



**TUGAS AKHIR - MO234801**

# **PEMODELAN NUMERIK ARUS RIP DI PANTAI KLAYAR, PACITAN**

**DANENDRA ARYA WISESA  
NRP 5020201084**

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc  
NIP 196012141989031001  
Ir. R. Haryo D A.ST .M.Eng.,Ph.D  
NIP 196808101995121001

**Program Studi Sarjana Teknik Kelautan**  
Departemen Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2024



**TUGAS AKHIR - MO234801**

**PEMODELAN NUMERIK ARUS RIP DI PANTAI KLAYAR,  
PACITAN**

**DANENDRA ARYA WISESA**  
NRP 5020201084

Dosen Pembimbing  
**Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc**  
NIP 196012141989031001  
**Ir. R. Haryo D A.ST .M.Eng.,Ph.D**  
NIP 196808101995121001

**Program Studi Sarjana Teknik Kelautan**  
Departemen Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2024



**FINAL PROJECT - MO234801**

**NUMERICAL MODELING OF RIP CURRENTS ON KLAYAR  
BEACH, PACITAN, EAST JAVA, INDONESIA**

**DANENDRA ARYA WISESA**  
NRP 5020201084

Advisor

**Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc**  
NIP 196012141989031001

**Ir. R. Haryo D A.ST .M.Eng.,Ph.D**  
NIP 196808101995121001

**Undergraduate Study Program of Ocean Engineering**  
Department of Ocean Engineering  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2024



## LEMBAR PENGESAHAN

### PEMODELAN NUMERIK ARUS RIP DI PANTAI KLAYAR, PACITAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik di  
Program Studi Teknik Kelautan  
Departemen Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **DANENDRA ARYA WISESA**

NRP. 5020201084

Disetujui oleh Tim Penguji Proposal Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc .....  ..... (Pembimbing I)
2. Ir. R. Haryo D A.ST .M.Eng. Ph.D .....  ..... (Pembimbing II)
3. Prof. Mahmud Musta'in, M.Sc, Ph.D .....  ..... (Penguji I)
4. Dr. Eng. M. Zikra, ST., M.Sc .....  ..... (Penguji II)

SURABAYA

JULI, 2024

# APPROVAL SHEET

## NUMERICAL MODELING OF RIP CURRENTS AT KLAYAR BEACH, PACITAN FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements  
for obtaining a degree in Ocean Engineering at  
Undergraduate Study Program of Ocean Engineering  
Department of Ocean Engineering  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By: **DANENDRA ARYA WISESA**

NRP. 5020201084

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc ..... (Advisor I)
2. Ir. R. Haryo D A.ST .M.Eng ..... (Advisor II)
3. Prof. Mahmud Musta'in, M.Sc., Ph.D. .... (Examiner I)
4. Dr. Eng. M. Zikra, ST., M.Sc. .... (Examiner II)

SURABAYA

JULY, 2024

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Danendra Arya Wisesa / 5020201084

Departemen : Teknik Kelautan

Dosen pembimbing / NIP : Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc / 196012141989031001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "PEMODELAN NUMERIK ARUS RIP DI PANTAI KLAYAR, PACITAN" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya,

Mengetahui

Dosen Pembimbing



(Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc \_\_\_\_\_ )

NIP. 196012141989031001

Mahasiswa,



(Danendra Arya Wisesa)

NRP. 5020201084

## STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Danendra Arya Wisesa / 5020201084  
Department : Ocean Engineering  
Advisor / NIP : Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc / 196012141989031001

Hereby declare that the Final Project with the title of "NUMERICAL MODELING OF RIP CURRENTS AT KLAYAR BEACH, PACITAN " is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya,

Acknowledged

Advisor

Student,



(Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc \_\_\_\_\_ )

NIP. 196012141989031001



(Danendra Arya Wisesa)

NRP. 5020201084



# PEMODELAN NUMERIK ARUS RIP DI PANTAI KLAYAR, PACITAN

**Nama ./NRP** : **Danendra Arya Wisesa / 5020201084**  
**Departemen** : **Teknik Kelautan FTK - ITS**  
**Dosen Pembimbing** : **Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc**  
**Ir. R. Haryo D A.ST .M.Eng.,Ph.D**

## ABSTRAK

Arus rip merupakan sebuah ancaman yang membahayakan bagi pengunjung yang mandi di daerah pesisir. Sebagai tindakan pencegahan dilakukan studi terhadap potensi arus rip pada suatu lokasi titik. Studi ini dilakukan dengan pemodelan numeris untuk mengetahui karakteristik dari arus rip di Pantai Klayar, Pacitan dengan menggunakan *software* Mike 21. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa terdapat tiga area yang terindikasi munculnya arus rip yaitu pada Tanjung Barat yang memiliki kecepatan *feeder* sebesar 0.704 m/s dan kecepatan *neck* sebesar 0.620m/s, pada Tanjung Timur memiliki kecepatan *feeder* sebesar 0.471 m/s dan kecepatan *neck* sebesar 0.414 m/s dan pada area tengah memiliki kecepatan *feeder* sebesar 0.22 m/s dari arah timur dan 0.23 m/s dari arah barat serta kecepatan *neck* sebesar 0.35m/s

Kata kunci : Arus Rip, Karakteristik, Pemodelan

# **NUMERICAL MODELING OF RIP CURRENTS AT KLAYAR BEACH, PACITAN**

**Name./ NRP** : **Danendra Arya Wisesa / 5020201084**  
**Department** : **Ocean Engineering**  
**Advisor** : **Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc**  
**Ir. R. Haryo D A.ST .M.Eng.,Ph.D**

## **ABSTRACT**

Rip currents are a threat hazard to visitors bathing in coastal areas. As a precautionary measure, a study of the potential for rip currents at a point location was conducted. This study was carried out with numerical modeling to determine the characteristics of rip currents at Klayar Beach, Pacitan using Mike 21 software. Based on the results of this study, it can be seen that there are three areas that are indicated by rip currents, namely at indicated the emergence of rip currents, namely at Tanjung Barat which has a feeder speed of 0.704 m/s. feeder speed of 0.704 m/s and neck speed of 0.620m/s, the East Cape has a feeder speed of 0.471 m/s and a neck speed of 0.414 m/s. neck speed of 0.414 m/s and in the center area has a feeder speed of speed of 0.22 m/s from the east and 0.23 m/s from the west and a neck speed of 0.35m/s

**Keyword** : Rip Current, Characteristics, Modeling

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, segala puji Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberi segala kenikmatan-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas akhir yang berjudul “Pemodelan Numerik Arus Rip di Pantai Klayar, Pacitan”.

Penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Tugas akhir ini membahas tentang melakukan modeling arus rip menggunakan software untuk mendapatkan output yang akan dibandingkan dengan hasil pengamatan.

Penulis sadar bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan masukan untuk perbaikan penelitian dan meningkatkan pengetahuan dan pemahaman yang lebih baik lagi. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat untuk seluruh pembaca laporan ini.

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
DAFTAR SINGKATAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
<b>1.1</b> Latar Belakang.....	1
<b>1.2</b> Rumusan Masalah .....	2
<b>1.3</b> Tujuan.....	3
<b>1.4</b> Manfaat.....	3
<b>1.5</b> Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
<b>2.1</b> Tinjauan Pustaka .....	4
<b>2.2</b> Dasar Teori .....	5
2.2.1 Batimetri .....	5
2.2.2 Gelombang Laut .....	5
2.2.3 Gelombang Pecah .....	7
2.2.4 <i>Rip Current</i> .....	9
2.2.5 Pasang Surut .....	12
2.2.6 <i>Software Mike-21</i> .....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
<b>3.1</b> Prosedur Penelitian.....	16
<b>3.2</b> Flow Chart Penelitian .....	18
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	19
<b>4.1</b> ANALISIS DATA.....	19
4.1.1 Lokasi Geografis .....	19
4.1.2 Batimetri.....	19
4.1.3 Data Arus .....	20
4.1.4 Data Pasang Surut .....	20
4.1.5 Data Gelombang Laut dan Angin .....	21
<b>4.2</b> Pembahasan .....	21

4.2.1	<i>Land Boundary</i> .....	21
4.2.2	Pembuatan <i>Mesh</i> .....	21
4.2.3	Peramalan Pasang Surut.....	22
4.2.4	<i>Running</i> model <i>FLOW MODEL FM</i> .....	23
4.2.5	Output Pemodelan <i>FLOW MODEL FM</i> .....	24
4.2.6	<i>Running</i> model <i>SPECTRAL WAVES FM</i> .....	25
4.2.7	Analisis Kemunculan Arus Rip Hasil Pemodelan .....	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		31
5.1	Kesimpulan.....	31
5.2	Saran .....	32
DAFTAR PUSTAKA .....		33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pantai Klayar .....	4
Gambar 2.2 Gambar Gelombang Laut .....	6
Gambar 2.3 Sket definisi gelombang (Coastal Engineering Reseach Center, 1984) .....	6
Gambar 2.5 Grafik penentuan tinggi gelombang pecah (Coastal Engineering Reseach Center, 1984) .....	8
Gambar 2.6 Grafik penentuan kedalaman gelombang pecah (Coastal Engineering Reseach Center, 1984) .....	8
Gambar 2.7 Skema terjadinya <i>rip current</i> (MacMahan <i>et al.</i> , 2006).....	10
Gambar 2.8 Jenis <i>rip current</i> berdasarkan control hidrodinamik (Castelle <i>et al.</i> , 2016) .....	11
Gambar 2.9Jenis <i>rip current</i> berdasarkan kontrol batimetri (Castelle <i>et al.</i> , 2016) .....	11
Gambar 2.10 Jenis <i>rip current</i> berdasarkan kontrol rintangan kaku, gambar dimodifikasi berdasarkan (Castelle <i>et al.</i> , 2016).....	12
Gambar 2.11 Tipe pasang surut (Triatmodjo, 1999).....	13
Gambar 2.12 Tampilan awal <i>software</i> , tampilan awal modul dan output pemodelan transformasi gelombang (Pratama & Kurniadi, 2023) .....	15
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	18
Gambar 4.1 Lokasi Geografis Pantai Klayar ( <i>Google Earth Pro</i> ).....	19
Gambar 4.2 Peta kontur batimetri (Wahyudi <i>et al.</i> , 2023).....	20
Gambar 4.3 <i>Land Boundary</i> Pantai Klayar (Google Earth, 2024).....	21
Gambar 4.4 Hasil pembuatan <i>mesh</i> pada Pantai Klayar dengan <i>Mesh Generator</i>	22
Gambar 4.5 Grafik antara data pengamatan dan data peramalan.....	23
Gambar 4.6 Hasil Pemodelan <i>FLOW MODEL FM</i> Berupa <i>Area Series</i> .....	24
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Arus.....	25
Gambar 4.8 Hasil Pemodelan <i>SPECTRAL WAVES FM</i> Berupa <i>Area Series</i> .....	26
Gambar 4.9 Visualisasi Arus Rip Area Tanjung Barat .....	27
Gambar 4.10 Visualisasi Gelombang Area Tanjung Barat .....	27
Gambar 4.11 Visualisasi Arus Rip Area Tengah .....	28
Gambar 4.12 Visualisasi Arus Rip Area Tanjung Timur.....	29
Gambar 4.13 Visualisasi Gelombang Area Tanjung Timur.....	29

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data korban tenggelam Pantai Kalyar tahun 2014-2023 dari berbagai sumber .....	1
Tabel 4.1 Data koordinat pemasangan ADCP .....	20
Tabel 4.2 Tabel Konstanta Pasang Surut Wahyudi <i>et al</i> , (2023) .....	20
Tabel 4.3 Spesifikasi ukuran <i>mesh</i> .....	22
Tabel 4.4 Validasi antara data pengamatan dan data peramalan .....	23
Tabel 4.5 Validasi arus tiap 10 menit (m/s) .....	24
Tabel 4.6 Validasi arus tiap 1 jam (m/s) .....	25
Tabel 4.7 Input Parameter Modul <i>SPECTRAL WAVES FM</i> .....	26
Tabel 4.8 Dimensi Arus Rip Area Tanjung Barat .....	28
Tabel 4.9 Dimensi Arus Rip Area Tengah .....	28
Tabel 4.10 Dimensi dan Kecepatan Aru Rip Tanjung Timur .....	30
Tabel 4.11 Kecepatan Arus Rip .....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A .....	35
LAMPIRAN B .....	39
LAMPIRAN C .....	41
LAMPIRAN D .....	43
LAMPIRAN E .....	45



## DAFTAR SIMBOL

$d$	= Kedalaman dari Ketinggian Air Tenang
$H_i$ )	= Tinggi Gelombang Bebas Asal ( Kedalaman Dalam Air, $d$ )
$X$	= Koefisien Refleksi Gelombang
$h_o$	= Ketinggian Pusat Orbit Clopotis ( Rata-rata Ketinggian Air di Dinding ) Di Atas Permukaan Air Tenang
$y_c$	= Kedalaman dari Puncak Clopotis
$y_t$	= Kedalaman Palung Clopotis
$b$	= Tinggi Tembok
$(x, y, t)$	= Kedalaman air [m],
$d(x, y, t)$	= kedalaman air dalam berbagai waktu [m],
$\zeta(x, y, t)$	= Elevasi permukaan [m],
$p, q(x, y, t)$	= Flux density dalam arah $x$ dan $y$ [ $m^3/s/m$ ]
$(u_h, v_h); (u, v)$	= depth average velocity dalam arah $x$ dan $y$ ,
$C(x, y)$	= Tahanan Chezy [ $m^{1/2}/s$ ],
$g$	= Kecepatan gravitasi [ $m/s^2$ ],
$f(V)$	= Faktor gesekan angin,
$V, V_x, V_y(x, y, t)$	= Kecepatan angin dalam arah $x$ dan $y$ [m/s],
$\Omega(x, y)$	= Parameter Coriolis [ $s^{-1}$ ],
$p_a(x, y, t)$	= Tekanan atmosfer [ $kg/m/s^2$ ],
$\rho_w$	= Berat jenis air [ $kg/m^3$ ],
$(x, y)$	= Koordinat ruang [m],
$t$	= Waktu [s],
$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$	= Komponen effective shear stress.

## DAFTAR SINGKATAN

- UAV = Unmanned Aerial Vehicle (Pesawat tanpa awak)  
ECMWF = European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pantai merupakan salah satu potensi yang dimiliki Indonesia. Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Pantai menjadi salah satu destinasi wisata yang menarik bagi wisatawan. Wisatawan yang berkunjung ke Pantai tidak jarang mengalami kecelakaan. Salah satu kecelakaan yang dapat terjadi ialah tenggelam karena terseret arus rip.

Lokasi penelitian yang dalam Tugas Akhir ini adalah Pantai Klayar yang lokasi di Desa Sendang, Kecamatan Donorojo, Pacitan, Jawa Timur. Pantai Klayar memiliki pemandangan yang luas, air yang jernih dan pasir pantai yang putih sehingga menarik banyak wisatawan sebagai destinasi wisata. Namun, Pantai Klayar telah banyak memakan korban akibat terseret arus yang mengakibatkan 12 korban meninggal dunia dari rentan tahun 2014-2023 berdasarkan Tabel 1.1. Sehingga diperlukan penelitian tentang arus rip untuk mengetahui resiko bahayanya.

*Rip Current* merupakan sebuah ancaman bagi manusia saat beraktifitas di Pantai. Telah banyak korban akibat dari fenomena *rip current*. Berdasarkan (Joko, 2017) pada salah satu Pantai di Jawa Tengah selama periode 1991-2012 telah terjadi 475 kasus dengan korban hingga 100 jiwa lebih. Hal tersebut terjadi karena mayoritas dari korban tidak mengetahui bahwa mereka sedang berada di lokasi yang terdapat *rip current*. Selain di Indonesia, di negara lain kasus akibat *rip current* juga banyak terjadi. Di negara Spanyol diperkirakan 400-500 orang menjadi korban akibat fenomena *rip current* (Diez-Fernández *et al.*, 2023).

**Tabel 1.1** Data korban tenggelam Pantai Kalyar tahun 2014-2023 dari berbagai sumber

Tahun	Selamat	Meninggal	Hilang	Total
2014	0	3	0	3
2015	2	2	0	4
2016	6	2	2	10
2017	0	0	0	0
2018	2	1	0	3
2019	0	0	0	0
2020	0	0	0	0

2021	0	0	0	0
2022	0	1	0	1
2023	0	3	0	3
Total Korban				24

Di Indonesia jurnal mengenai *rip current* sudah banyak. Pada Pantai Klayar simulasi model *rip current* mengindikasikan terjadi pada bagian Tengah Pantai (Deskaranti *et al.*, 2017). Pada Pantai Teluk Popoh analisis *rip current* menunjukkan bahwa *rip current* memiliki tipe *topographic rip* dan *accretionary beach rip* (Fuad *et al.*, 2023). Pada Pantai Taman, Pacitan tipe *rip current* merupakan tipe *topographic rip* yang dipengaruhi oleh teluk serta Lembah dan punggung (Setyawan *et al.*, 2017).

Sebelumnya, penelitian mengenai *rip current* di Pantai Klayar telah dilakukan. Menurut (Deskaranti *et al.*, 2017), hasil simulasi melalui *software* Surface-Water Modeling System (SMS) menunjukkan pada musim barat kecepatan arus *rip current* paling besar mencapai 4,25 m/s. Penelitian dilakukan menggunakan menggunakan model pemodelan Boussinesq.

