

# **Analisis Hidrodinamika Menggunakan Software SMS 8.1 dalam Rangka Pengembangan Pelabuhan Penyeberangan Kaledupa, Sulawesi Tenggara**

**ANGGA RIZKI PRATAMA, YATI MULIATI,  
FACHRUL MADRAPRIYA**

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung  
e-mail: anggarizki.pratama3@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Pulau Kaledupa membutuhkan sebuah pelabuhan penyeberangan, untuk memudahkan mobilisasi roda 4 agar pembangunan infrastruktur tidak terhambat. Perencanaan pelabuhan Kaledupa membutuhkan beberapa data, antara lain hidro-osenografi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis gelombang dan arus menggunakan software SMS 8.1 dan merencanakan pelabuhan. Hasil pemodelan software digunakan untuk menentukan posisi dermaga dalam kondisi aman, perencanaan fasilitas menggunakan Keputusan Menteri Perhubungan. Hasil analisis menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum di dermaga  $0,065\text{ m} < 1\text{ m}$ , dan kecepatan arus  $0,0018\text{ m/s} < 2\text{ m/s}$  sehingga dermaga aman untuk kapal berlabuh dari arah arus timur laut. Tenggang pasut sebesar  $1,90\text{ m}$ , maka dermaga yang digunakan adalah tipe moveable bridges untuk kapal feri tipe Ro-Ro. Kedalaman kolam pelabuhan adalah  $5\text{ m}$  dan kedalaman alur pelayaran adalah  $5,6\text{ m}$ .*

**Kata kunci:** desain pelabuhan, gelombang, arus, SMS 8.1

## **ABSTRACT**

*Kaledupa island need a ferry port to facilitate 4 wheels mobilization to ease an infrastructure. The planning of Kaledupa port need takes some data and one of it is hydro-oceanography data. The purpose of this study are to analyze wave and tides using SMS 8.1 software and to design a port. The result from software modelling used to determine the position of port in safety condition, design of facilities using The Transport Minister's Decision. The analysis result shows that the maximum wave height at the dock was  $0.065\text{ m} < 1\text{ m}$  and the speed's current  $0.0018\text{ m/s} < 2\text{ m/s}$  so the dock is safe for berthing the ship from Northeast direction. The tidal range is  $1.90\text{ m}$  so the dock will be using is a "moveable bridges" for the ferry ship Ro-Ro type. The depth of the turning basin is  $5\text{ m}$  and the depth of shipping channel is  $5.6\text{ m}$ .*

**Keywords:** port design, waves, current, SMS 8.1

## 1. PENDAHULUAN

Pulau Kaledupa merupakan pulau terdekat dengan ibukota Kabupaten Wakatobi yakni Pulau Wangi-wangi sehingga pertumbuhan ekonomi di Pulau Kaledupa lebih pesat setelah Pulau Wangi-wangi. Peningkatan perekonomian di Pulau Kaledupa tentunya diperlukan infrastruktur yang memadai, dalam pembangunan infrastruktur di Pulau Kaledupa ini terhambat oleh transportasi yang tidak layak salah satunya pelabuhan. Pelabuhan di Pulau Kaledupa ini menjadi pusat masuk dan keluarnya penumpang dan barang. Pelabuhan ini merupakan salah satu pelabuhan laut perintis yang sangat berperan dalam tumbuh kembangnya ekonomi di pulau Kaledupa. Aktivitas ekonomi di Kaledupa rata-rata berasal dari pulau Wangi-wangi, inilah yang menyebabkan adanya peningkatan pertumbuhan ekonomi dan mobilitas penduduk dari dua wilayah tersebut tiap tahunnya. Dalam peningkatan infrastruktur di Pulau Kaledupa, Pelabuhan laut perintis Kaledupa ini sudah tidak layak dalam peningkatan infrastruktur di Pulau Kaledupa karena dilihat jenis kapal yang dapat bersandar hanya kapal penumpang < 1000 DWT, sedangkan untuk meningkatkan infrastruktur dibutuhkan mobilisasi roda 4. Sehingga di Pulau Kaledupa ini dibutuhkan Pelabuhan Penyeberangan Kapal Ferry untuk mengangkut tidak hanya penumpang saja tetapi kendaraan roda 4 atau lebih.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis gelombang dan arus di perairan gelombang dan desain perencanaan Pelabuhan Penyeberangan Kaledupa. Analisis gelombang dan arus diharapkan dapat menentukan arah dan posisi dermaga serta desain perencanaan ini juga diharapkan dapat mempermudah transportasi dari dan ke Pulau Kaledupa yang selama ini kurang memadai dan guna meningkatkan pertumbuhan daerah di Pulau Kaledupa.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Hidro-Oseanografi

