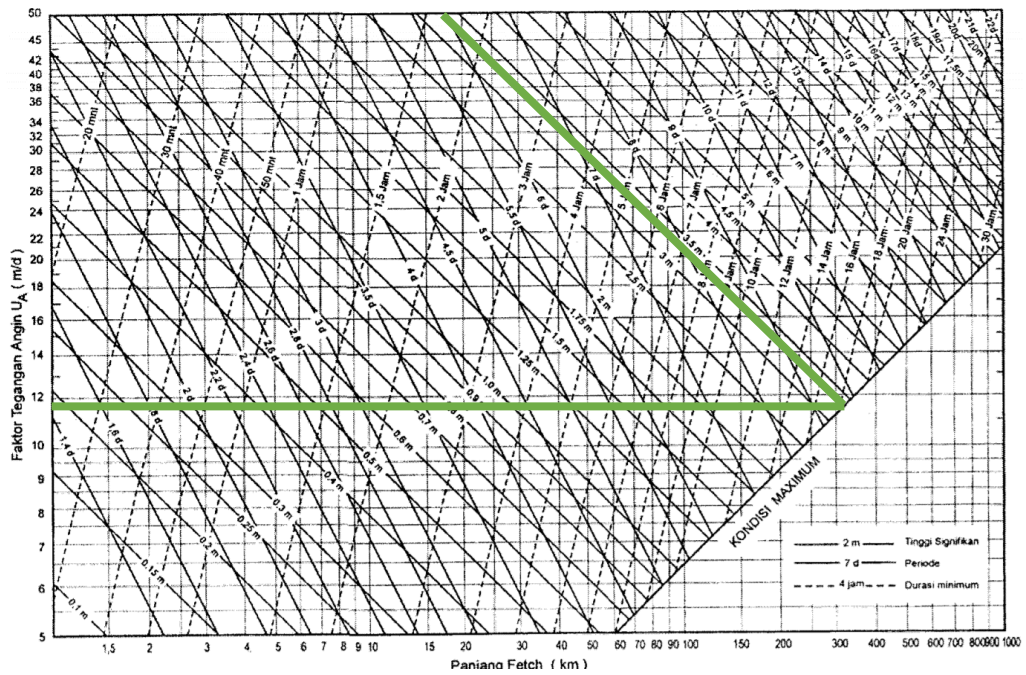
**Tabel 2. Panjang Fetch**

Arah	No	$\alpha$	$\text{Cos } \alpha$	Jarak peta (cm)	Xi (km)	Xi cos alfa (km)
Selatan	G	42	0,7431	7,34	1223,33	909,06
	F	36	0,809	7,87	1311,67	1061,14
	E	30	0,866	7,87	1311,67	1135,90
	D	24	0,9135	6,57	1094,70	1000,00
	C	18	0,9511	6,31	1051,42	1000,00
Barat Daya	B	12	0,9782	6,13	1022,28	1000,00
	A	6	0,9945	6,03	1005,53	1000,00
	0	0	1	6,00	1000,00	1000,00
	A	6	0,9945	6,03	1005,53	1000,00
	B	12	0,9782	6,13	1022,28	1000,00
	C	18	0,9511	6,31	1051,42	1000,00
Barat	D	24	0,9135	6,57	1094,69	1000,00
	E	30	0,866	6,93	1154,73	1000,00
	F	36	0,809	6,13	1021,67	826,53
	G	42	0,7431	1,40	233,33	173,39
	Jumlah		13,5108			14106,02

$$\text{Panjang } fetch \text{ efektif} = \frac{14106,02}{13,5108} = 1044,5 \text{ km}$$

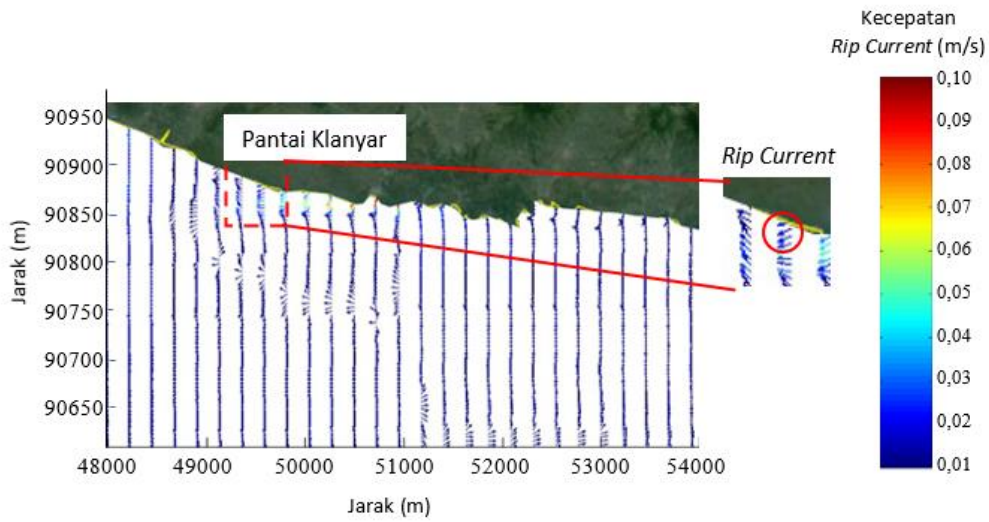
Dengan pembacaan metode grafis dimana sumbu y merupakan nilai  $U_A$  dan sumbu x berupa panjang *fetch* efektif, didapatkan tinggi gelombang sebesar 3,45 meter seperti pada **Gambar 10**. Perhitungan

tinggi gelombang menggunakan permodelan hidrodinamika, metode empiris maupun metode grafis atau *Darby Shire* semua menunjukan berkisar di 3,4 meter.