Pada penilitan untuk Tugas Akhir ini menggunakan parameter batimetri, data gelombang, data angin, dan pasang surut. Penggunaan data akan penulis olah menggunakan aplikasi Mike-21 untuk melihat karakteristik berupa rata-rata kecepatan, tipe *rip current*, dan dimensi yang akan dibandingkan dengan data dari jurnal penelitian lokasi terkait. Pada jurnal terkait data didapat dari survei secara langsung menggunakan UAV dan fluorescent dye berupa uranine (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>O<sub>5</sub>) di Pantai Klayar (Wahyudi *et al.*, 2023).

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik dan jenis serta faktor yang mempengaruhi pembentukan *rip current* di Pantai Klayar, Pacitan?
2. Bagaimana perbandingan karakteristik *rip current* hasil pemodelan dengan data dari survei secara langsung?

### 1.3 Tujuan

Tujuan yang dibahas pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik dan jenis serta faktor yang mempengaruhi pembentukan *rip current* di Pantai Klayar, Pacitan
2. Untuk mengetahui perbandingan karakteristik *rip current* hasil pemodelan dengan data dari survei secara langsung

### 1.4 Manfaat

Memberikan referensi kepada stakeholders tentang karakteristik arus *rip* (tipe, dimensi, dan kecepatan rata-rata) di Pantai Indrayanti. Menambah pengetahuan mengenai karakteristik arus *rip* berdasarkan hasil pemodelan, pengukuran, dan survei UAV di Pantai Indrayanti bagi stakeholders.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Analisis dilakukan pada Pantai Klayar, Pacitan dengan koordinat -8.2251111, 110.9483384
2. Data yang digunakan merupakan hasil survei yang dilakukan oleh Wahyudi *et al* (2023) dan data sekunder gelombang dari ECMWF
3. Software yang digunakan untuk pemodelan adalah Mike-21

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pantai Klayar, terletak sekitar 35 km di sebelah barat Kota Pacitan dengan koordinat - 8°3'25.782" LU, 110°56'43.119" BT, menampilkan pasir putih, batu karang, dan dikelilingi oleh tebing-tebing karst yang megah dan menjulang tinggi seperti pada Gambar 2.1. Pantai Klayar menjelma menjadi surga tersembunyi yang patut dikunjungi bagi siapa pun yang mencintai keindahan alam yang alami dan mempesona. Menurut data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Pacitan, jumlah pengunjung Pantai Klayar mencapai 699.429 pada tahun 2019. Namun, terdapat sekitar 24 korban kasus kecelakaan tenggelam akibat *rip current* yang terjadi pada tahun 2014 hingga 2023.



**Gambar 2.1** Pantai Klayar

Rip current adalah aliran laut yang terfokus dan bergerak dari tepi pantai ke laut terbuka setelah terbawa oleh gelombang sebelumnya. Aliran ini sempit dan memiliki jarak yang berbeda-beda satu sama lain (Castelle et al., 2016; Shepard et al., 1941). Pada umumnya *rip current* memiliki kecepatan yang dapat mencapai 1m/s – 2m/s dan umumnya memiliki lebar kurang dari 9 m. Menurut (Castelle et al., 2016) *rip current* memiliki beberapa jenis berdasarkan penyebabnya, yaitu disebabkan oleh gaya hidrodinamik, morfologi pantai, dan struktur alami atau buatan.

Terdapat beberapa penelitian mengenai arus rip yang sebelumnya telah dilakukan. Pada penelitian arus rip oleh (Pratama & Kurniadi, 2023) dilakukan simulasi menggunakan model *spectral wave* dengan *software* MIKE 21 pada Pantai Timu Pangandaran. Hasil simulasi yang dilakukan selama 15 hari divalidasikan menggunakan RMSE dan mendapat nilai 10,3%. Hasil pemodelan dari *rip current* juga dibandingkan dengan hasil citra satelit *google earth* dan menunjukkan bahwa *rip current* yang terbentuk memiliki pola yang mirip.

Deskaranti *et al* (2017) melakukan penelitian berupa simulasi di Pantai Klayar menggunakan *software* Surface-Water Modeling System (SMS), simulasi dilakukan selama empat musim. Yang dimana hasil simulasi menunjukkan pola pergerakan *rip current* tiap musim berbeda karena tinggi gelombang yang berbeda-beda.

Berdasarkan referensi tersebut, penulis akan menulis Tugas Akhir suatu penelitian mengenai *rip current*. Penelitian ini akan berfokus pada pemodelan *rip current* menggunakan *software* MIKE 21. Data yang digunakan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi *et al*, (2023).

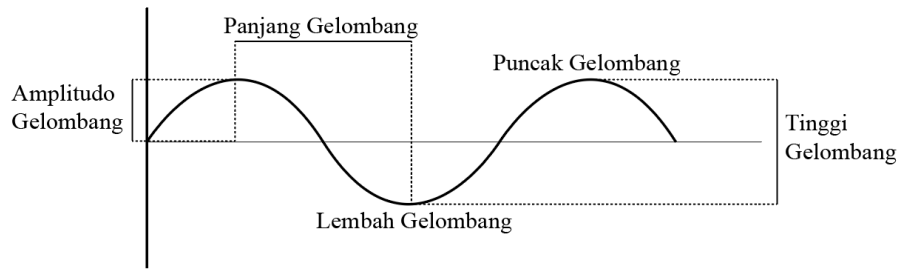
## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Batimetri

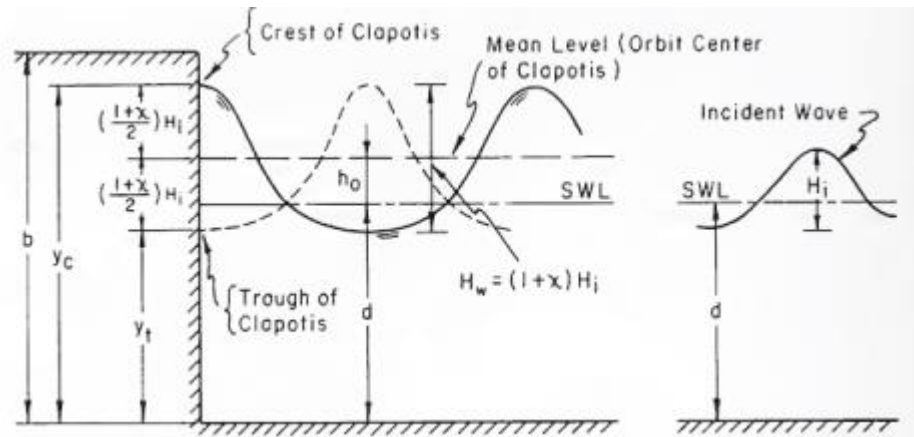
Batimetri adalah sebuah peta yang memberikan informasi mengenai dasar laut yang berupa ukuran tinggi rendahnya dasar laut. Untuk mendapatkan data batimetri dilakukan proses penggambaran dasar perairan berupa pengukuran hingga visualisasi, kegiatan tersebut disebut survei batimetri. Untuk mendapat garis kontur kedalaman pada peta batimetri, dilakukan interpolasi titik-titik kedalaman yang tersebar pada lokasi yang diteliti. Titik-titik kedalaman diharuskan berada pada lajur pengukuran kedalaman atau dapat disebut *sounding line* (Poerbandono & Djurnarsjah, 2005).

### 2.2.2 Gelombang Laut

Gelombang laut adalah sebuah fenomena di mana air laut bergerak naik dan turun dengan arah tegak lurus permukaan air laut dan membentuk kurva atau grafik sinusoidal (Kurniawan *et al.*, 2011). Gelombang di laut terjadi karena beberapa macam faktor, seperti tiupan angin di permukaan laut, pasang surut atau gaya Tarik matahari dan bulan terhadap gravitasi bumi, letusan gunung atau gempa laut yang menyebabkan gelombang tsunami, dan beberapa faktor yang lainnya. Gelombang dapat membentuk Pantai karena arus yang ditimbulkan dan transport sedimen yang terjadi (Triatmodjo, 1999). Bentuk gelombang laut ditunjukkan pada gambar 2.2



**Gambar 2.2** Gambar Gelombang Laut



**Gambar 2.3** Sket definisi gelombang (Coastal Engineering Research Center, 1984)

Gambar 2.3 menunjukkan suatu gelombang yang berada pada system koordinat x-y. Gelombang menjalar pada arah sumbu x. Notasi yang digunakan pada gambar tersebut adalah:

- d = Kedalaman dari Ketinggian Air Tenang
- $H_i$  = Tinggi Gelombang Bebas Asal ( Kedalaman Dalam Air, d )
- X = Koefisien Refleksi Gelombang
- $h_o$  = Ketinggian Pusat Orbit Clopotis ( Rata-rata Ketinggian Air di Dinding ) Di Atas Permukaan Air Tenang
- $y_c$  = Kedalaman dari Puncak Clopotis =  $d + h_o + \left(\frac{1+X}{2}\right) H_i$
- $y_t$  = Kedalaman Palung Clopotis =  $d + h_o - \left(\frac{1+X}{2}\right) H_i$
- b = Tinggi Tembok

Klasifikasi gelombang menurut kedalaman relatif, berupa perbandingan antara kedalaman air d dengan gelombang L, ( $d/L$ ), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi:

1. gelombang di laut dangkal jika  $d/L \leq 1/20$
2. gelombang di laut transisi jika  $1/20 < d/L < 1/2$
3. gelombang di laut dalam jika  $d/L \geq 1/2$



### 2.2.3 Gelombang Pecah

Gelombang pecah merupakan bentuk deformasi gelombang yang paling ekstrim. Saat terjadi gelombang pecah, gelombang tersebut melepas seluruh energinya sekaligus pada apa saja di sekitarnya dan energi gelombang akan membangkitkan arus serta pergerakan sedimen akan terpengaruh (Imbar, 2020).

Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringan, perbandingan tinggi dan Panjang gelombang (Triatmodjo, 1999). Kemiringan gelombang maksimum pada laut dalam mulai tidak stabil dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{H_0}{L_0} = \frac{1}{7} = 0,142 \quad (2.1)$$

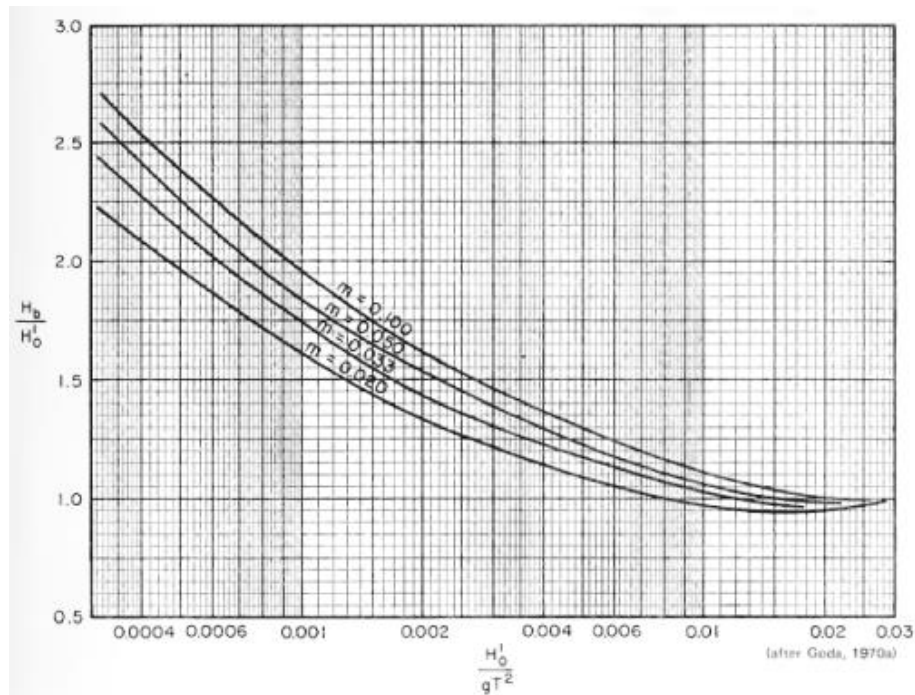
Pada kemiringan tersebut kecepatan partikel pada puncak gelombang akan sama dengan kecepatan rambat gelombang. Apabila kemiringan makin tajam dan melebihi batas maksimum dapat menyebabkan partikel di puncak gelombang akan lebih besar dari kecepatan rambat gelombang membuat ketidak-stabilan dan terjadi gelombang pecah.

Apabila kedalaman suatu gelombang pecah diberikan notasi  $d_b$  dan tinggi gelombang pecah diberikan notasi  $H_b$ . Untuk tinggi dan kedalaman dari gelombang pecah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{H_b}{H_{0'}} = \frac{1}{3,3 (H_{0'}/L_0)^{V^3}} \quad (2.2)$$

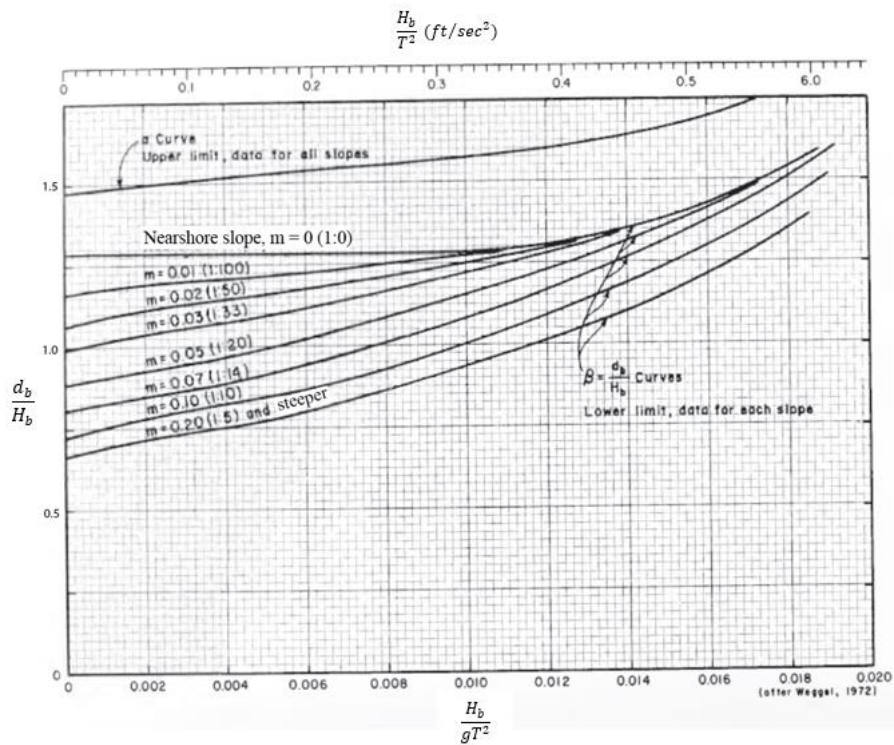
$$\frac{d_b}{H_b} = 1,28 \quad (2.3)$$

Gelombang pecah dapat menimbulkan terjadinya kemunculan dari arus rip. Arus rip akan terbentuk ketika gelombang pecah bertemu satu sama lain karena adanya halangan seperti struktur atau tanjung akan terjadi arus balik menuju arah laut lepas dan membentuk celah di antara buih pecahan gelombang,



**Gambar 2.5** Grafik penentuan tinggi gelombang pecah (Coastal Engineering Reseach Center, 1984)

Gambar 2.5 merupakan grafik yang digunakan untuk menentukan tipe dan ketinggian dari gelombang pecah dengan memerlukan beberapa data yang akan diinputkan. Pada gambar 2.6 di bawah ini merupakan grafik untuk menentukan kedalaman dari gelombang pecah.