Hidro-oseanografi adalah studi ilmiah mengenai bumi yang ditutupi oleh air dan juga lingkungannya. Sasarannya adalah memperluas pengertian manusia mengenai semua aspek kelautan, sifat antara tingkah laku air, flora dan fauna dalam alam laut, interaksi udara di atasnya serta bentuk dan struktur air laut itu sendiri (Hutabarat dan Evans, 1985). Aspek-aspek yang ditinjau antara lain, pasang surut yang merupakan fluktuasi muka air laut akibat gaya tarik benda-benda di langit terhadap massa air laut di bumi, angin yang berpengaruh dalam pengendalian kapal saat memasuki mulut pelabuhan yang menimbulkan gaya-gaya horizontal juga mengakibatkan gelombang laut yang berpengaruh terhadap konstruksi pelabuhan, Gelombang merupakan faktor utama dalam penentuan tata letak (layout) pelabuhan, alur pelayaran dan perencanaan bangunan pantai (Triatmodjo, 1996).

### 2.2 Peramalan Gelombang

Proses peramalan gelombang ini ada beberapa parameter yang digunakan berupa kecepatan angin ( $U$ ) di permukaan laut, arah angin, panjang daerah pembangkitan angin (*fetch*) dan lama hembus angin atau durasi angin. Dari parameter di atas dapat diramalkan tinggi gelombang ( $H$ ) dan periode gelombang ( $T$ ) yang terjadi dengan menggunakan metode *Shore Protection Manual*.

### 2.3 *Surface Water Modelling System 8.1*

*Surface Water Modeling System* (SMS) adalah model permukaan satu-dan dua-dimensi air berbasis grafis untuk mengotomatisasi *mesh* dan proses pemodelan. SMS memasukkan berbagai model hidrolik dan pantai untuk aplikasi termasuk analisis aliran sungai, kontaminan dan angkutan sedimen, banjir pedesaan dan perkotaan, muara dan pemodelan teluk, sirkulasi

pesisir pantai dan pemodelan gelombang. Terdapat beberapa modul pada SMS di antaranya adalah *software* CGWAVE yang digunakan untuk mengestimasi medan gelombang di pelabuhan, pantai, inlet sekitar pulau, dan sekitar struktur/bangunan dan *software* RMA2 yang digunakan untuk mendapatkan simulasi pola aliran untuk mengetahui pola aliran dan distribusi kecepatan aliran dalam tampungan berupa arus.

## 2.4 Perencanaan Kapal

Perencanaan kapal yang akan berlabuh berdasarkan hasil jumlah terbesar dari penumpang atau kendaraan yang dikorelasikan dengan data ukuran kapal sehingga didapatkan jenis kapal berapa yang akan berlabuh. Data ukuran kapal disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Data Ukuran Kapal**  
(Sumber: Ditjen Perhubungan Darat, 2006)

GRT	LOA (m)	Lebar B (m)	Draft (m)	Kedalaman Perlu (m)	Kapasitas	
					Penumpang	Kendaraan
150	29,5	7,0	1,50	-3,00	100	9 truk 4 ton
200	33,5	9,0	1,85	-3,25	200	12 truk 4 ton
300	40,5	10,5	2,20	-3,50	300	15 truk 4 ton
500	47,0	11,5	2,60	-4,10	500	20 truk 4 ton
600	53,3	14,0	2,60	-4,10	600	36 truk 4 ton
1000	70,0	14,2	3,70	-5,00	600	27 truk 8 ton

## 2.5 Perencanaan Fasilitas Laut

Keputusan menteri Perhubungan No.52 Tahun 2004 menyatakan ketentuan-ketentuan untuk perencanaan fasilitas laut pelabuhan penyeberangan sebagai berikut.

Fasilitas dermaga yang merupakan tempat bongkar muat kapal, memiliki beberapa tipe yaitu *warf*, *jetty* dan *pier*. Perencanaan dermaga memiliki elevasi berdasarkan tinggi gelombang rencana dan panjang berdasarkan panjang kapal. Perhitungan elevasi dermaga dan panjang dermaga tertera pada **Persamaan 1** dan **Persamaan 2**.

$$H = HWS + \frac{1}{2} \text{Tinggi Gelombang Rencana} + \text{Freeboard} \quad \dots (1)$$

dengan:

$$H = \text{elevasi dermaga (m)},$$

$$\text{freeboard} = 0,3 - 1,0 \text{ m.}$$

$$L = 1,13 (Loa) \quad \dots (2)$$

dengan:

$$L = \text{panjang dermaga (m)},$$

$$Loa = \text{panjang kapal.}$$

Alur pelayaran merupakan jalur kapal keluar masuk pelabuhan, dengan memperhatikan lebar alur dan kedalaman alur. Perhitungan kedalaman alur dan lebar alur tertera pada **Persamaan 3** dan **Persamaan 4**.

$$d_{alur} = draft + squat + pitching\ rolling + trim + berat\ air + faktor\ empiris \quad \dots (3)$$

dengan:

- draft* = bagian kapal yang terendam air,
- squat* = pertambahan *draft* kapal disebabkan kecepatan (= 30 cm),
- pitching rolling* = turun naiknya kapal akibat melintasi gelombang, ditambahkan,  $\frac{H}{2}$  dimana *H* tinggi gelombang di alur,
- trim* = kedalaman alur pelayaran ditambahkan 0,3-0,6 m,
- berat air* = apabila di air tawar, perlu ditambah 2%-3% *draft* kapal.

$$LA = (9 \times B) + 30 \quad \dots (4)$$

dengan:

- LA* = lebar alur (m),
- B* = lebar kapal (m).