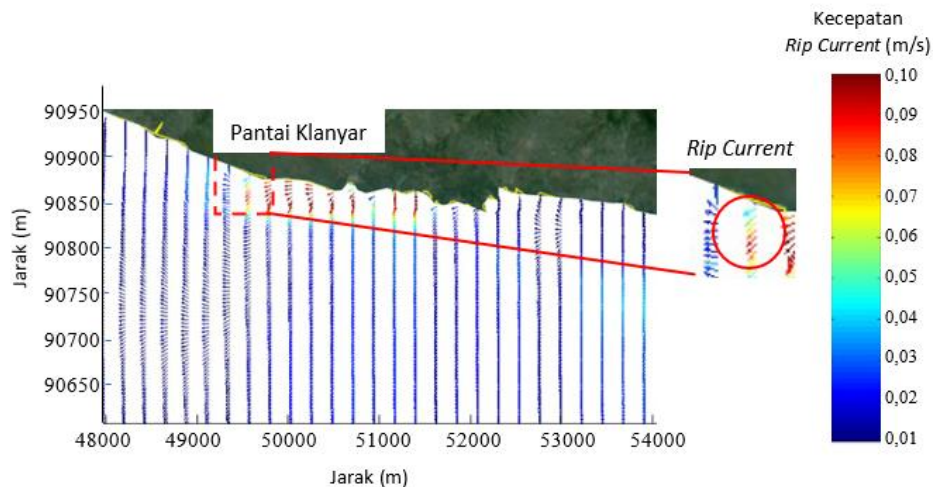


Gambar 10. Tinggi Gelombang dengan Metode Grafis (CERC, 1984)

### 3.3. Rip Current



Gambar 11. Rip Current Ketika Pasang di Pantai Klanyar



**Gambar 12. Rip Current Ketika Surut di Pantai Klanyar**

Untuk membaca kecepatan *rip current*, perhatikan arah panah yang kembali ke laut beserta warnanya. Dari **Gambar 11** didapatkan kecepatan *rip current* ketika pasang berkisar 0,02-0,03 m/s, sedangkan dari **Gambar 12** ketika surut didapatkan kecepatan *rip current* berkisar di 0,08–0,09 m/s.

#### 4. KESIMPULAN

Permodelan hidrodinamika dengan Delft Dashboard dapat digunakan untuk menentukan terjadinya *rip current*. Hal itu dapat dibuktikan dengan hasil validasi yang relatif sama mulai dari MSL dengan RMSE 0,16 meter dan tinggi gelombang yang berkisar di 3,4 meter. *Rip current* yang muncul berkisar 0,02-0,03 m/s ketika sedang pasang dan 0,08-0,09 m/s ketika sedang surut.

#### 5. REFERENSI

- Brighton, B., Sherker, S., Brander, R., Thompson, M. & Bradstreet, A. (2013). “*Rip Current Related Drowning Deaths and Rescues in Australia 2004-2011*”. Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union. 1069-1075.
- Coastal Engineering Research Center. (1984). “*Shore Protection Manual Volume 1*”. Washington DC.2.
- Deskaranti, R., Prasetyawan, I.B., Kunarso. (2017). “Permodelan Rip Current Menggunakan Model Gelombang Tipe *Boussinesq* (Wilayah Kajian : Pantai Klanyar Jawa Timur).” *Journal Oseanografi*. Vol. 6, No. 1., 213-220.
- Drozdowski, D., Roberts, A., Dominey-Howes, D., Brander, R., (2015). “*The Experiences of Weak and Non-Swimmers Caught in Rip Currents at Australian Beaches*”. Australia. Geogr. 46, 15-32.
- Hermawan, S., Tjandra, D., Purnomo, J. (2018). “The Synoptic Data for Adaptation Climate Change in Sidoarjo Regency East Java”. *Internasional Journal of Civil Engineering and Technology*. Vol. 9, No. 12., 453-460.
- Rosyadi, S., (2018). “*Revolusi Industri 4.0: Peluang dan Tantangan bagi Alumni Universitas Terbuka*”. Tersedia di: [https://www.researchgate.net/profile/Slamet\\_Rosyadi/publication/324220813\\_REVOLUSI\\_INDUSTRI\\_40/links/5ac5d7eb0f7e9b1067d4e1ba/REVOLUSI-INDUSTRI\\_40](https://www.researchgate.net/profile/Slamet_Rosyadi/publication/324220813_REVOLUSI_INDUSTRI_40/links/5ac5d7eb0f7e9b1067d4e1ba/REVOLUSI-INDUSTRI_40) (dilihat pada 15 Januari).
- Shalihati, S. F. (2014). “Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi dalam Pembangunan Sektor Kelautan Serta Pengembangan Sistem Pertahanan Negara Maritim.” *Geoedukasi*. Vol. 3, No.2., 115-126.