**Gambar 2.6** Grafik penentuan kedalaman gelombang pecah (Coastal Engineering Reseach Center, 1984)

Grafik Gambar 2.6 dapat dituliskan dalam bentuk rumus sebagai berikut:

$$\frac{H_b}{H_{0'}} = \frac{1}{b - (aH_b/gT^2)} \quad (2.4)$$

Di mana  $a$  dan  $b$  merupakan fungsi kemiringan Pantai  $m$  yang dituliskan oleh persamaan berikut:

$$a = 43,75(1 - e^{-19m}) \quad (2.5)$$

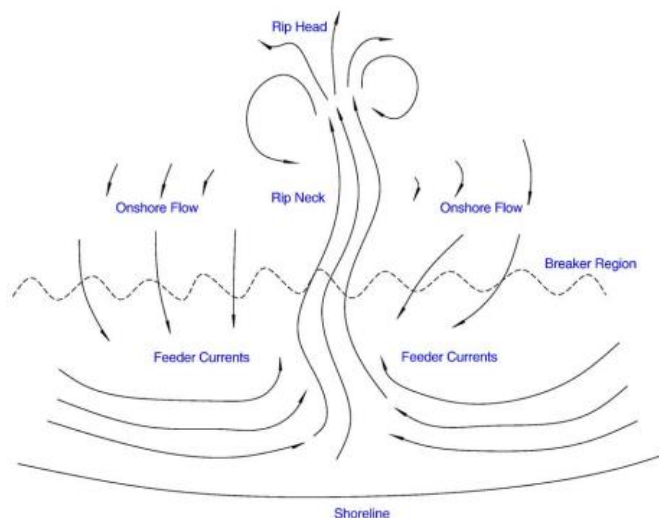
$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})} \quad (2.6)$$

#### 2.2.4 Rip Current

*Rip current* merupakan aliran air laut yang terkonsentrasi bergerak dari garis Pantai menuju laut lepas yang sebelumnya terbawa oleh gelombang, aliran air tersebut merupakan aliran sempit dan memiliki jarak jarak yang bervariasi antar satu sama lain (Castelle *et al.*, 2016; Shepard *et al.*, 1941). Terbentuknya *rip current* dapat disebabkan oleh terjadinya transformasi pada gelombang yang dikarenakan gelombang tersebut datang menuju garis Pantai dan membentuk sudut kurang dari 5 derajat (Welly *et al.*, 2021)

Arus rip terdiri dari beberapa bagian yaitu berupa *feeder*, *rip neck*, dan *rip head* seperti pada Gambar 2.7. Kecepatan arus rip dapat mencapai 1m/s – 2m/s dan umumnya memiliki lebar kurang dari 9 m. Kecepatan arus rip pada bagian *feeder* dapat diperoleh menggunakan persamaan *longshore current*, menurut Robert A. Darymple 1978;

$$V = \frac{\mu h_b}{\omega_t h_t} Y \quad (2.7)$$



**Gambar 2.7** Skema terjadinya *rip current* (MacMahan *et al.*, 2006)

*Rip current* dapat dibagi menjadi beberapa jenis bagian berdasarkan mekanisme terjadinya. Menurut (Castelle *et al.*, 2016) pembagian jenis *rip current* adalah sebagai berikut:

#### 2.2.4.1 *Hydrodynamically-Controlled Rip Currents*

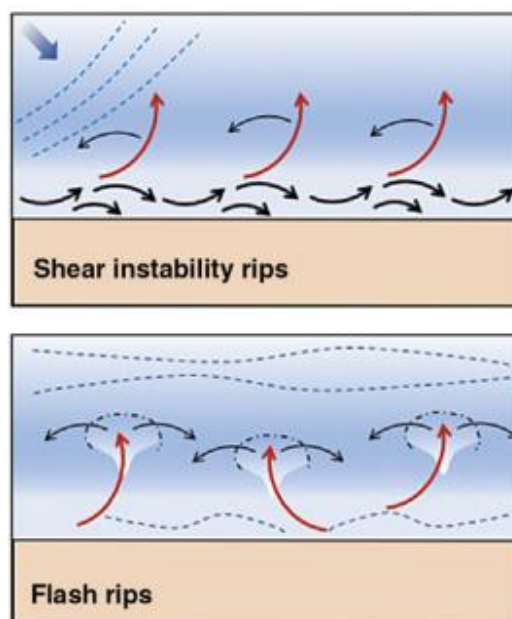
Jenis arus rip ini dikendalikan oleh gaya hidrodinamik. Jenis arus rip ini terjadi terjadi pada sepanjang garis pantai dan bersifat sementara sehingga tidak dapat diprediksi. Jenis *rip current* ini terbatas pada pantai yang sejajar atau bagian datar pantai, seperti *low tide terrace* dan *seaward slopes of sandbars*. Bagian-bagian dari arus rip yang dikontrol oleh gaya hidrodinamik adalah sebagai berikut:

##### 1. *Flash rips*

*Flash rips* memiliki sifat sementara, secara temporal maupun spasial sehingga kemunculannya sulit untuk dideteksi, dan lebih lemah dibanding jenis yang dipengaruhi oleh batimetri. *Flash rips* sendiri kemunculannya hanya beberapa menit (Leatherman, 2012).

##### 2. *Shear instability rips*

Merupakan jenis *rip current* yang terjadi karena ketidakstabilan geseran arus sepanjang pantai, disebabkan karena arus mengalami pergeseran melintang arah pantai yang mengakibatkan vortex geseran, serta arus balik yang kuat dan sempit ke arah laut.



**Gambar 2.8** Jenis *rip current* berdasarkan control hidrodinamik (Castelle *et al.*, 2016)

#### 2.2.4.2 Bathymetrically-Controlled Rip Current

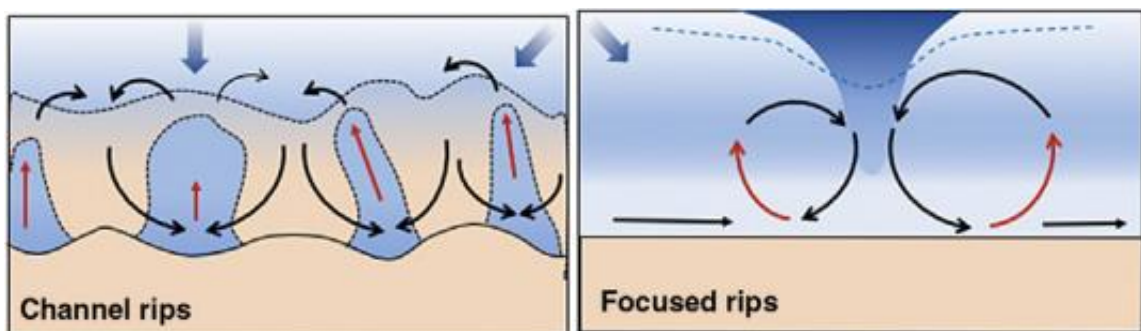
Merupakan jenis *rip current* yang terjadi melalui proses hidrodinamik yang dikendalikan oleh keadaan morfologis lokasi, lebih spesifiknya oleh batimetri atau struktur dasar laut. Jenis ini cenderung lebih presisten dalam waktu dan ruang. Menurut (Pangururan *et al.*, 2015) morfologi lokasi memiliki korelasi terhadap *rip current*, dimana kecepatan *rip current* memiliki hubungan berbanding lurus dengan kemiringan pantai (*slope*). Kecepatan dari *rip current* akan semakin tinggi ketika sudut *slope* semakin besar. Jenis arus rip ini divisualisasikan pada Gambar 2.9. Arus rip yang dikendalikan oleh batimetri memiliki beberapa jenis, berikut ini merupakan jenis-jenisnya:

1. *Channel rip current*

Merupakan jenis *rip current* yang sering didokumentasikan dan dipahami dengan baik karena dapat diprediksi, mudah diukur dan keberadaannya yang umum di dunia. Jenis tersebut terjadi pada pantai dengan keadaan pantai menengah dan terjadi ketika air yang terbawa gelombang pecah mengalir dengan lebih mudah ke saluran dalam antara bar pasir di *surfzone*.

2. *Focused rips*

Jenis *rip current* yang terjadi di lokasi tetap di sepanjang pantai karena terdapat variasi dalam tinggi dan sudut gelombang pecah. Jenis ini dipengaruhi oleh gelombang miring sehingga menyebabkan variasi dalam tinggi dan sudut gelombang pecah.



**Gambar 2.9**Jenis *rip current* berdasarkan kontrol batimetri (Castelle *et al.*, 2016)

#### 2.2.4.3 Boundary Controlled Rip Current

Merupakan jenis arus rip yang dipengaruhi adanya keberadaan fitur alami maupun struktur buatan, seperti tanjung, pondasi, atau dermaga. Fitur tersebut secara efektif memberi

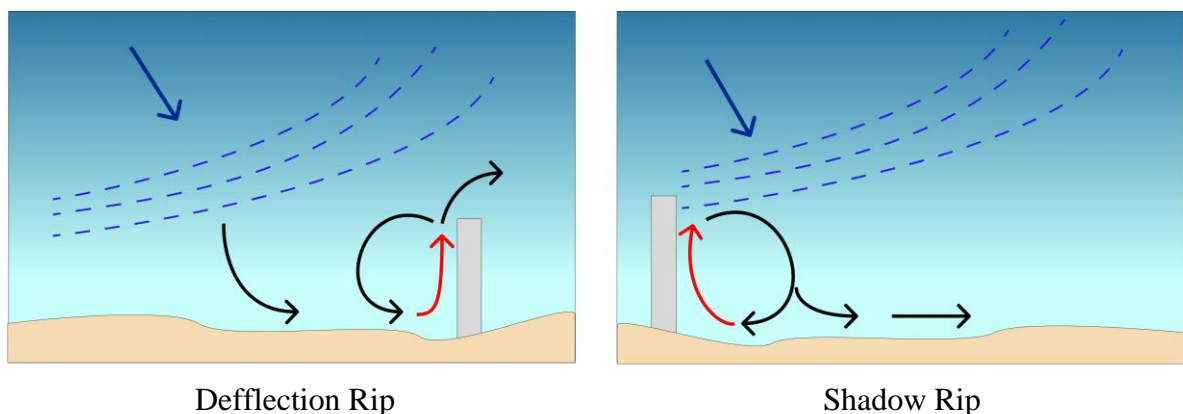
kendali batimetri lateral untuk pembentukan arus rip di sekitarnya. Jenis arus rip ini divisualisasikan pada Gambar 2.10.

### 1. *Shadow rip*

Jenis *rip current* yang terjadi pada sepanjang pantai yang terkena gelombang miring, terutama yang terdapat rintangan kaku seperti tanjung dan dermaga. Keberadaan rintangan membuat variasi tinggi gelombang dan dissipasi energi gelombang karena efek bayangan gelombang terbentuk di sekitarnya yang membuat terbentuknya arus yang mengalir ke laut sepanjang rintangan.

### 2. *Defflection rip*

Jenis *rip current* yang terjadi pada sepanjang pantai yang terdapat rintangan kaku. Mekanisme terjadinya ketika gelombang miring secara fisik dibelokkan ke laut karena bertemu dengan rintangan kaku. Jenis *rip current* ini memiliki sifat yang mudah diprediksi.



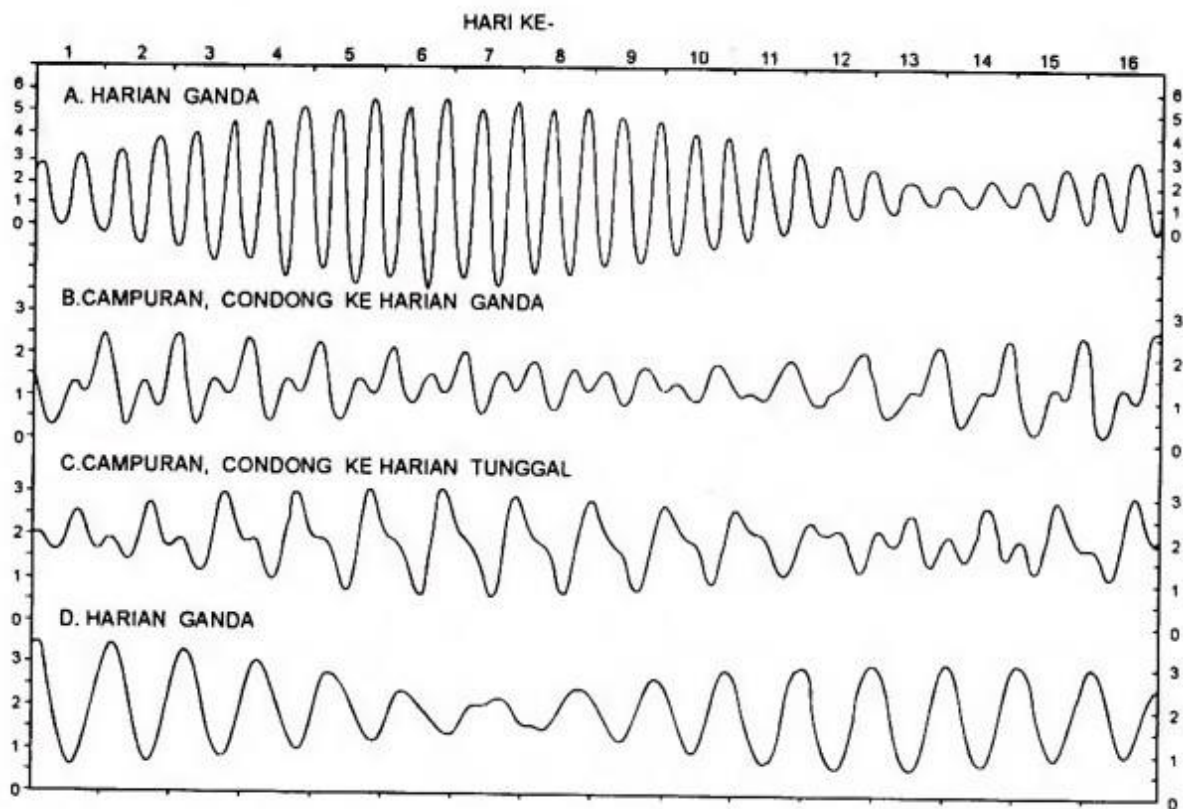
**Gambar 2.10** Jenis *rip current* berdasarkan kontrol rintangan kaku, gambar dimodifikasi berdasarkan (Castelle *et al.*, 2016)

### 2.2.5 Pasang Surut

Pasang surut adalah naik turunnya permukaan air laut seiring waktu karena tarikan gravitasi yang diberikan oleh benda langit, terutama oleh bulan dan matahari, terhadap massa air di Bumi. Meskipun bulan jauh lebih dekat dengan Bumi daripada matahari, gaya tarikan bulan memiliki dampak yang lebih besar daripada gaya tarikan matahari (Triatmodjo, 1999).

Terdapat empat jenis dasar dari pasang surut air laut seperti pada Gambar 2.11 yang dapat diklasifikasikan berdasarkan periode dan keteraturannya (Triatmodjo, 1999). Berikut jenis-jenisnya:

1. Pasang surut harian ganda (semi-diurnal tide) dengan  $0 < F \leq 0.25$ . Pasang surut ini terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dalam satu hari, dengan tinggi yang hampir sama dan terjadinya secara teratur. Rata-rata periode pasang surut ini berkisar antara 12 hingga 24 menit.
2. Pasang surut harian tunggal (diurnal tide) dengan  $F > 3$ . Pasang surut ini terjadi dalam satu hari dengan satu kali pasang dan satu kali surut. Periode pasang surut ini adalah 24 jam 50 menit.
3. Pasang surut campuran yang lebih condong ke arah harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal) dengan  $1.5 < F \leq 3$ . Pasang surut ini terjadi dalam satu hari dengan satu kali pasang dan satu kali surut, namun terkadang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.
4. Pasang surut campuran yang lebih condong ke arah harian ganda (mixed tide prevailing diurnal) dengan  $0.25 < F < 1.5$ . Pasang surut ini terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari, tetapi tinggi dan periode pasang surutnya berbeda.



**Gambar 2.11** Tipe pasang surut (Triatmodjo, 1999)

### 2.2.6 Software Mike-21

MIKE 21 Flow Model FM merupakan *software* yang dikembangkan oleh Danish Hydraulic Institute (DHI) dengan kemampuan memodelkan arus pada suatu daerah secara 2 dimensi (2D) (Salim *et al.*, 2013). Software MIKE 21 juga memiliki modul untuk melakukan pemodelan gelombang yang disebut Spectral Waves Module. Selain dapat memodelkan arus, software MIKE 21 dapat juga memodelkan *sand transport*, *mud transport*, *oil spill* dan lainnya yang berhubungan dengan lingkungan. Gambar 2.12 merupakan tampilan awal dan hasil *output* dari *software* MIKE 21.

Modul yang digunakan untuk pemodelan arus dapat dituliskan seperti persamaan berikut:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad (2.8)$$

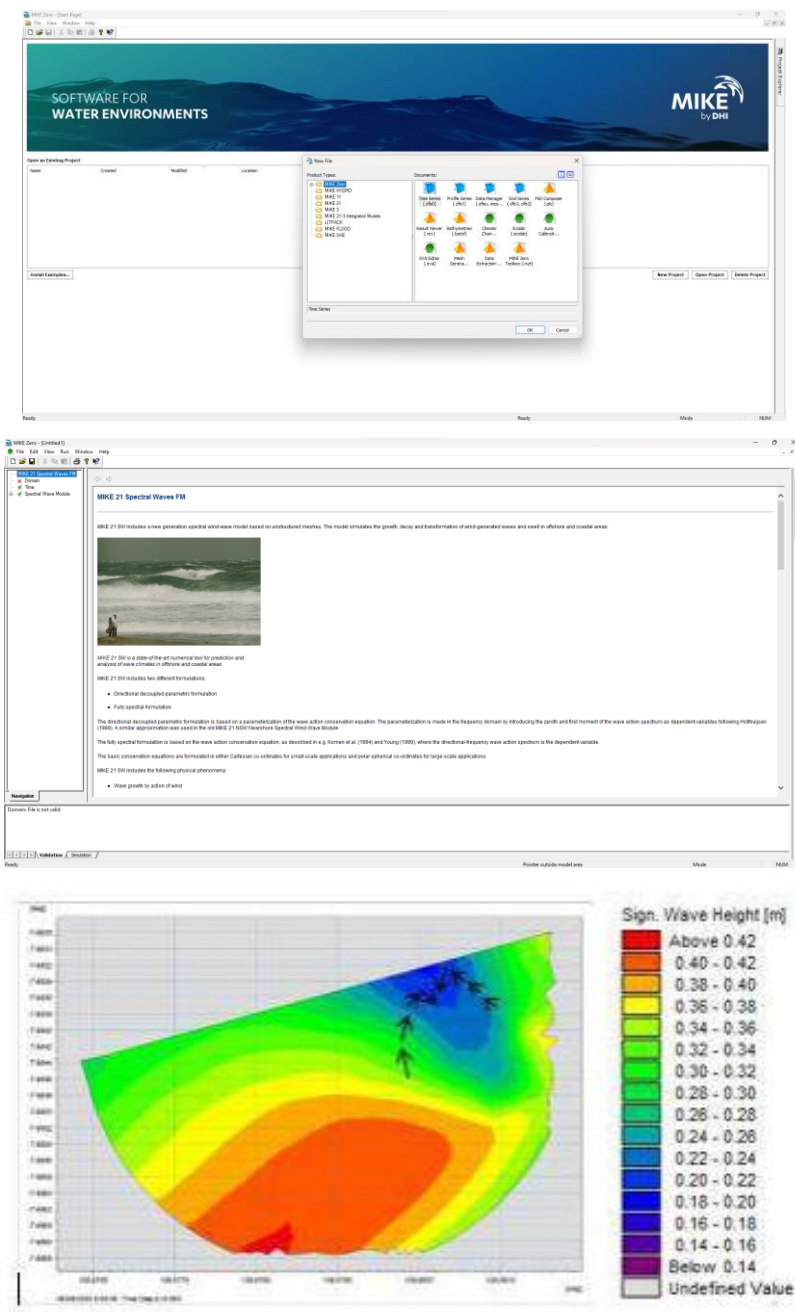
$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} \\ - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (\rho_a) = 0 \end{aligned} \quad (2.9)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} \\ - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_q - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial xy} (\rho_a) = 0 \end{aligned} \quad (2.10)$$

$(x, y, t)$	= Kedalaman air [m],
$d(x, y, t)$	= kedalaman air dalam berbagai waktu [m],
$\zeta(x, y, t)$	= Elevasi permukaan [m],
$p, q(x, y, t)$	= Flux density dalam arah $x$ dan $y$ [m <sup>3</sup> /s/m]
$(u_h, v_h); (u, v)$	= depth average velocity dalam arah $x$ dan $y$ ,
$C(x, y)$	= Tahanan Chezy [m <sup>1/2</sup> /s],
$g$	= Kecepatan gravitasi [m/s <sup>2</sup> ],
$f(V)$	= Faktor gesekan angin,
$V, V_x, V_y(x, y, t)$	= Kecepatan angin dalam arah $x$ dan $y$ [m/s],



- $\Omega(x, y)$  = Parameter Coriolis [s<sup>-1</sup> ],
- $pa(x, y, t)$  = Tekanan atmosfer [kg/m/s<sup>2</sup> ],
- $\rho w$  = Berat jenis air [kg/m<sup>3</sup>],
- $(x, y)$  = Koordinat ruang [m],
- $t$  = Waktu [s],
- $\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$  = Komponen effective shear stress.