Kolam pelabuhan merupakan area kapal untuk memutar dan berlabuh, dengan memperhatikan jari-jari kolam putar dan kedalaman kolam pelabuhan yang sesuai dengan kedalaman perlu kaal rencana. Perhitungan kolam putar tertera pada **Persamaan 5**.

$$Kolam\ Putar = 1,5Loa\ (kapal\ Memutar) \quad \dots (5)$$

dengan:

- R* = jari-jari kolam putar,
- Loa* = panjang kapal.

Mengacu pada peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomer : SK 2681/AP.005/DRJD/2006 Tentang Pengoperasian Pelabuhan Penyeberangan, klasifikasi dermaga untuk fasilitas bongkar muat menurut jenis sandar kapal terbagi menjadi 3 kategori, yaitu dermaga ponton, dermaga plesengan dan dermaga dengan *moveable bridges*.

## 2.6 Perencanaan Fasilitas Darat

Keputusan menteri Perhubungan No.52 Tahun 2004 menyatakan ketentuan-ketentuan untuk perencanaan fasilitas darat pelabuhan penyeberangan sebagai berikut.

Gedung terminal penumpang merupakan bangunan gedung sebagai tempat untuk ruang tunggu penumpang sebelum diperkenankan memasuki kapal. Perhitungan areal gedung terminal pada **Persamaan 6** sampai **Persamaan 11** berikut.

$$A = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \quad \dots (6)$$

$$a_1 = a * n * N * x * y \quad \dots (7)$$

$$a_2 = 15\% * a_1 \quad \dots (8)$$

$$a_3 = 15\% * a_1 \quad \dots (9)$$

$$a_4 = 25\% * (a_1 + a_2 + a_3) \quad \dots (10)$$

$$a_5 = 10\% * (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) \quad \dots (11)$$

dengan:

- $A$  = luas areal gedung terminal untuk penumpang ( $m^2$ ),
- $a_1$  = luas areal ruang tunggu ( $m^2$ ),
- $a_2$  = luas areal ruang kantin ( $m^2$ ),
- $a_3$  = luas areal ruang administrasi ( $m^2$ ),
- $a_4$  = luas areal ruang utilitas ( $m^2$ ),
- $a_5$  = luas areal ruang ruang publik ( $m^2$ ),
- $a$  = luas yang diperlukan tiap orang ( $m^2/orang$ ) = 1,2  $m^2/orang$ ,
- $n$  = jumlah penumpang dalam satu kapal (orang/kapal),
- $N$  = jumlah kapal yang merapat atau berangkat pada saat yang bersamaan (kapal),
- $x$  = perbandingan jumlah penumpang tertinggi per hari dengan jumlah penumpang dalam satu kapal atau rasio konsentrasi = 1,0 – 1,6,
- $y$  = rata-rata fluktuasi = 1,2.

Lapangan parkir harus cukup besar sehingga dapat menampung jumlah kendaraan yang akan diangkut oleh kapal. Standar luas tempat parkir kendaraan ditentukan dengan rumus berikut.

$$A = a * n * N * x * y \quad \dots (12)$$

dengan:

- $A$  = luas total areal parkir untuk kendaraan menyeberang ( $m^2$ ),
- $a$  = luas yang diperlukan untuk tiap kendaraan ( $m^2/kendaraan$ ),  
 truk 8 ton = 60  $m^2$ ,  
 kendaraan penumpang = 25  $m^2$ ,
- $n$  = jumlah kendaraan dalam satu kapal  
 = kapasitas angkut kapal (kendaraan/kapal),
- $N$  = jumlah kapal yang merapat atau berangkat pada saat yang bersamaan,
- $x$  = rata-rata pemanfaatan = 1,0,
- $y$  = rasio konsentrasi = 1,0-1,6.

Lapangan parkir harus cukup besar sehingga dapat menampung jumlah kendaraan yang mengantar atau menjemput. Standar luas tempat parkir kendaraan ditentukan dengan rumus berikut.

$$A = a * n_1 * N * x * y * z * \frac{1}{n_2} \quad \dots (13)$$

dengan:

- $A$  = luas total areal parkir untuk kendaraan antar atau jemput ( $m^2$ ),
- $a$  = luas yang diperlukan untuk tiap kendaraan ( $m^2/kendaraan$ ),  
 truk 8 ton = 60  $m^2$ ,

- kendaraan penumpang =  $25 \text{ m}^2$ ,  
 $n_1$  = jumlah penumpang dalam satu kapal  
= kapasitas angkut kapal (orang/kapal),  
 $n_2$  = kapasitas angkut kendaraan = rata-rata 8 orang/kendaraan,  
 $N$  = jumlah kapal yang merapat atau berangkat pada saat yang bersamaan,  
 $x$  = rata-rata pemanfaatan = 1,0,  
 $y$  = rasio konsentrasi = 1,0-1,6,  
 $z$  = rata-rata pemanfaatan seluruh penumpang meninggalkan terminal dengan kendaraan  
= 1,0.

Kebutuhan areal untuk tempat penampungan Bahan Bakar Minyak (BBM) dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM) per hari. Kebutuhan areal untuk fasilitas air bersih dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan air bersih per hari. Kebutuhan areal untuk generator didasarkan pada standar kebutuhan ruang untuk fasilitas listrik seluas  $150 \text{ m}^2$ . Kebutuhan areal untuk terminal angkutan umum dan parkir akan dihitung berdasarkan daya tampung mobil yang masuk dan berhenti di terminal. Kebutuhan ruang fasilitas peribadatan, kesehatan, perdagangan dan pos/telekomunikasi didasarkan pada kebutuhan ruang untuk fasilitas umum dan fasilitas sosial untuk 250 penduduk pendukung yaitu masing-masing seluas  $60 \text{ m}^2$ .

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan diantaranya, pertama, perencanaan kapal menggunakan asumsi 60% dari jumlah penduduk Kabupaten Wakatobi untuk penumpang dan asumsi 30% dari jumlah komoditas/barang yang dikorelasikan dengan data ukuran kapal. Kedua, melakukan peramalan gelombang dilakukan mengikuti metode *Shore Protection Manual* yang telah menjadi acuan bagi praktisi pekerjaan pengembangan, perlindungan, dan desain bangunan-bangunan pantai. Data masukan berupa data angin dan peta bathimetri. Data angin di darat ditransformasikan dalam data angin di laut, kemudian dicari faktor tegangan angin dan harga fetch. Dari nilai tegangan angin dan harga fetch dapat diketahui tinggi dan periode gelombang dengan menggunakan cara analitis. Ketiga, melakukan perencanaan tata letak dermaga adalah penentuan letak dermaga berdasarkan kedalaman kapal yang diperlukan, kondisi gelombang dan arus.

Keempat, pemodelan gelombang menggunakan modul CGWAVE ini didasari dari hasil peramalan gelombang dengan periode ulang tinggi gelombang 25 tahunan, dari setiap arah bangkitan angin. *Boundary condition* dari peta topografi dan bathimetri serta tinggi gelombang 25 tahunan. Kelima, pemodelan arus menggunakan modul RMA2 dengan *boundary condition* berupa peta topografi dan bathimetri serta pasang surut. Pasang surut yang digunakan adalah pasang surut jam-jaman selama 15 hari pengamatan. Keenam, Perhitungan perencanaan fasilitas laut mengacu Keputusan Menteri Perhubungan No.52 Tahun 2004, yang terdiri dari dermaga, alur pelayaran, kolam pelabuhan dan fasilitas bongkar muat. Ketujuh, Perhitungan perencanaan fasilitas darat mengacu Keputusan menteri Perhubungan No.52 Tahun 2004, yang terdiri dari luasan gedung terminal, area parkir penyeberangan, area parkir antar/jemput penumpang, area angkutan umum, area generator, fasilitas air bersih, peribadatan, perdagangan, pos/telekomunikasi dan kesehatan.

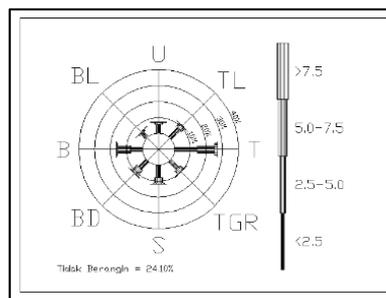
## 4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Topografi dan Bathimetri

Kondisi topografi Pulau Kaledupa yang mempunyai daerah berbukit di tengah pulau dengan ketinggian berkisar 20-350 mdpl dan topografi landai pada daerah selatan dan utara pulau. Kondisi bathimetri di perairan Kaledupa memiliki kedalaman yang landai dengan jarak kontur yang renggang, elevasi terdalam sebesar -9 m. dan perairan Kaledupa memiliki hamparan batu karang tersebar di beberapa titik di perairan Kaledupa.