**Gambar 2.12** Tampilan awal *software*, tampilan awal modul dan output pemodelan transformasi gelombang (Pratama & Kurniadi, 2023)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur untuk mencapai akhir dari Tugas Akhir ini, maka akan dijabarkan penjelasan secara rinci mengenai diagram alir Gambar 3.1:

1. Studi literatur

Pada tahapan ini akan dilakukan pencarian bahan referensi yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini seperti buku, jurnal, dan penelitian sebelumnya. Fokus utama pencarian bahan referensi ini berupa teori mengenai arus rip dan tata cara pengoprasian software yang digunakan. Tahapan ini dilakukan agar dapat membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

2. Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data pada penelitian ini diambil dari data sekunder yang merupakan hasil survei yang dilakukan oleh Wahyudi *et al* 2023 pada Pantai Klayar pada tanggal 11 Oktober 2022 hingga 26 Oktober 2022. Survei dilakukan menggunakan alat berupa ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*), UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), dan echo sounder. Data yang didapat pada penelitian tersebut berupa data UAV, data batimetri, dan data pasang surut. Selain data tersebut, terdapat data gelombang laut yang diperoleh dari ECMWF. Data batimetri, pasang surut dan gelombang akan digunakan sebagai input pada *software* Mike-21. Untuk data UAV digunakan untuk perbandingan antara hasil numerik dan hasil survei.

3. Pemodelan dan Analisis

Pemodelan dan analisis yang dilakukan pada Tugas Akhir ini antara lain;

- a) Pembuatan *Mesh*

Tahap ini penulis memulai untuk mengelolah data batimetri yang telah diperoleh dengan melakukan *mesh* pada data batimetri. Tahap ini dilakukan menggunakan modul *mesh generator* pada *software* Mike 21 dengan menginputkan data batimetri dengan format file (nama file).xyz.

- b) Validasi peramalan pasang surut

Pada tahap ini dilakukan peramalan pasang surut menggunakan *software* Mike 21 pada modul *Mike 21 Tool box*. Data yang diinputkan berupa koordinat dari lokasi

yang akan dilakukan peramalan pada pasang surutnya. Hasil peramalan akan divalidasi dengan perhitungan rumus RMSE (Root Mean Squared Error) untuk melihat seberapa besar error antara data peramalan dengan data angka hasil survei. Rumus untuk RMSE sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (3.1)$$

c) Running Model dan Plotting Hasil Model

Setelah mendapatkan data *mesh* dan pasang surut maka dapat dilakukan running model dengan menggunakan modul *Flow Model FM* atau *Spectral Wave FM*. Apabila pemodelan berhasil maka akan didapat visualisasi dari *rip current*. Model hasil simulasi akan diplotting berdasarkan hal yang akan diamati lebih lanjut, titik monitoring diplotting pada model untuk mengetahui grafik kecepatan yang sesuai dengan survei pada jurnal.

d) Analisis karakteristik dan faktor pembentukan *rip current*

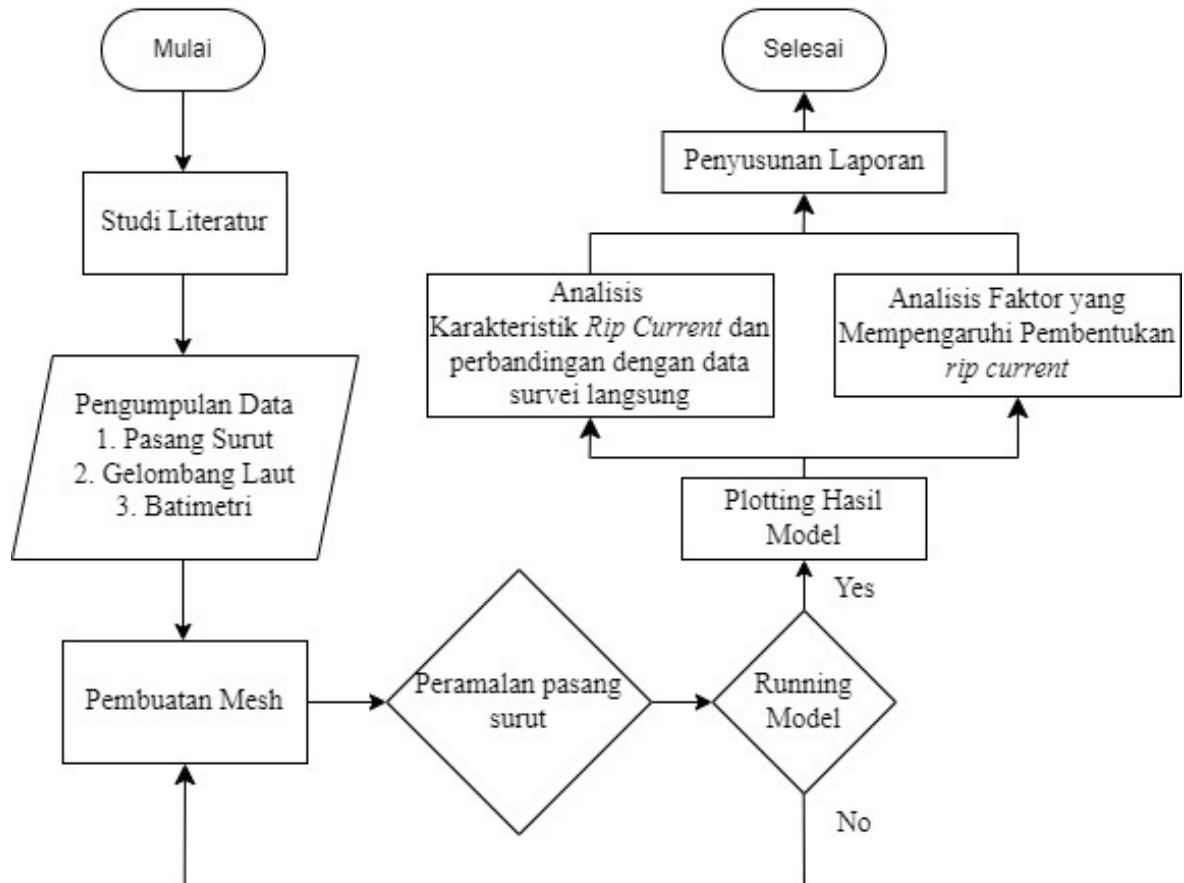
Pada tahapan ini area yang telah ditampilkan dalam plot terkait penyebaran pewarna floresen akan dianalisis secara menyeluruh, terutama mengenai karakteristik seperti kecepatan rata-rata, jenis arus rip, dan 24 dimensi arus rip di Pantai Klayar. Hasil analisis ini akan dibandingkan dengan data survei langsung menggunakan UAV. Setelah itu dilakukan analisis terhadap faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi terbentuknya *rip current* pada lokasi yang diteliti.

e) Penyusunan laporan

Pada tahap penyusunan laporan, seluruh hasil dari pemodelan akan ditulis secara menyeluruh beserta penjelasan yang didapat dari penelitian ke Tugas Akhir ini.

### 3.2 Flow Chart Penelitian

Agar mempermudah dalam pengerjaan, maka penulis menyusun flowchart tahapan dari pengerjaan pada gambar 3.2:



**Gambar 3.2** Diagram alir penelitian

## BAB IV

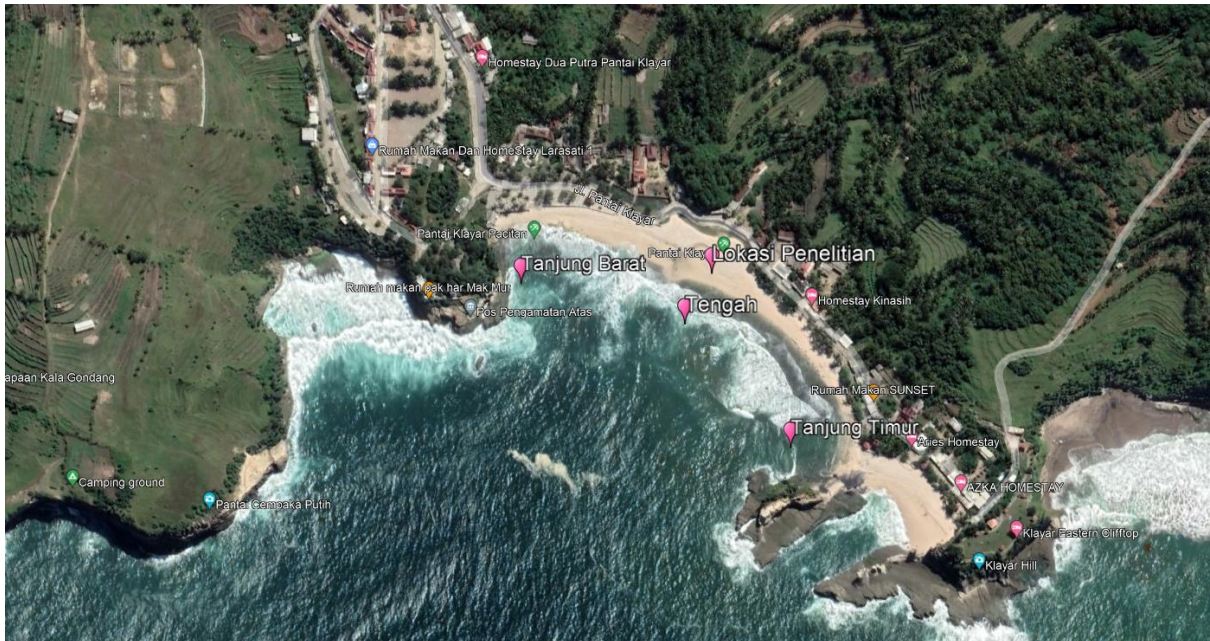
### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 ANALISIS DATA

Data yang digunakan pada pemodelan ini merupakan data survei lapangan yang dilakukan oleh Wahyudi *et, al* (2023) pada tanggal 11 Oktober 2022 hingga 26 Oktober 2022 di Pantai Klayar, Pacitan, Jawa Timur. Data-data tersebut berupa data batimetri, data *timeseries* pasang surut dan data arus. Untuk data sekunder pada pemodelan ini diambil dari ECMWF yang berupa data gelombang dan data angin.

##### 4.1.1 Lokasi Geografis

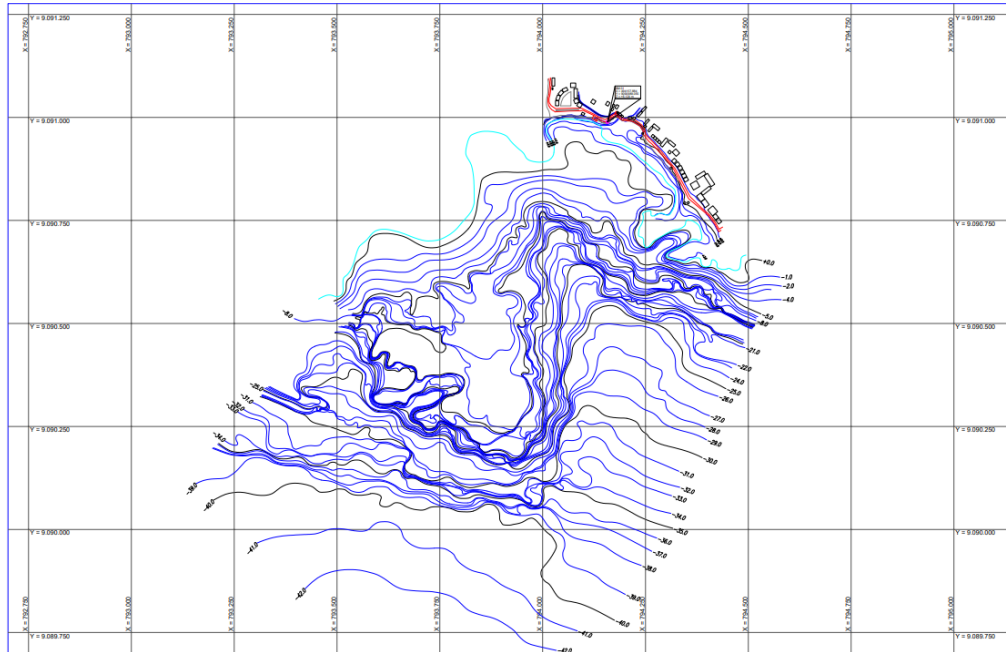
Daerah yang dimodelkan pada penelitian ini adalah Pantai Klayar yang terletak di Desa Sendang, Kecamatan Donorojo, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur dengan koordinat  $8^{\circ}3'25.782''$  LU,  $110^{\circ}56'43.119''$  BT. Pantai Klayar memiliki tiga wilayah bagian yaitu tanjung barat, tengah dan tanjung timur seperti pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Lokasi Geografis Pantai Klayar (*Google Earth Pro*)

##### 4.1.2 Batimetri

Data batimetri Gambar 4.2 yang didapatkan dari hasil survei yang dilakukan oleh Wahyudi., *et al* (2023) digunakan untuk pembuatan meshing dalam pemodelan ini. Data batimetri tersebut memiliki format XYZ yang digunakan sebagai input dalam pembuatan mesh pada menu *Mesh Generator*.



**Gambar 4.2** Peta kontur batimetri (Wahyudi *et al*, 2023)

#### 4.1.3 Data Arus

Data arus hasil survey oleh Wahyudi *et, al* (2023) pada koordinat  $8^{\circ}13'31.000''$  LS,  $110^{\circ}56'53.000''$  BT pada pemodelan ini digunakan untuk melakukan validasi terhadap data arus hasil pemodelan yang dilakukan. Data arus yang digunakan merupakan data arus tiap 10 menit dan tiap 1 jam.

#### 4.1.4 Data Pasang Surut

Data pasang surut yang digunakan berupa data *time series*, yang didapat dari survei secara *real time* oleh Wahyudi *et, al* (2023) pada koordinat yang dicantumkan pada Tabel 4.1. Data tersebut diolah untuk mendapatkan konstanta pasang surut dengan menggunakan metode admiralty pada software MIKE 21, hasil pengolahan data pasang surut pada Tabel 4.2 selanjutnya dilakukan pengolahan untuk mendapatkan data peramalan dengan software MIKE 21.

**Tabel 4.1** Data koordinat pemasangan ADCP

(Geografis)	X	Y
ADCP 1	$8^{\circ}13'31.000''$ LS	$110^{\circ}56'53.000''$ BT

**Tabel 4.2** Tabel Konstanta Pasang Surut Wahyudi *et al*, (2023)

	Name	Amp.	Phase
1	M2	0.6292	-122.37
2	S2	0.2866	-64.94

3	K1	0.2146	-103.92
4	O1	0.1111	-102.53
5	F4	0.0096	-42.29
6	F6	0.0084	174.57

#### 4.1.5 Data Gelombang Laut dan Angin

Data gelombang laut dan angin didapat dari data sekunder ECMWF. Data tersebut akan digunakan untuk melakukan pemodelan gelombang laut, dengan input gelombang berupa *Sign Wave Hight*, *Peak Wave Period* dan *Mean Wave Direction*, lalu untuk data angin inputnya berupa kecepatan dan arah angin.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Land Boundary

*Land Boundary* adalah sebuah batas daratan, yang dimana data dari *Land Boundary* dapat diperoleh melalui *google earth pro* dan *ArcMap*. Data yang didapat berupa data koordinat dari daratan pada lokasi survei. *Land Boundary* diperlukan untuk pembuatan *Mesh* pada *Mesh Generator*. Data *Land Boundary* ditunjukkan dengan garis merah pada Gambar 4.3.