### 4.2 Kondisi Hidro-Oseanografi

Pasang surut penting untuk merencanakan elevasi dermaga. Parameter pasang surut berupa elevasi-elevasi pasang surut dengan elevasi acuan *Low Water Spring* yaitu *Mean High Water Spring* = 234 cm, *Mean Low Water Spring* = 44 cm, dan *Tidal Range* = 190 cm. Berdasarkan hasil pengukuran arus, kecepatan arus dilokasi relative kecil yaitu kurang dari 1 m/dt dan masih memenuhi syarat maksimum untuk berlabuh kapal yaitu 2 m/dt. Data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi dan arah gelombang di lokasi, sehingga data ini diperlukan sebagai masukan dalam peramalan gelombang. Adapun hasil analisis data angin menunjukkan arah angin dominan dari arah timur, dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Windrose**

### 4.3 Penduduk dan Barang

Jumlah penduduk Kabupaten Wakatobi tahun 2008 dan 2009 untuk jumlah barang hanya wilayah Kaledupa tahun 2009 dari buku Kabupaten Wakatobi Dalam Angka Tahun 2010. Jumlah penduduk tahun 2008 sebesar 101.475 jiwa dan tahun 2009 sebesar 103.423, jumlah barang sebesar 18.256 ton. Hasil proyeksi penduduk dan barang dari Pelabuhan Kaledupa pada tahun 2035 adalah 408.688 untuk penduduk dan 115.378 ton untuk barang.

### 4.4 Perencanaan Jenis Kapal

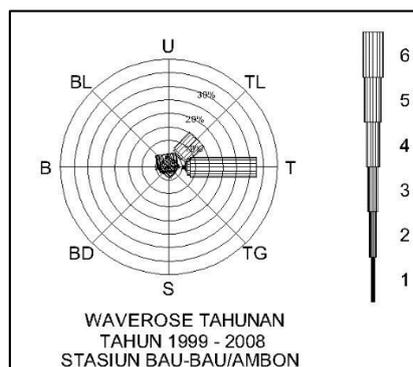
Hasil perencanaan kapal berdasarkan asumsi pergerakan orang dan komoditas/barang didapatkan 372 orang per hari untuk pergerakan orang dan 115.378,2 ton/thn kemudian dikonversi kedalam satuan kendaraan truk (1 truk = 8 ton) untuk pergerakan komoditas/barang sehingga didapati jumlah kendaraan per tahun sebesar 8.653 kend/tahun dan diubah dalam satuan kendaraan per hari sehingga didapatkan sebesar 26 kend/hari. Penentuan jenis kapal menggunakan hasil jumlah kendaraan dan data ukuran kapal yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Perhubungan Darat Angkutan Sungai, Danau dan Penyeberangan sehingga didapatkan jenis kapal 1000 GRT dengan kapasitas 600 penumpang dan 27 kendaraan truk 8 ton.

#### 4.5 Peramalan Gelombang

Hasil peramalan gelombang dengan metode SPM dibuat dalam bentuk Tabel dan dalam bentuk grafik berupa *waverose* untuk gelombang tahunan dan gelombang bulanan. Selain itu ditetapkan tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ). Berikut tabel gelombang maksimum tahunan pada **Tabel 2** dan *waverose* maksimum tahunan pada **Gambar 2**.

**Tabel 2. Persentase Kejadian Gelombang Maksimum Tahunan 1999-2008**

Arah	Tinggi Gelombang (m)						Jumlah
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	>0,5	
Utara	0	0	0	0,91	2,73	10	13,64
Timur Laut	0	0,91	0	0	1,82	16,36	19,09
Timur	1,82	0,91	0,91	0	1,82	49,09	54,55
Tenggara	0	0	0	0	0	0	0
Selatan	0	0	0	0	0	0	0
Barat Daya	0	0	0	0	0	0	0
Barat	0	0	0	0	0	0	0
Barat Laut	0	0	0	0,91	10,91	0,91	12,73
<b>Persentase Kejadian</b>							100
<b>Persentase Data Tidak Tercatat</b>							0
<b>Persentase Kejadian Total</b>							0



**Gambar 2. Waverose gelombang maksimum**

Berdasarkan *waverose* gelombang maksimum tahunan menunjukkan bahwa arah yang gelombang terbesar terjadi dari arah timur. Hasil tinggi gelombang maksimum setiap tahunnya digunakan untuk mendapatkan tinggi gelombang rencana di laut dalam dengan metode distribusi Pearson Type III menggunakan *software* SMADA. Hasil dari periode ulang gelombang dilampirkan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3. Periode Gelombang Maksimum**