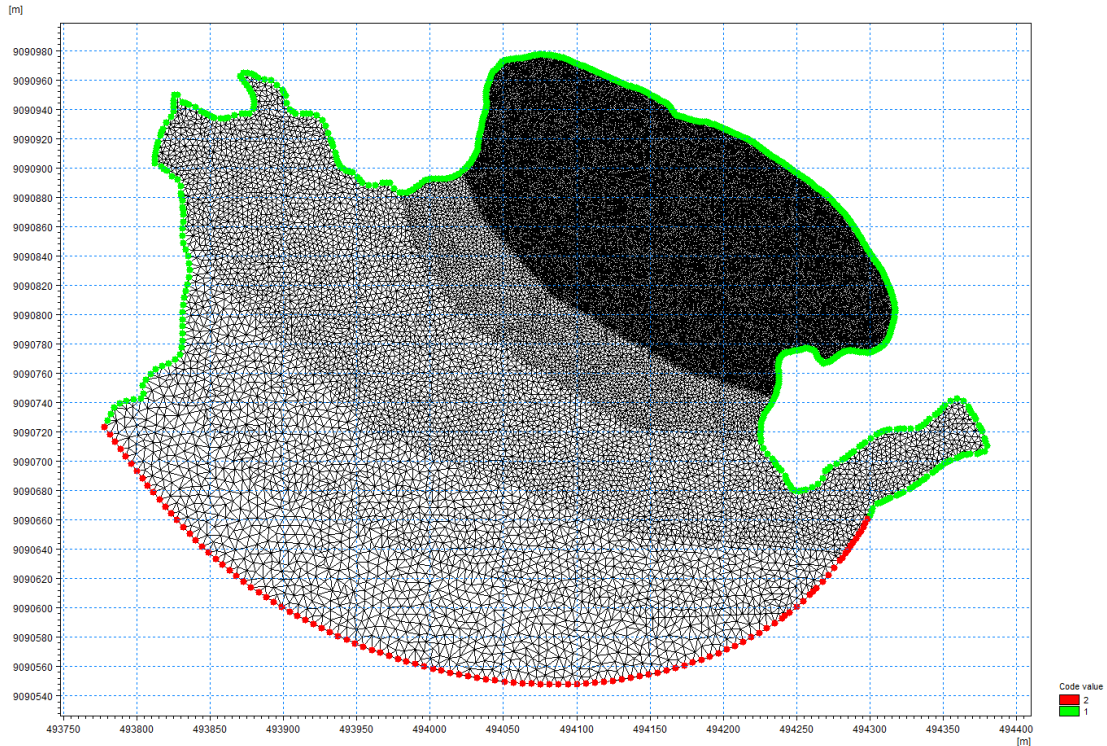
**Gambar 4.3** *Land Boundary* Pantai Klayar (Google Earth, 2024)

### 4.2.2 Pembuatan Mesh

Pembuatan *Mesh* dilakukan menggunakan *Mesh Generator* pada *software* MIKE 21. Mesh sendiri merupakan tahapan dari pemodelan yang memiliki pengaruh besar atas jalannya

pemodelan menggunakan *software* MIKE 21. Pembuatan *Mesh* memerlukan data berupa *land boundary* dan data elevasi atau batimetri dalam bentuk format *.xyz*.

Pada pembuatan *mesh*, ukuran dari area *meshing* dapat diatur sesuai keinginan dari pengguna. Semakin kecil ukuran area *mesh* maka akan semakin detail juga. Pada penelitian kali ini area *mesh* dibuat menggunakan metode *nesting*, yang dimana ukuran mesh dibuat berbeda-beda dengan spesifikasi pada Tabel 4.3 dan didapatkan hasil *mesh* Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Hasil pembuatan *mesh* pada Pantai Klayar dengan *Mesh Generator*

**Tabel 4.3** Spesifikasi ukuran *mesh*

Area 1	1m <sup>2</sup>
Area 2	5m <sup>2</sup>
Area 3	10m <sup>2</sup>
Area 4	20m <sup>2</sup>
Maximum Element Area (Area 5)	30m <sup>2</sup>
Smallest Allowable Angle	26
Maximum Number of Nodes	100000

#### 4.2.3 Peramalan Pasang Surut

Peramalan pasang surut dilakukan menggunakan *MIKE 21 TOOL BOX* dengan input berupa data konstanta pasang surut dari hasil pengamatan. Setelah mendapatkan data peramalan pasang surut, maka dilakukan validasi menggunakan rumus RMSE untuk mengetahui besar

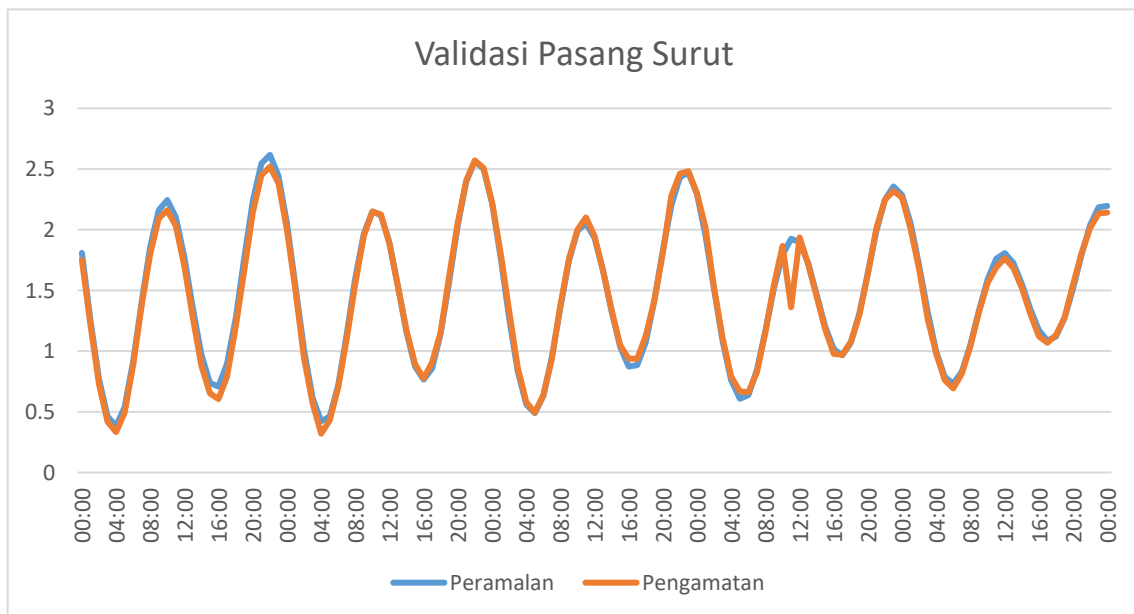


*error* antara data peramalan dan data pengamatan pada Tabel 4.4 yang dimana akan dibuat grafik perbandingan seperti pada Gambar 4.5.

**Tabel 4.4** Validasi antara data pengamatan dan data peramalan

Tanggal	Jam	Data Peramalan	Data Pengamatan	RMSE
12/10/2022	00:00	1.808282	1.75	0.068509
12/10/2022	01:00	1.253548	1.22	
12/10/2022	02:00	0.769185	0.73	
12/10/2022	03:00	0.4627	0.42	
12/10/2022	04:00	0.38186	0.33	
12/10/2022	05:00	0.539962	0.49	
12/10/2022	06:00	0.912042	0.89	
12/10/2022	07:00	1.4019331	1.38	
12/10/2022	08:00	1.860485	1.80	
12/10/2022	09:00	2.161042	2.09	
...	...	...	...	

Pada validasi menggunakan rumus RMSE didapatkan besar *error* yang dinilai kecil. Maka dari itu data peramalan layak untuk digunakan, sehingga untuk melakukan *running* pada pemodelan ini data peramalan dan pengamatan dapat digunakan .

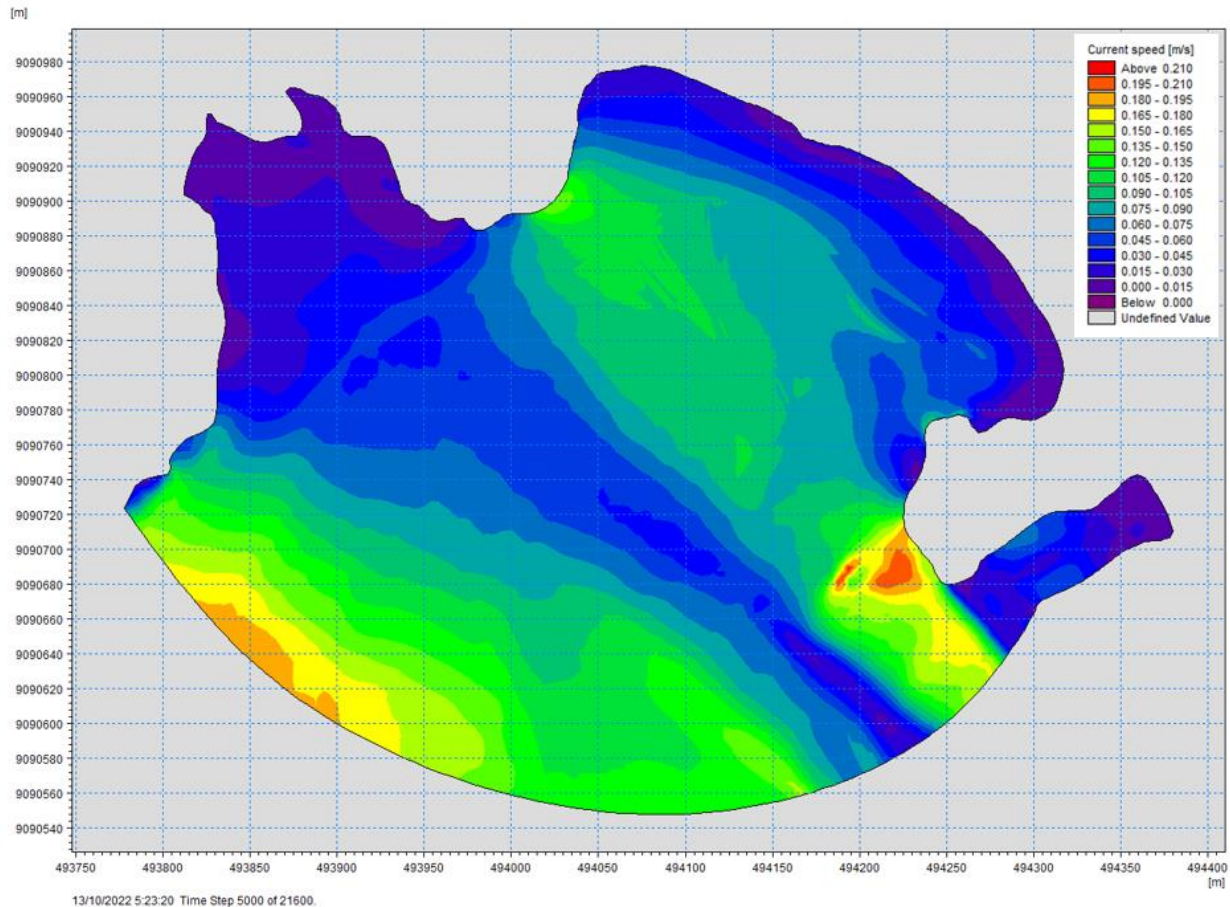


**Gambar 4.5** Grafik antara data pengamatan dan data peramalan

#### 4.2.4 *Running* model *FLOW MODEL FM*

Pemodelan pertama akan digunakan modul *FLOW MODEL FM*. Pada modul tersebut input yang digunakan berupa *mesh* dan data pasang surut. Pemodelan pada modul tersebut dilakukan pada 12 Oktober 2022 00;00;00 hingga 16 Oktober 2022 00;00;00, dengan *time step*

*interval* sebesar 1 detik dan jumlah dari *time step* sebesar 345600. Output dari pemodelan tersebut berupa *area series* dari *Surface elevation*, *U velocity*, *V velocity*, *Current speed* dan *Current direction*. Bentuk output pemodelan modul *Flow Model FM* dapat berupa visualisasi area seperti pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.6** Hasil Pemodelan *FLOW MODEL FM* Berupa *Area Series*

#### 4.2.5 Output Pemodelan *FLOW MODEL FM*

Output yang didapatkan dari pemodelan *FLOW MODEL FM* berupa *Surface elevation*, *U velocity*, *V velocity*, *Current speed* dan *Current direction*. Output pemodelan tersebut akan dilakukan validasi terhadap data pengamatan untuk mencari seberapa besar *error* antara kedua data tersebut, validasi dilakukan menggunakan metode RMSE. Data yang akan divalidasi berupa data *Current Speed* pada titik ADCP 1 dengan varian waktu tiap 10 menit pada Tabel 4.5 dan tiap 1 jam pada Tabel 4.6.

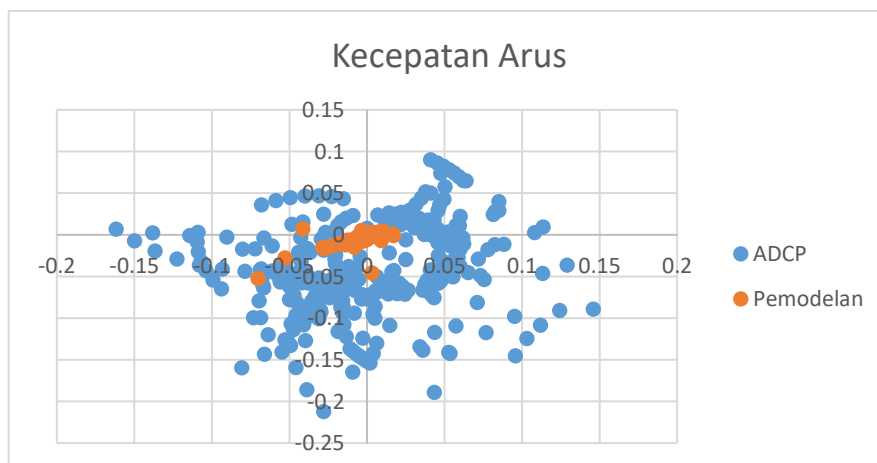
**Tabel 4.5** Validasi arus tiap 10 menit (m/s)

Tanggal	Data MIKE 21	Data ADCP	RMSE
12/10/2022 00:00	0.000	0.064	0.084231
12/10/2022 00:10	0.043	0.056	
12/10/2022 00:20	0.046	0.048	

12/10/2022 00:30	0.006	0.041
12/10/2022 00:40	0.088	0.033
12/10/2022 00:50	0.017	0.025
12/10/2022 01:00	0.017	0.017
12/10/2022 01:10	0.060	0.025

**Tabel 4.6** Validasi arus tiap 1 jam (m/s)

Tanggal	Data MIKE 21	Data ADCP	RMSE
12/10/2022 00:00	0	0.064	0.08506
12/10/2022 01:00	0.0168945	0.017	
12/10/2022 02:00	0.0320823	0.063	
12/10/2022 03:00	0.00267344	0.074	
12/10/2022 04:00	0.00392761	0.03	
12/10/2022 05:00	0.0070569	0.032	
12/10/2022 06:00	0.0037974	0.099	
12/10/2022 07:00	0.00525993	0.09	



**Gambar 4.7** Grafik Perbandingan Arus

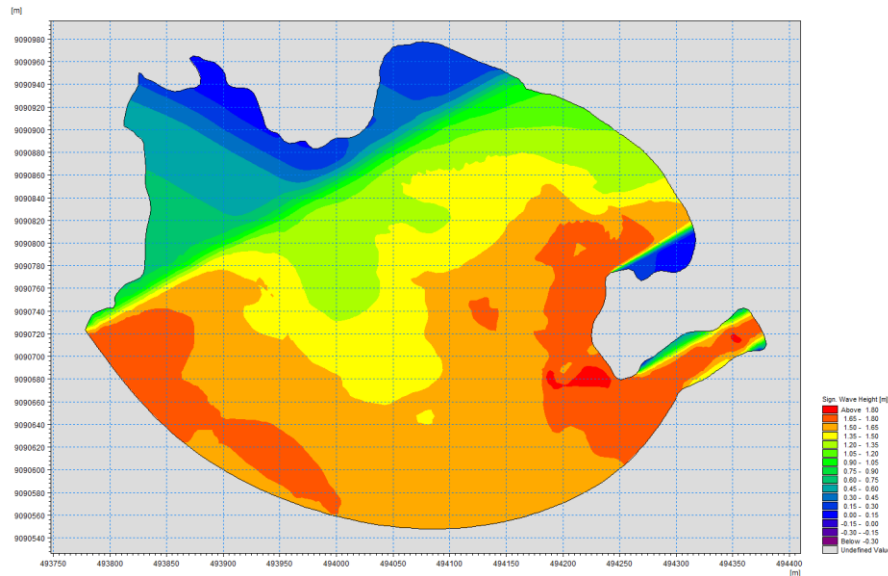
Hasil validasi pada data tiap 10 menit dan 1 jam menunjukkan nilai error yang cukup kecil sehingga data dapat dikatakan valid dan dapat digunakan untuk proses selanjutnya.

#### 4.2.6 *Running* model *SPECTRAL WAVES FM*

Setelah melakukan *running* modul *flow model fm* selanjutnya akan dilakukan *running* menggunakan modul *spectral waves fm*. Pemodelan pada modul tersebut dilakukan sama seperti pemodelan pada modul sebelumnya, yaitu pada 12 Oktober 2022 00:00:00 hingga 16 Oktober 2022 00:00:00, menggunakan data input berupa Tabel 4.7 dengan *time step interval* sebesar 1 detik dan jumlah dari *time step* sebesar 345600. Output utama dari pemodelan modul *spectral waves fm* ini berupa *significant wave height* pada area yang diteliti. Bentuk output pemodelan modul *spectral waves* dapat berupa visualisasi area seperti pada Gambar 4.8.

**Tabel 4.7** Input Parameter Modul *SPECTRAL WAVES FM*

Data Input <i>Spectral Wave</i>	
<i>Domain</i>	Hasil Meshing
<i>Time Step</i>	345600
<i>Water Level Condition</i>	<i>Output Flow Model FM</i>
<i>Sign Wave Hight</i>	1.60070237 (m)
<i>Peak Wave Period</i>	10.0219736 (sec)
<i>Mean Wave Direction</i>	189.5107946 (deg)



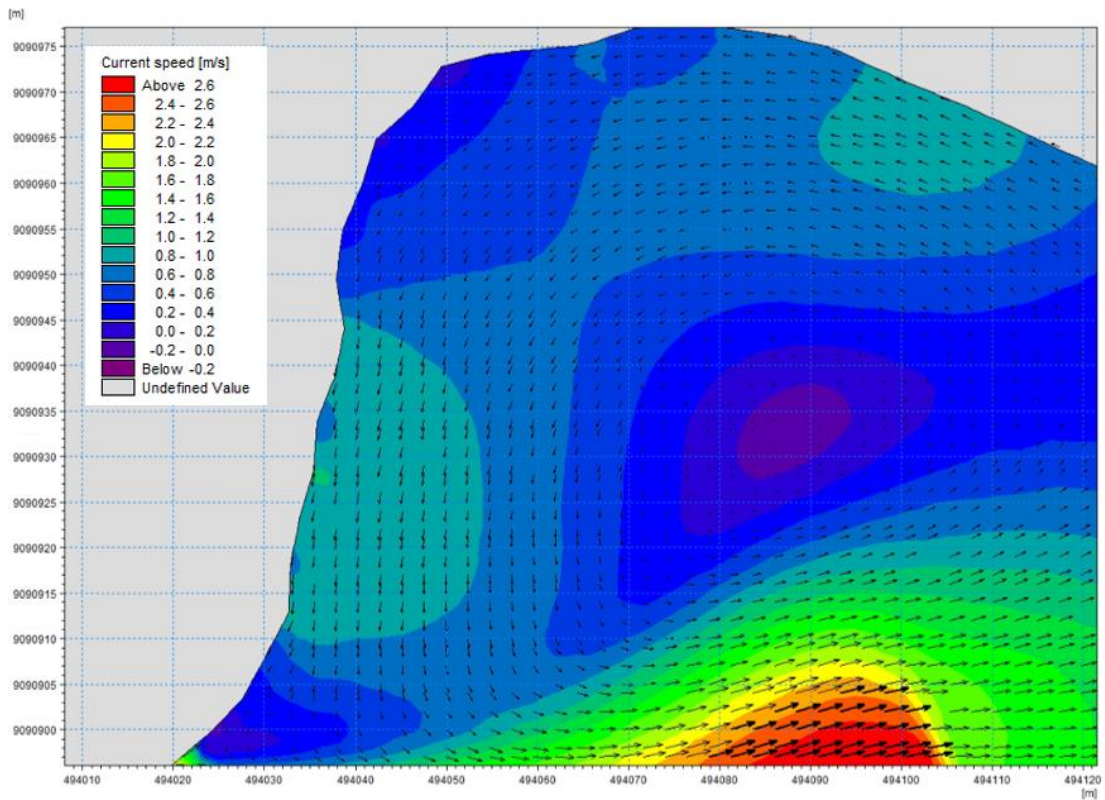
**Gambar 4.8** Hasil Pemodelan *SPECTRAL WAVES FM* Berupa Area Series

#### 4.2.7 Analisis Kemunculan Arus Rip Hasil Pemodelan

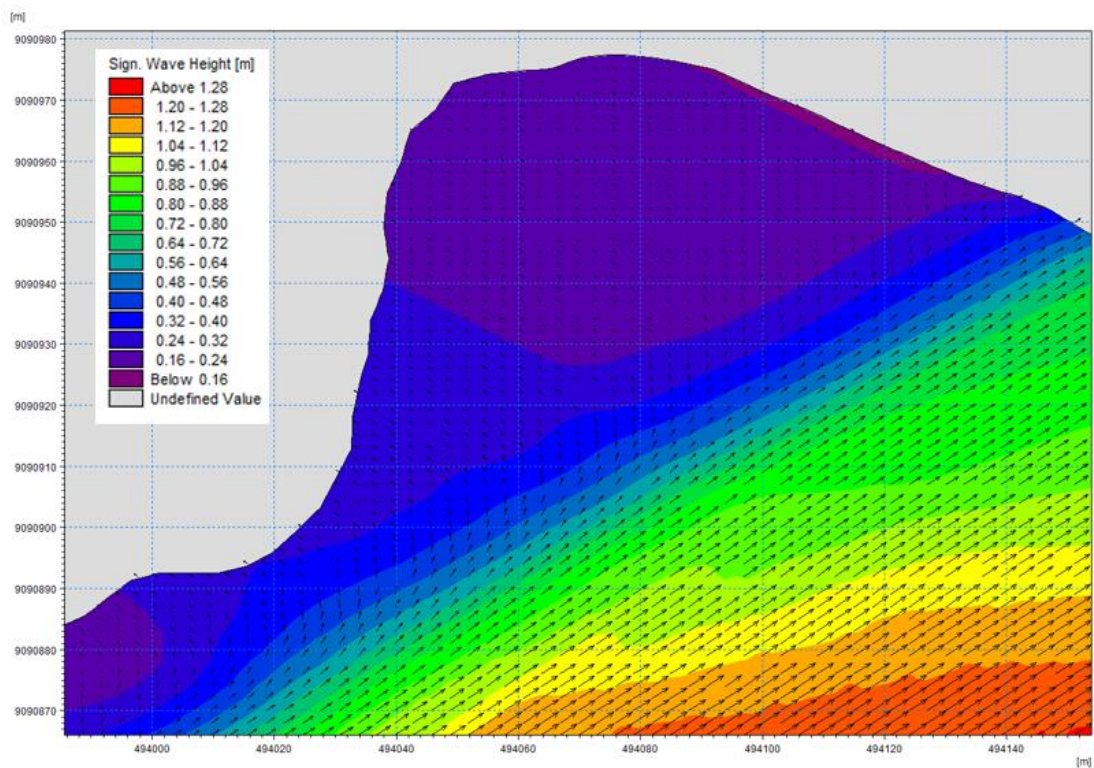
Kemunculan arus rip akan diamati pada beberapa area pada lokasi penelitian berdasarkan hasil pemodelan yang telah dilakukan. Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga area yaitu area tanjung barat, area tengah dan area tanjung timur. Analisis dilakukan dengan melihat pergerakan arus pada hasil pemodelan yang ditunjukkan dengan *vector* arah arus.

##### 4.2.7.1 Area Tanjung Barat

Area tanjung barat setelah dilakukan analisis hasil pemodelan menunjukkan adanya arus rip. Arus rip yang muncul pada area tanjung barat teridentifikasi memiliki jenis arus rip berupa *deflected rip*, yang dimana terdapat vektor yang membentuk aliran putar dan vektor yang keluar dari aliran putar pada Gambar 4.9. Arus rip pada area tersebut terjadi karena adanya gelombang miring yang tercipta sehingga menimbulkan arus rip lalu dibelokkan ke arah laut kembali oleh sebuah rintangan yang dimana pada area tersebut berupa tebing di pinggir laut, visualisasi gelombang ditunjukkan pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.9** Visualisasi Arus Rip Area Tanjung Barat



**Gambar 4.10** Visualisasi Gelombang Area Tanjung Barat

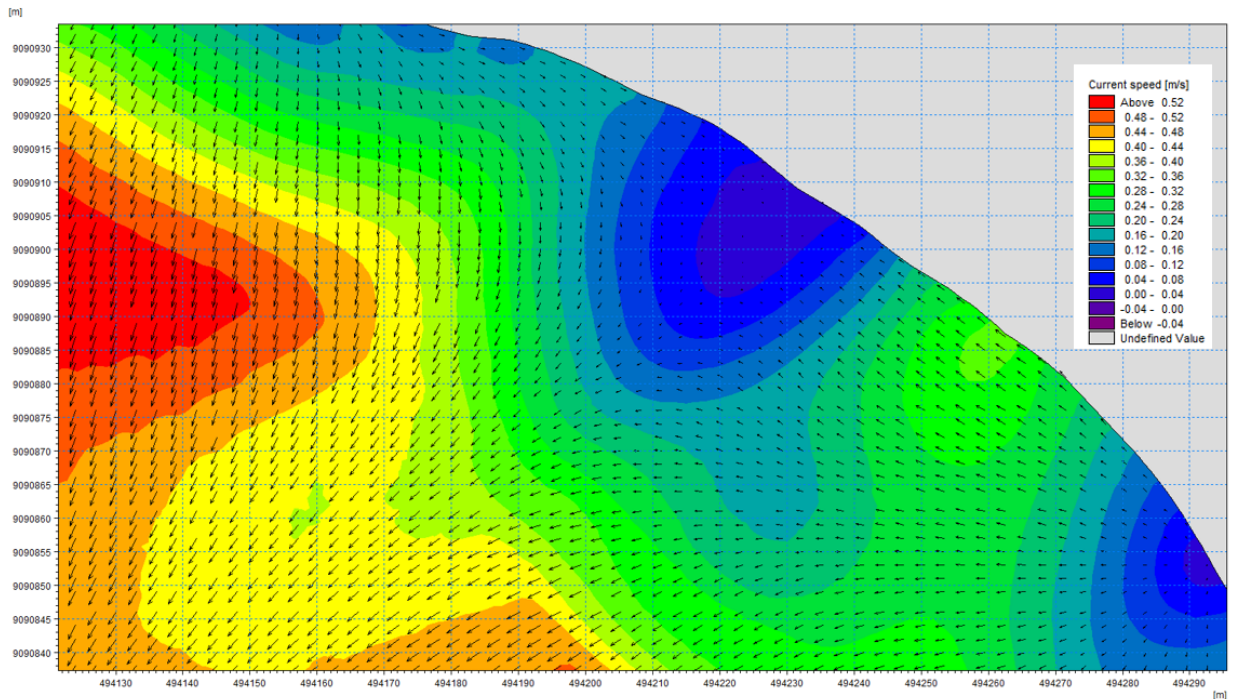
Untuk mendapatkan dimensi arus rip dari hasil pemodelan, dilakukan pengukuran secara manual dan didapatkan besar dimensi arus rip pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Dimensi Arus Rip Area Tanjung Barat

	Panjang	Lebar
Feeder	37 m	33 m
Neck	49 m	47 m

#### 4.2.7.2 Area Tengah

Pada area tengah lokasi penelitian setelah dilakukan pemodelan, ditemukan kemunculan dari arus rip. Arus rip yang ditemukan pada Gambar 4.11 diidentifikasi memiliki dua arah datangnya *feeder* dari arah timur dan barat yang bertemu pada satu titik, lalu membentuk *neck* yang panjang menuju ke arah laut lepas. Arus rip muncul dan hilang secara cepat selama beberapa detik.



**Gambar 4.11** Visualisasi Arus Rip Area Tengah

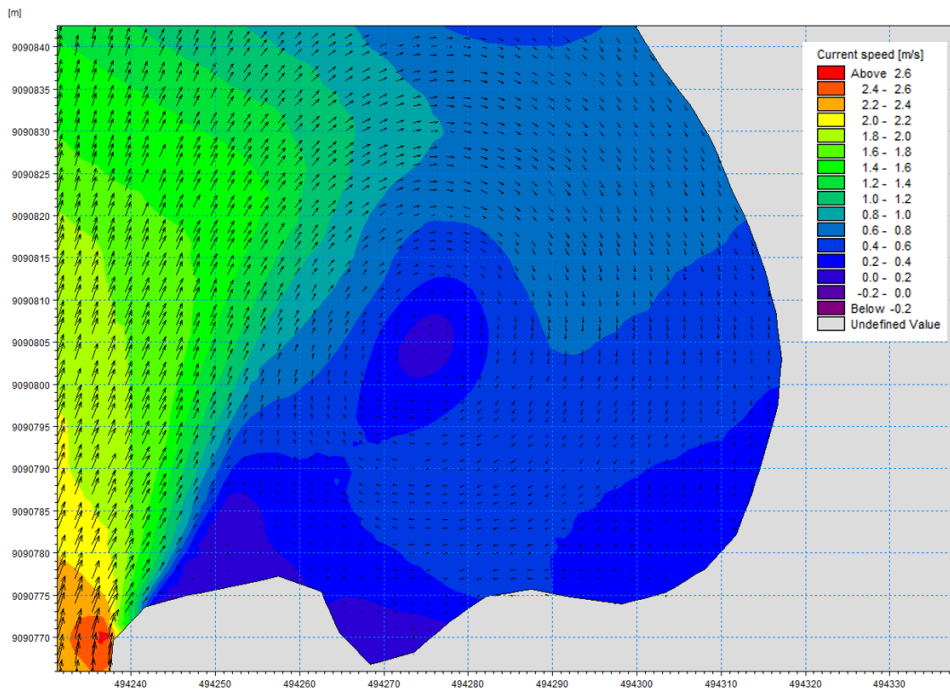
Dari hasil pemodelan, dilakukan pengukuran terhadap dimensi arus rip pada area tengah lokasi penelitian yaitu berupa panjang dan lebar *feeder* dari kedua arah serta panjang dan lebar dari *neck* arus rip. Dari hasil pengukuran didapatkan data dimensi dari arus rip pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Dimensi Arus Rip Area Tengah

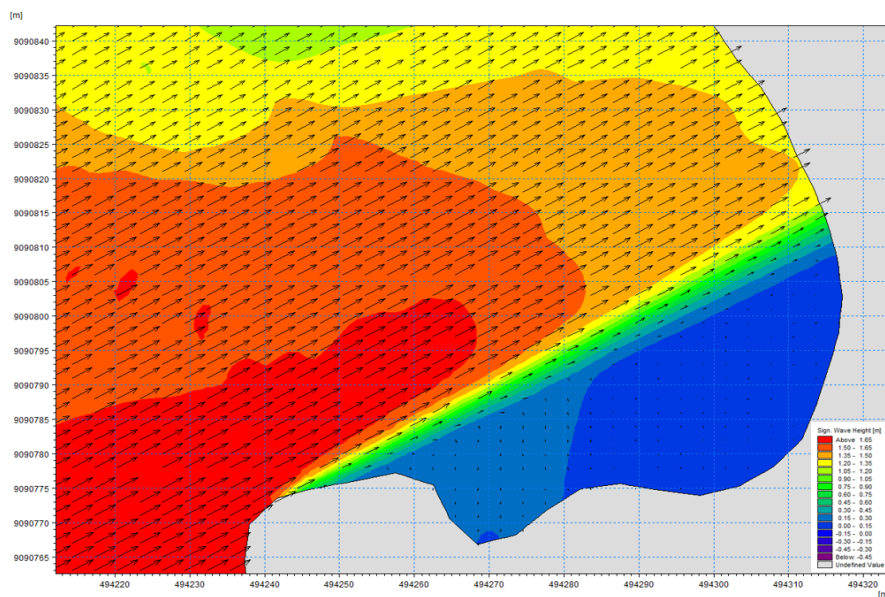
	Panjang	Lebar
Feeder Arah dari Timur	61 m	36.9 m
Feeder Arah dari Barat	54 m	30 m
Neck	108 m	23 m

### 4.2.7.3 Area Tanjung Timur

Area tanjung timur lokasi penelitian menunjukkan adanya arus rip pada hasil pemodelan. Arus rip pada area tanjung timur pada Gambar 4.12 diidentifikasi memiliki jenis *shadow rip*, yang dimana saat terjadi arus rip terdapat pergerakan vektor yang membentuk putaran arus. Arus rip pada area ini terjadi karena adanya gelombang miring menuju area yang disebut *shadow area*, *shadow area* merupakan area yang tertutup oleh penghalang (bukit) sehingga gelombang tidak dapat secara langsung mengenai area tersebut seperti pada Gambar 4.13.



**Gambar 4.12** Visualisasi Arus Rip Area Tanjung Timur



**Gambar 4.13** Visualisasi Gelombang Area Tanjung Timur

Dari hasil pemodelan, dilakukan pengukuran terhadap dimensi arus rip pada area tengah lokasi penelitian yaitu berupa panjang dan lebar *feeder* serta panjang dan lebar dari *neck* arus rip. Dari hasil pengukuran didapatkan data dimensi dari arus rip pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10** Dimensi dan Kecepatan Aru Rip Tanjung Timur

	<i>Feeder</i>	<i>Neck</i>
Panjang	33 m	37 m
Lebar	33.5 m	33.5 m
Kecepatan	0.455 m/s	0.405m/s

Setelah melakukan pengukuran dimensi arus rip yang muncul dalam pemodelan, maka akan dilakukan perbandingan kecepatan arus rip tiap area yang mengalami kemunculan arus rip.