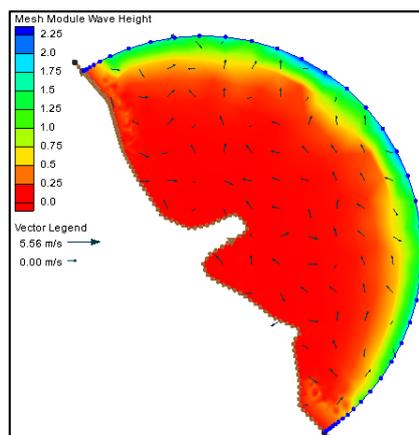
Periode Ulang (Tahun)	Tenggara		Barat Laut		Timur		Timur Laut		Utara	
	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)
100	0,82	2,93	1,23	3,65	0,99	4,09	1,53	4,95	1,84	5,55
50	0,71	2,76	1,06	3,50	0,98	4,07	1,43	4,80	1,56	5,13
25	0,61	2,60	0,89	3,33	0,96	4,06	1,32	4,63	1,30	4,72
10	0,49	2,40	0,68	3,10	0,94	4,02	1,17	4,41	1,00	4,23
5	0,34	2,27	0,55	2,91	0,92	3,99	1,05	4,22	0,82	3,89

#### 4.6 Penentuan Letak Dermaga

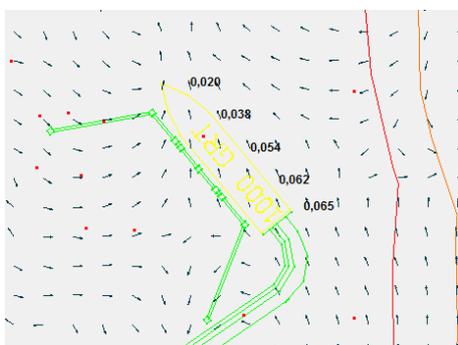
Kapal yang akan berlabuh di dermaga ini adalah kapal 1000 GRT dengan kedalaman yang diperlukan sebesar 5 m, sehingga posisi rencana dermaga terletak pada koordinat  $X = 586.045,5$  ;  $Y = 9.390.406,3$  dan  $Z = 5,53$  m.

#### 4.7 Pemodelan Gelombang

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa gelombang tertinggi terjadi dari arah timur laut dengan tinggi maksimum gelombang di sekitar dermaga rencana sebesar  $0,065 \text{ m} < 0,5 \text{ m}$  sehingga aman untuk kapal berlabuh dan dapat dermaga dapat dibangun. Berikut kontur tinggi gelombang terbesar arah timur laut dan tinggi gelombang di sekitar struktur akibat gelombang arah timur laut pada **Gambar 3** sampai **Gambar 4**.



**Gambar 3. Kontur tinggi gelombang arah timur laut dengan periode 25 tahun**

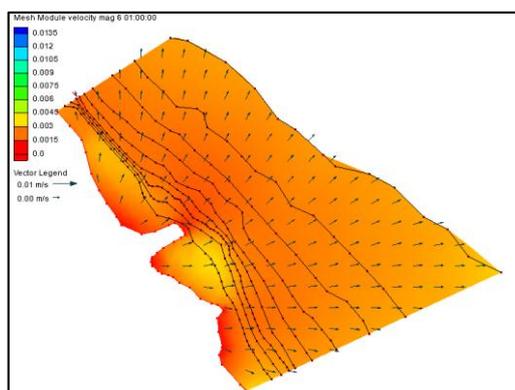


**Gambar 4. Tinggi gelombang di sekitar struktur akibat gelombang timur laut**

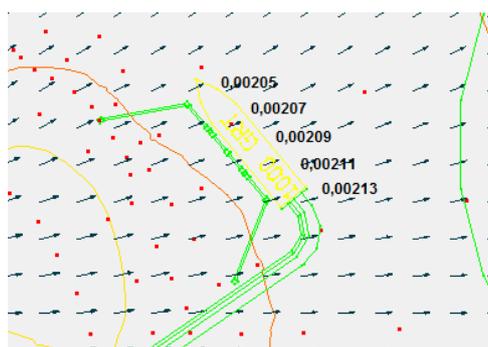
Kontur tinggi gelombang yang terjadi di perairan Kaledupa berdasarkan pemodelan menunjukkan bahwa tinggi gelombang rata-rata dibawah 0,5 m dan tinggi gelombang tertinggi terjadi sekitar 1 km dari bibir pantai sebesar 2,0 m.

#### 4.8 Pemodelan Arus

Dari hasil pemodelan arus, arah pergerakan arus bergerak dari bibir pantai menyebarkan ke arah timur laut dan utara, dan besar kecepatan terbesar terjadi pada arah timur laut. Besar kecepatan yang terjadi di sekitar dermaga rencana pada timur laut sangat kecil sebesar  $0,00213 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$  sehingga aman untuk kapal berlabuh dan tidak akan berpengaruh pada letak dan arah dermaganya. Berikut hasil pemodelan arus terbesar pada arah timur laut pada **Gambar 5** sampai **Gambar 6**.



**Gambar 5. Arah pergerakan arus**



**Gambar 6. Kecepatan arus di sekitar struktur**

#### 4.9 Perencanaan Fasilitas Laut

Perencanaan fasilitas laut ini tidak memerlukan *breakwater* (pemecah gelombang). Tipe dermaga yang digunakan adalah tipe L, dengan posisi buritan kapal yang besar dan menggunakan dermaga *moveable bridges* karena tenggang pasut sebesar 1,9 m, elevasi dermaga yang direncanakan adalah + 3,5 m, kapal yang akan bersandar hanya satu sehingga panjang dermaga sebesar 91 dan lebar yang direncanakan sebesar 8 m dengan 4,5 m untuk jalur kendaraan roda empat, 2 m untuk jalur sepeda motor dan 1,5 m untuk jalur penumpang.

Perencanaan alur pelayaran didasarkan pada ukuran kapal terbesar yang akan masuk ke kolam pelabuhan, maka kedalaman alur sebesar 5,6 m dan lebar alur pelayaran 158 m. Kolam pelabuhan berupa kolam putar kapal, kapal masuk dengan cara memutar, maka jari-jari kolam putar adalah 105 m dengan kedalaman kolam pelabuhan berdasarkan tabel data ukuran kapal kedalaman perlu untuk kapal 1000 GRT sebesar 5 m sehingga kedalaman kolam pelabuhan pun sesuai dengan kedalaman perlu kapal yaitu 5 m.

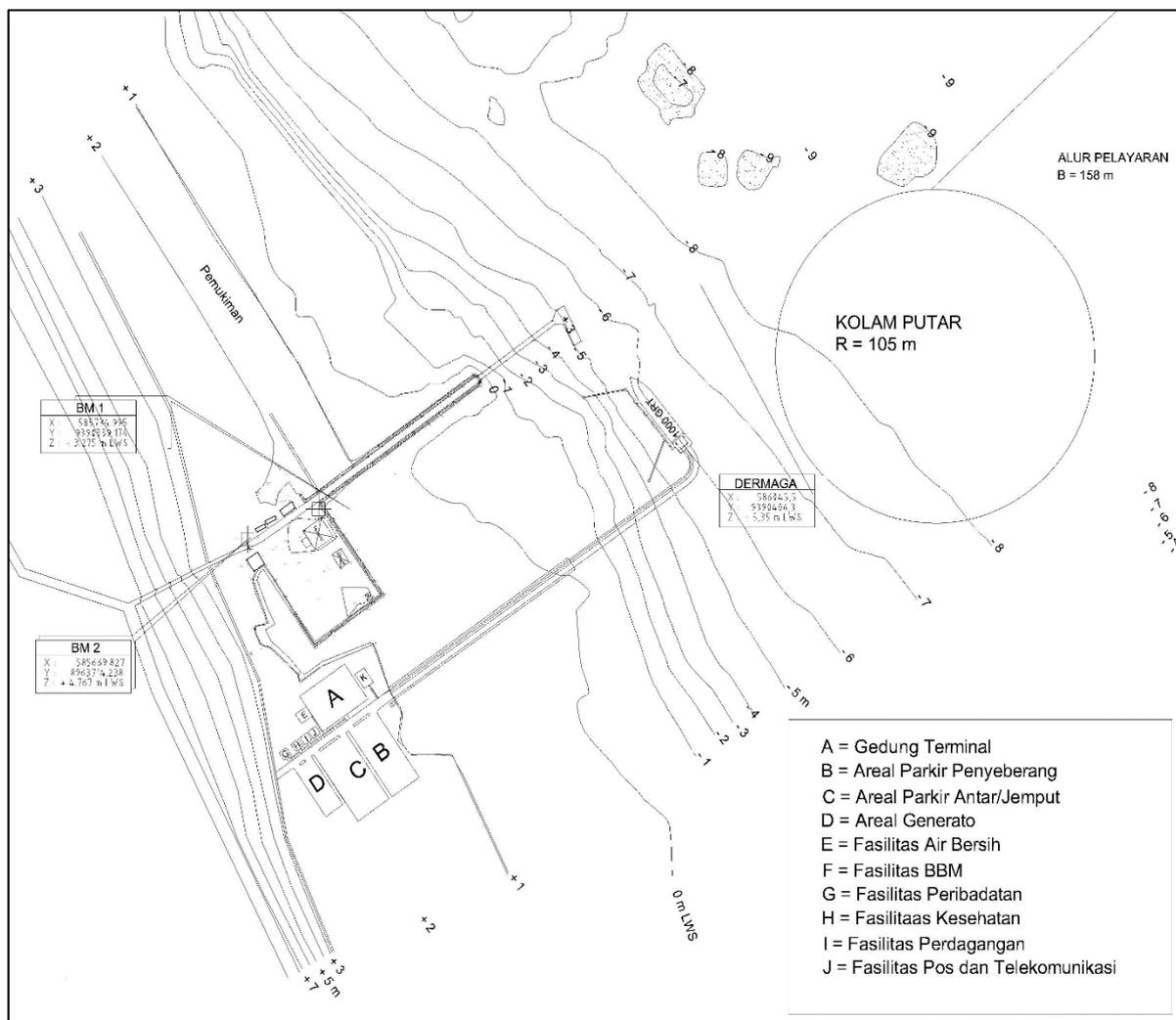
#### 4.10 Fasilitas Darat

Hasil perhitungan kebutuhan fasilitas darat berdasarkan Keputusan menteri Perhubungan No.52 Tahun 2004 disajikan pada **Tabel 4**.