**Tabel 4.11** Kecepatan Arus Rip

	Tanjung Barat	Tanjung Timur	Tanjung Timur (Pengamatan)	Area Tengah
Feeder	0.704 m/s	0.455 m/s	0.471 m/s	0.22 m/s dari timur 0.23 m/s dari barat
Neck	0.620 m/s	0.405 m/s	0.414 m/s	0.35m/s

Berdasarkan data kecepatan arus pada Tabel 4.11, area Tanjung Barat pada lokasi penelitian terindikasi memiliki kecepatan arus rip paling tinggi dalam pemodelan. Hal tersebut dikarenakan lokasi pada area Tanjung Barat merupakan area yang langsung mengenai gelombang datang. Pada area Tanjung Timur perbandingan kecepatan arus rip antara pengamatan dengan pemodelan memiliki selisih yang cukup kecil atau dapat dibilang memiliki kecepatan arus rip yang sama.

Dari hasil pemodelan dan analisis arus rip pada lokasi penelitian, tidak ditemukan adanya *head rip* saat kemunculan arus rip. Hal tersebut dipengaruhi oleh periode gelombang pada lokasi penelitian memiliki nilai rata-rata 10 detik , yang pada umumnya *head rip* akan muncul ketika periode gelombang memiliki nilai dibawa dari 8 detik.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dalam Tugas Akhir ini hasil analisa dan pembahasan dapat disimpulkan berupa:

1. Arus rip di Lokasi Pantai Klayar memiliki beberapa tipe, yaitu *deflected rip*, *shadow rip* dan *hydrodynamic rip*. Karakteristik dari arus rip yang muncul dalam pemodelan adalah sebagai berikut:
  - a) Area Tanjung Barat memiliki jenis arus rip berupa *deflected rip* yang memiliki dimensi *feeder* sepanjang 37 meter dengan lebar 33 meter dan *neck* sepanjang 49 meter dan lebar 47 meter serta memiliki kecepatan 0.704 m/s pada *feeder* dan 0.620 m/s pada *neck*. Faktor penghalang atau tebing yang membuat arus rip pada area ini memiliki jenis tersebut.
  - b) Area Tanjung Timur memiliki jenis arus rip berupa *shadow rip* yang memiliki dimensi *feeder* sepanjang 60 meter dengan lebar 30 meter dan *neck* sepanjang 43 meter dan lebar 35 meter serta memiliki kecepatan 0.455 m/s pada *feeder* dan 0.405 m/s pada *neck*. Faktor penghalang atau tebing yang membuat arus rip pada area ini memiliki jenis tersebut.
  - c) Area Tengah memiliki jenis arus rip berupa *hydrodynamic rip* yang memiliki dua arah datangnya *feeder* dengan masing-masing memiliki dimensi sepanjang 61 meter, lebar 36.9 meter dan kecepatan 0.22 m/s dari arah timur serta dari arah barat dengan Panjang 54 meter, lebar 30 meter dan kecepatan 0.23 m/s. Memiliki *neck* sepanjang 108 meter, lebar 23 meter dengan kecepatan 0.35 m/s.
2. Pada Area Tanjung Timur bila dilakukan perbandingan karakteristik arus rip antara hasil pengamatan dan pemodelan memiliki perbedaan yang cukup kecil dengan persentase sebesar 2%. Pada hasil pemodelan didapatkan memiliki kecepatan 0.455 m/s pada *feeder* dan 0.405 m/s pada *neck*. Pada hasil pengamatan didapatkan arus rip memiliki kecepatan 0.471 m/s pada *feeder* dan 0.414 m/s pada *neck*. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena faktor Ketika berlangsungnya pemodelan yaitu pada *initial condition* dan *bed resistance*.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pemodelan dan analisa, dapat diberikan saran sebagai berikut

1. Memperhatikan faktor *initial condition* dan *bed resistance* saat akan melakukan modeling karena dapat mempengaruhi hasil kecepatan arus dan pergerakan arus pemodelan.
2. Melakukan monitoring pergerakan arus rip dalam pemodelan agar mendapat pergerakan arus rip yang lebih detail.

## DAFTAR PUSTAKA

- Castelle, B., Scott, T., Brander, R. W., & McCarroll, R. J. (2016). Rip current types, circulation and hazard. *Earth-Science Reviews*, *163*, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.09.008>
- Coastal Engineering Research Center. (1984). *SHORE PROTECTION MANUAL: Vol. II*.
- Davidson-Arnott, R. (2009). *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*. Cambridge University Press.
- Deskaranti, R., Prasetyawan, I. B., & Kunarso. (2017). Pemodelan Rip Current Menggunakan Model Gelombang Tipe Boussinesq (Wilayah Kajian) : Pantai Klayar Jawa Timur). *Jurnal Oseanografi*, *6*, 213–220.
- Diez-Fernández, P., Ruibal-Lista, B., Lobato-Alejano, F., & López-García, S. (2023). Rip current knowledge: do people really know its danger? do lifeguards know more than the general public? *Heliyon*, *9*(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18104>
- Fuad, M. A. Z., Harel, C., & Ismail, M. F. A. (2023). Pantai Teluk Popoh Tulungagung Jawa Timur Mapping and Modelling of Rip Current in the Beach Tourism Area of Popoh Bay , Tulungagung , East Java. *Maspari Journal*, *XV*(1), 63–76.
- Imbar, S. E. J. (2020). *ANALISIS DEFORMASI GELOMBANG PADA PANTAI MINAHASA BARAT*. 8(1).
- Joko, S. (2017). *Aplikasi Teknologi Safety Beach Monitoring System (SBMS) untuk Peningkatan Keselamatan Wisata Bahari*. <http://eprints.uty.ac.id/12617/%0Ahttp://eprints.uty.ac.id/12617/1/19>. Ok\_Laporan Akhir Insinas 2017\_Aplikasi Teknologi SBMS untuk peningkatan wisata bahari.pdf
- Kurniawan, R., Habibie, M. N., & Suratno. (2011). *Variasi bulanan gelombang laut di indonesia*. 2, 221–232.
- Leatherman, S. P. (2012). *Rip Currents Types and Identification*. December.
- MacMahan, J. H., Thornton, E. B., & Reniers, A. J. H. M. (2006). Rip current review. *Coastal Engineering*, *53*(2–3), 191–208. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2005.10.009>
- Pangururan, I. P., Rochaddi, B., & Ismanto, A. (2015). STUDI RIP CURRENT DI PANTAI SELATAN YOGYAKARTA. *Jurnal Oseanografi*, *4*, 670–679.
- Poerbandono, der N., & Djurnarsjah, E. (2005). *Survey Hidrografi* (R. Herlina (ed.)). PT. Refika Aditama.
- Pratama, M. A. P., & Kurniadi, Y. K. (2023). Simulasi Rip Current Menggunakan Model Spectral Waves Studi Kasus Pantai Timur Pangandaran. *Ftsp*, 35–46.
- Salim, M., Risandi, J., Dwi K, A. R. T., & Dharma, C. S. (2013). *Pengoperasian Perangkat Lunak Mike 21 Untuk Pemodelan Arus (Studi Kasus Perairan Teluk Ambon)*(Mahyaruddin, Salim.,et.al). January, 113–123.
- Setyawan, R., Setiyono, H., & Rochaddi, B. (2017). Studi RIP Current Di Pantai Taman, Kabupaten Pacitan. *Journal of Oceanography*, *6*(4), 639–649.

Shepard, F. P., Emery, K. O., & La Fond, E. C. (1941). Rip Currents: A Process Of Geological Importance. *The Journal Of Geology*, XLIX(4), 337–369.

Triatmodjo, B. (1999). *Buku Teknik Pantai* (pp. 1–405).

Welly, T. K., Djunarsjah, E., Nugroho, A. P., & Panalaran, S. (2021). ANALISIS GELOMBANG PECAH TERHADAP IDENTIFIKASI PEMBENTUKAN ARUS PECAH (RIP CURRENT) DI PANTAI LABUHAN JUKUNG KABUPATEN PESISIR BARAT PROVINSI LAMPUNG. *Hasil Penelitian Dan Kajian Ilmiah Dalam Bidang Informasi Geospasial*, 27, 1–14.

**LAMPIRAN A**  
**PERHITUNGAN VALIDASI PASANG SURUT**

Tanggal	Jam	Data Peramalan	Data Pengamatan	RMSE
12/10/2022	00:00	1.808282	1.75	0.068509
12/10/2022	01:00	1.253548	1.22	
12/10/2022	02:00	0.769185	0.73	
12/10/2022	03:00	0.4627	0.42	
12/10/2022	04:00	0.38186	0.33	
12/10/2022	05:00	0.539962	0.49	
12/10/2022	06:00	0.912042	0.89	
12/10/2022	07:00	1.4019331	1.38	
12/10/2022	08:00	1.860485	1.80	
12/10/2022	09:00	2.161042	2.09	
12/10/2022	10:00	2.244417	2.16	
12/10/2022	11:00	2.103865	2.03	
12/10/2022	12:00	1.774984	1.70	
12/10/2022	13:00	1.351906	1.27	
12/10/2022	14:00	0.969134	0.88	
12/10/2022	15:00	0.737502	0.65	
12/10/2022	16:00	0.708752	0.60	
12/10/2022	17:00	0.894989	0.79	
12/10/2022	18:00	1.276391	1.21	
12/10/2022	19:00	1.771503	1.67	
12/10/2022	20:00	2.239338	2.15	
12/10/2022	21:00	2.54506	2.45	
12/10/2022	22:00	2.61674	2.52	
12/10/2022	23:00	2.441578	2.38	
13/10/2022	00:00	2.049973	2.00	
13/10/2022	01:00	1.5269794	1.49	
13/10/2022	02:00	1.006408	0.94	
13/10/2022	03:00	0.614559	0.57	
13/10/2022	04:00	0.42371	0.32	
13/10/2022	05:00	0.46033	0.43	
13/10/2022	06:00	0.719385	0.70	
13/10/2022	07:00	1.141548	1.10	
13/10/2022	08:00	1.603226	1.56	
13/10/2022	09:00	1.967985	1.95	
13/10/2022	10:00	2.149065	2.15	
13/10/2022	11:00	2.118968	2.13	
13/10/2022	12:00	1.892651	1.88	
13/10/2022	13:00	1.5333094	1.53	
13/10/2022	14:00	1.153899	1.17	
13/10/2022	15:00	0.873402	0.89	
13/10/2022	16:00	0.765973	0.77	

13/10/2022	17:00	0.857514	0.91	
13/10/2022	18:00	1.142639	1.16	
13/10/2022	19:00	1.5714784	1.62	
13/10/2022	20:00	2.034086	2.06	
13/10/2022	21:00	2.396764	2.40	
13/10/2022	22:00	2.564	2.57	
13/10/2022	23:00	2.50045	2.51	
14/10/2022	00:00	2.217264	2.22	
14/10/2022	01:00	1.77109	1.81	
14/10/2022	02:00	1.268594	1.33	
14/10/2022	03:00	0.834454	0.87	
14/10/2022	04:00	0.560298	0.58	
14/10/2022	05:00	0.489221	0.49	
14/10/2022	06:00	0.629642	0.64	
14/10/2022	07:00	0.950069	0.94	
14/10/2022	08:00	1.362089	1.38	
14/10/2022	09:00	1.742475	1.76	
14/10/2022	10:00	1.989264	2.00	
14/10/2022	11:00	2.053298	2.10	
14/10/2022	12:00	1.931383	1.95	
14/10/2022	13:00	1.661344	1.66	
14/10/2022	14:00	1.32666	1.34	
14/10/2022	15:00	1.035222	1.05	
14/10/2022	16:00	0.873745	0.94	
14/10/2022	17:00	0.884421	0.94	
14/10/2022	18:00	1.073633	1.13	
14/10/2022	19:00	1.4133022	1.41	
14/10/2022	20:00	1.826954	1.81	
14/10/2022	21:00	2.201352	2.28	
14/10/2022	22:00	2.433531	2.46	
14/10/2022	23:00	2.467597	2.48	
15/10/2022	00:00	2.295843	2.30	
15/10/2022	01:00	1.95188	2.02	
15/10/2022	02:00	1.5122892	1.52	
15/10/2022	03:00	1.08334	1.11	
15/10/2022	04:00	0.7619	0.79	
15/10/2022	05:00	0.606619	0.67	
15/10/2022	06:00	0.638778	0.66	
15/10/2022	07:00	0.845961	0.83	
15/10/2022	08:00	1.171985	1.16	
15/10/2022	09:00	1.5210556	1.55	
15/10/2022	10:00	1.794144	1.87	
15/10/2022	11:00	1.926797	1.36	
15/10/2022	12:00	1.898194	1.94	

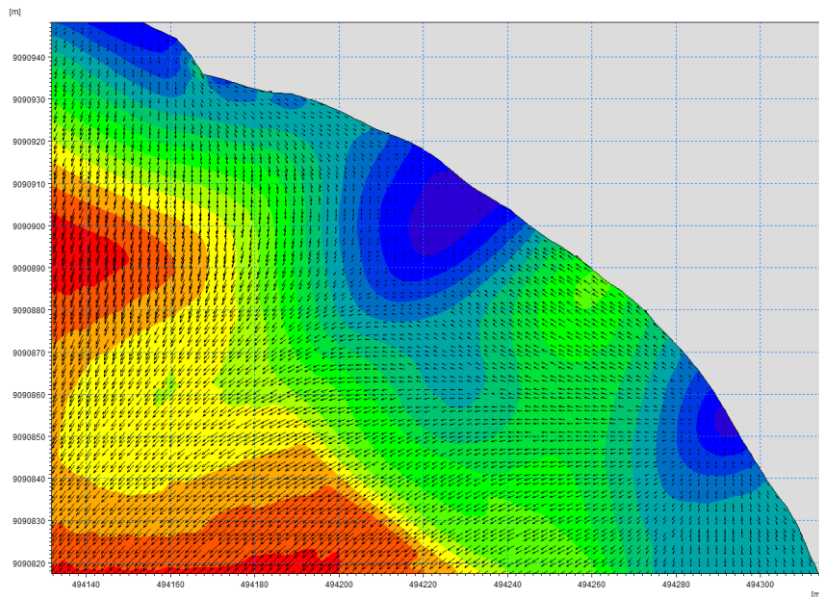
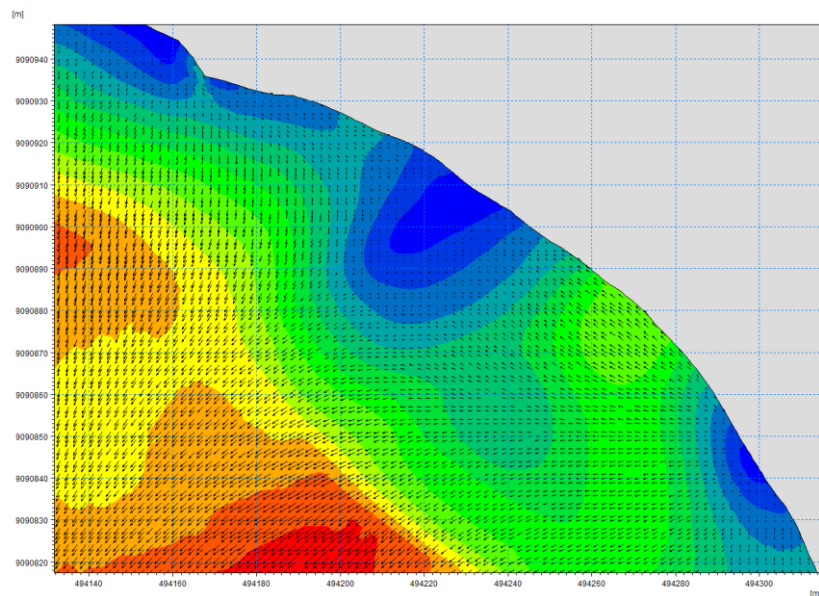
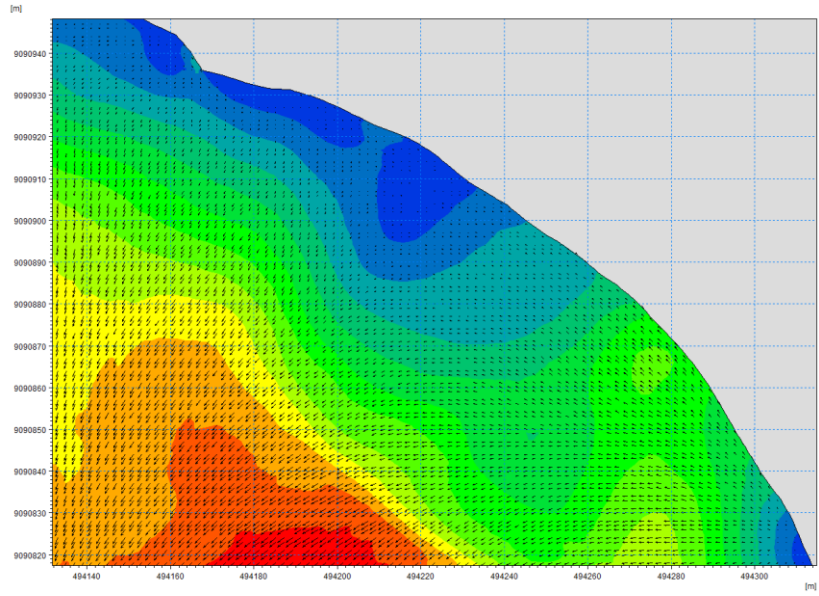
15/10/2022	13:00	1.725641	1.72	
15/10/2022	14:00	1.4644736	1.45	
15/10/2022	15:00	1.199532	1.18	
15/10/2022	16:00	1.014944	0.98	
15/10/2022	17:00	0.964833	0.97	
15/10/2022	18:00	1.067945	1.08	
15/10/2022	19:00	1.311833	1.30	
15/10/2022	20:00	1.647713	1.64	
15/10/2022	21:00	1.991382	2.02	
15/10/2022	22:00	2.24986	2.25	
15/10/2022	23:00	2.35657	2.32	
16/10/2022	00:00	2.286298	2.26	
16/10/2022	01:00	2.052791	2.01	
16/10/2022	02:00	1.705642	1.68	
16/10/2022	03:00	1.324782	1.27	
16/10/2022	04:00	0.99705	0.98	
16/10/2022	05:00	0.788243	0.76	
16/10/2022	06:00	0.731764	0.69	
16/10/2022	07:00	0.830004	0.81	
16/10/2022	08:00	1.051995	1.04	
16/10/2022	09:00	1.332781	1.32	
16/10/2022	10:00	1.591375	1.56	
16/10/2022	11:00	1.760694	1.69	
16/10/2022	12:00	1.806058	1.77	
16/10/2022	13:00	1.726902	1.69	
16/10/2022	14:00	1.5543709	1.52	
16/10/2022	15:00	1.346578	1.31	
16/10/2022	16:00	1.17218	1.12	
16/10/2022	17:00	1.08687	1.07	
16/10/2022	18:00	1.119558	1.13	
16/10/2022	19:00	1.271148	1.28	
16/10/2022	20:00	1.5143995	1.55	
16/10/2022	21:00	1.794034	1.81	
16/10/2022	22:00	2.03879	2.01	
16/10/2022	23:00	2.185202	2.14	
17/10/2022	00:00	2.196779	2.14	



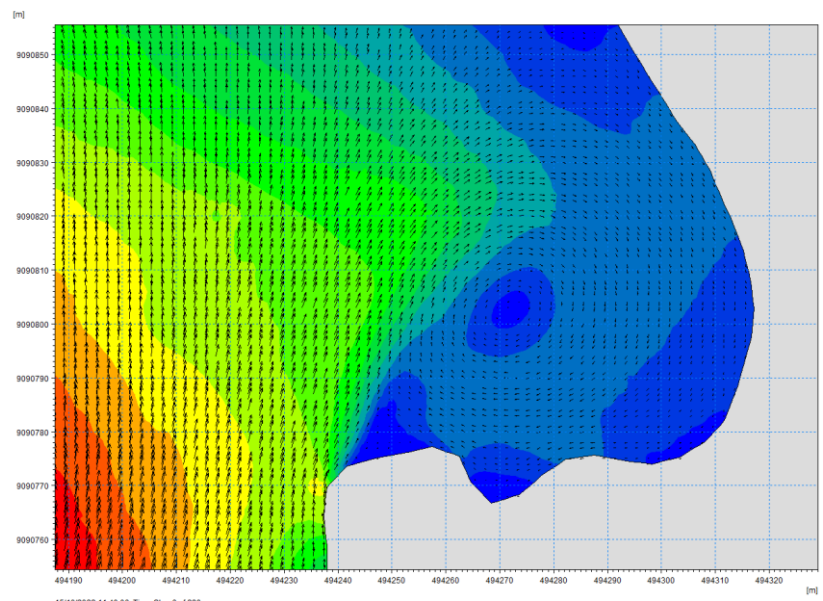
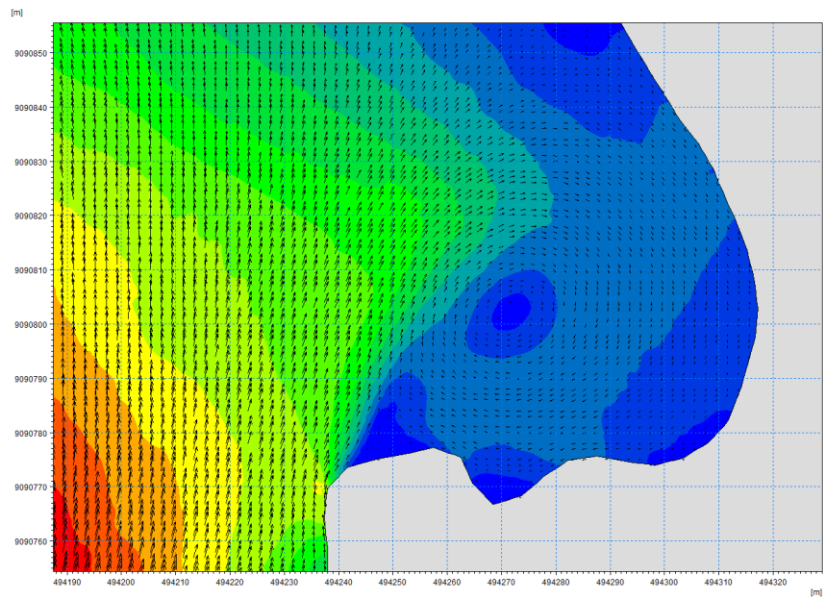
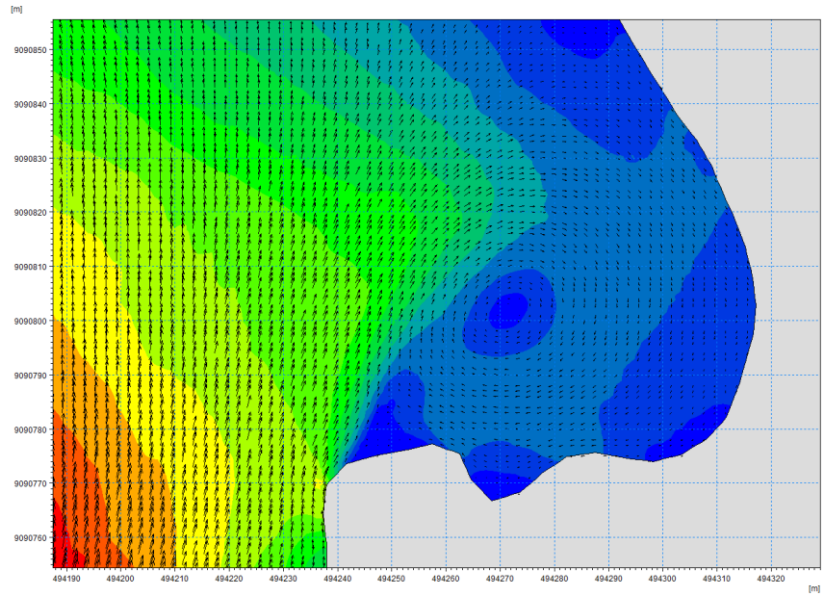
**LAMPIRAN B**  
**PERHITUNGAN VALIDASI KECEPATAN ARUS**

Tanggal	Data Pemodelan	Data ADCP	RMSE
12/10/2022 00:00:01	0.0000	0.0640	0.088645
12/10/2022 01:00:01	0.0169	0.0170	
12/10/2022 02:00:01	0.0321	0.0630	
12/10/2022 03:00:01	0.0027	0.0740	
12/10/2022 04:00:01	0.0039	0.0300	
12/10/2022 05:00:01	0.0071	0.0320	
12/10/2022 06:00:01	0.0038	0.0990	
12/10/2022 07:00:01	0.0053	0.0900	
12/10/2022 08:00:01	0.0102	0.0600	
12/10/2022 09:00:01	0.0036	0.0650	
12/10/2022 10:00:01	0.0037	0.0270	
12/10/2022 11:00:01	0.0043	0.0250	
12/10/2022 12:00:01	0.0035	0.0670	
12/10/2022 13:00:01	0.0019	0.0820	
12/10/2022 14:00:01	0.0011	0.0740	
12/10/2022 15:00:02	0.0019	0.0600	
12/10/2022 16:00:02	0.0008	0.1510	
12/10/2022 17:00:02	0.0049	0.0680	
12/10/2022 18:00:02	0.0057	0.0910	
12/10/2022 19:00:02	0.0075	0.0850	
12/10/2022 20:00:02	0.0032	0.0080	
12/10/2022 21:00:02	0.0062	0.1090	
12/10/2022 22:00:02	0.0057	0.1140	
12/10/2022 23:00:02	0.0050	0.1710	

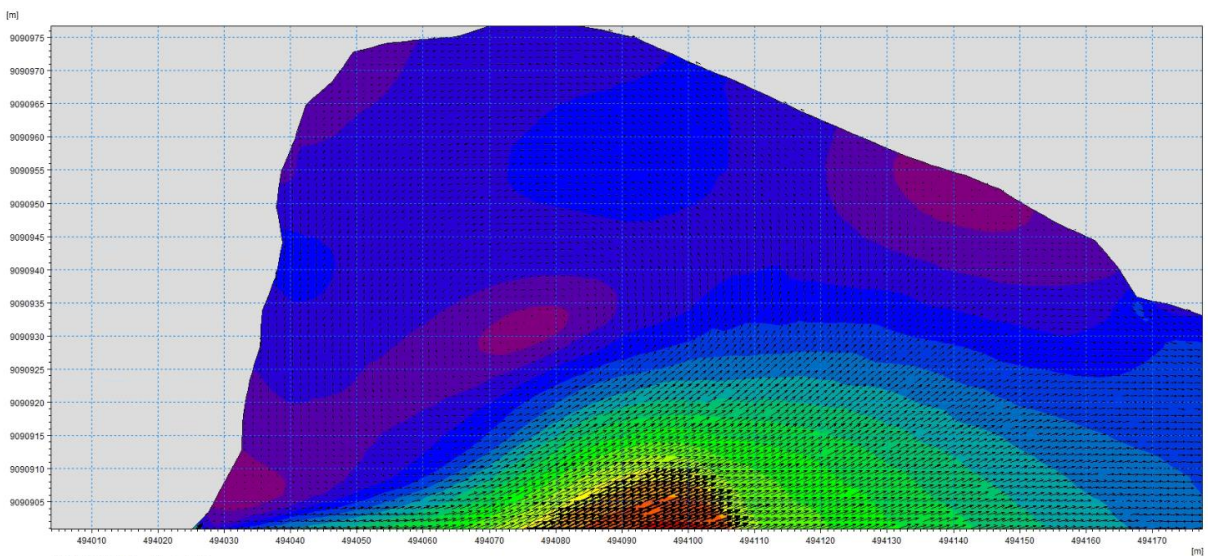
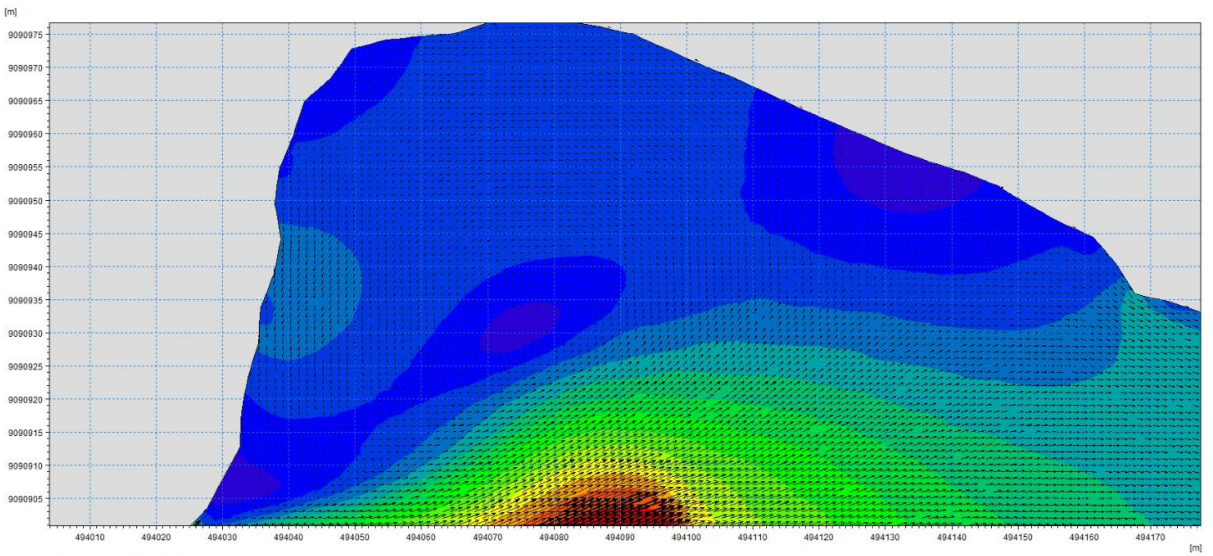
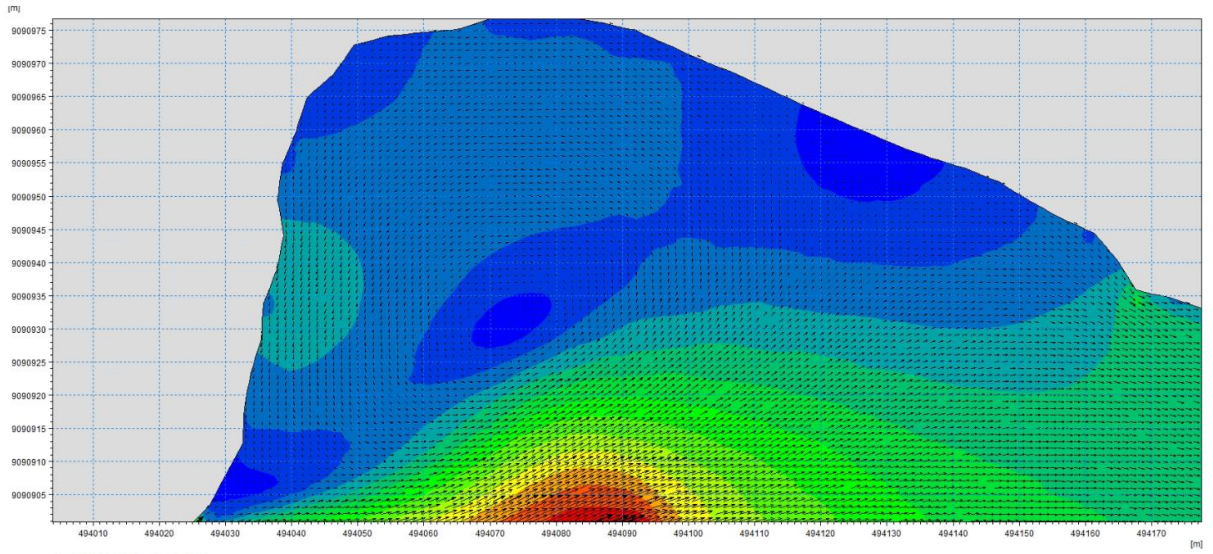
**LAMPIRAN C**  
**TIME STEP ARUS RIP AREA TENGAH**



**LAMPIRAN D**  
**TIME STEP ARUS RIP AREA TANJUNG TIMUR**



**LAMPIRAN E**  
**TIME STEP ARUS RIP AREA TANJUNG BARAT**





## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan rahmat dan nikmatnya sehingga penulis dapat diberi kemudahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak penulis yang senantiasa melimpahkan kasih sayang, cinta dan doanya, serta kakak yang menjadi motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. R. Haryo D A.ST .M.Eng.,Ph.D selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan ilmu, motivasi, dan waktunya serta masukan sehingga penulis dapat memahami dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya.
4. Bapak Prof. Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen wali penulis yang telah memberikan nasihat, bimbingan, dan dukungannya selama perkuliahan.
5. Kepala dan teknisi, serta Grader Laboratorium Infrastruktur Pantai dan Pelabuhan, Departemen Teknik Kelautan, FTK ITS yang telah memberikan izin dalam penggunaan fasilitas laboratorium untuk mendukung pengerjaan tugas akhir ini.
6. Elisa Dara Dinanti menjadi orang terdekat dan tercinta penulis selama masa perkuliahan dan senantiasa memberikan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Para “Penjajah laboratorium” yang senantiasa meramaikan suasana laboratorium Ketika mengerjakan Tugas Akhir.
8. Teman-teman Teknik Kelautan Angkatan 2020 ”WASTRAYAKSA” yang selalu ada di sisi penulis dari zaman mahasiswa baru sampai selesainya tugas akhir ini.
9. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu atas perannya dalam memudahkan penulis dalam perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir ini.

## **BIODATA PENULIS**



Danendra Arya Wisesa lahir di Surabaya, Jawa Timur pada tanggal 12 Januari 2002 dan besar di Sidoarjo, Jawa Timur. Penulis menempuh pendidikan formal di SMAN 3 Sidoarjo yang melanjutkan pendidikan tingkat sarjana di Departemen Teknik Kelautan ITS melalui jalur mandiri pada tahun 2020 dengan NRP 5020201084. Selama menempuh Pendidikan sarjana di Departemen Teknik Kelautan ITS, penulis mengikuti beberapa kegiatan organisasi dan kepanitiaan. Penulis memiliki pengalaman kerja praktek di PT. Aramsa Infrayasa yang bergerak di bidang konsultan sipil. Penulis tertarik pada bidang Coastal Engineering dan memiliki minat dalam mempelajari software seperti MIKE 21. Pada Tahun 2024, penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pemodelan Numerik Arus Rip di Pantai Klayar, Pacitan”.

Ditetapkan di Surabaya

**REKTOR INSTITUT TEKNOLOGI**

**SEPULUH NOPEMBER,**

**BAMBANG PRAMUJATI**

**NIP 0003126902**