**Tabel 4. Kebutuhan Fasilitas Darat**

NO.	JENIS FASILITAS	KETERANGAN
1.	Gedung Terminal	Luas = 1.854 m <sup>2</sup>
2.	Parkir Kendaraan Penyeberang	Luas = 2.106 m <sup>2</sup>
3.	Parkir Kendaraan Antar/jemput	Luas = 2.438 m <sup>2</sup>
4.	Fasilitas Bahan Bakar	Luas = 18 m <sup>2</sup>
5.	Fasilitas Air Bersih	Luas = 120 m <sup>2</sup>
6.	Areal Generator	Luas = 150 m <sup>2</sup>
7.	Terminal Angkutan Umum dan Parkir	Luas = 928 m <sup>2</sup>
8.	Fasilitas Peribadatan	Luas = 60 m <sup>2</sup>
9.	Fasilitas Kesehatan	Luas = 60 m <sup>2</sup>
10.	Fasilitas Perdagangan	Luas = 60 m <sup>2</sup>
11.	Fasilitas Pos dan Telekomunikasi	Luas = 60 m <sup>2</sup>

Hasil perhitungan areal fasilitas laut dan fasilitas darat secara lebih jelas dapat dilihat dalam layout pelabuhan pada **Gambar 7** berikut.



**Gambar 7. Layout pelabuhan**

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah:

1. Pergerakan orang dan komoditas/barang dengan asumsi 30 % untuk orang dan 60 % untuk komoditas/barang didapatkan sebesar 372 org/hari dan 26 kend/hari (1 kend = 8 ton).
2. Faktor penentuan jenis kapal dari jumlah kendaraan pengangkut komoditas/barang dengan jenis kapal 1000 GRT dengan kapasitas 600 penumpang dan 27 kendaraan truk 8 ton.
3. Simulasi pemodelan gelombang dengan modul CGWAVE dari SMS 8.1 menghasilkan tinggi gelombang tertinggi terjadi dari arah timur laut, dengan tinggi gelombang disekitar struktur dermaga  $0,065 \text{ m} < 0,5 \text{ m}$  sehingga aman untuk kapal berlabuh dan
4. Simulasi pemodelan arus dengan modul RMA2 dari SMS 8.1 menghasilkan arah pergerakan arus dari dan ke arah timur dari bibir pantai. Kecepatan arus yang terjadi di sekitar dermaga  $0,00213 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$  sehingga kapal aman untuk berlabuh, dan penentuan arah dermaga tidak akan terpengaruh.
5. Dermaga yang digunakan adalah *moveable bridges* karena tenggang pasut 1,9 m dan arah dermaga menghadap ke barat laut.
6. Hasil desain perencanaan fasilitas darat adalah berupa luasan untuk gedung terminal =  $1.854 \text{ m}^2$ , parkir kendaraan penyeberang =  $2.106 \text{ m}^2$ , parkir kendaraan antar atau jemput =  $2.438 \text{ m}^2$ , fasilitas bahan bakar =  $18 \text{ m}^2$ , fasilitas air bersih =  $120 \text{ m}^2$ , area generator =  $150 \text{ m}^2$ , terminal angkutan umum dan parkir =  $928 \text{ m}^2$ , dan masing-masing  $60 \text{ m}^2$  untuk fasilitas peribadatan, kesehatan, perdagangan, serta pos dan telekomunikasi.

## DAFTAR RUJUKAN

- Badan Pusat Statistik. (2010). Kabupaten Wakatobi Dalam Angka 2010. Wakatobi: Badan Pusat Statistik.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (2006). Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor: SK 2681/AP.005/DRJD/2006 Tentang Pengoperasian Pelabuhan Penyeberangan, Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Hutabarat, Sahala dan Stewart M. Evans. (1985). Pengantar Oseanografi, cet III. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Kementerian Perhubungan, Keputusan Menteri Perhubungan. (2004). Penyelenggaraan Pelabuhan Penyeberangan. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2010). Laporan Survey Investigasi dan Desain Pengembangan Pelabuhan Kaledupa Kabupaten Wakatobi, Sulawesi Tenggara. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik.
- Triatmojo, B. (1996). Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset.