

Desain Pelabuhan Penyeberangan di Tambelan, Provinsi Kepulauan Riau

RESTI SUCILESTARI, YATI MULIATI, FACHRUL MADRAPRIYA

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: restisucilestari@yahoo.com

ABSTRAK

Tambelan merupakan salah satu pulau terluar dan terpencil di Kabupaten Bintan. Hal tersebut membuat kurangnya akses transportasi di wilayah tersebut. Masyarakat Tambelan umumnya berprofesi sebagai nelayan sehingga dalam memenuhi kebutuhan keseharian, masyarakat Tambelan memasok barang dan jasa dari luar pulau melalui pelabuhan laut Tambelan. Aktivitas pelabuhan laut yang lambat menjadi salah satu kendala utama dalam pendistribusian kebutuhan pokok dan mobilisasi masyarakat Tambelan dari luar pulau, oleh karena itu Tambelan membutuhkan sebuah pelabuhan penyeberangan untuk memudahkan mobilisasi dan aksesibilitas masyarakat dari luar pulau.

Desain pelabuhan dipengaruhi oleh volume angkutan dan tinggi gelombang yang berada di sekitar rencana lokasi pelabuhan. Tinggi gelombang rencana didapatkan dengan proses hindcasting yang berupa peramalan gelombang dengan data angin jam-jaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum (H_{25}) sebesar 0,815 m selama 4,455 detik.

Desain Pelabuhan Penyeberangan Tambelan ini berdasarkan analisis proyeksi pergerakan penumpang dan barang untuk kapal feri tipe Ro-Ro 1.000 GRT dengan elevasi dermaga 4,5 m dan kedalaman alur pelayaran adalah 6 m. Pelabuhan Penyeberangan Tambelan ini dilengkapi fasilitas darat dengan luas total 2.491,2 m² dan area kolam pelabuhan seluas 53.000 m².

Kata kunci: hindcasting, pelabuhan, penyeberangan.

ABSTRACT

Tambelan is one of the outer island and isolated area of district of Bintan. It made the lack of access to transport in that region. Population of Tambelan generally work as fisherman and to get supply of daily needs from outside the island through the seaports Tambelan. The fishermen needs the a convenience port to sells their fish to outside Bintan island. Tambelan also requires a ferry ports to facilitate the mobilization and accessibility of people from outside the island.

Port design is influenced by the volume of freight and high waves that were around the planned location of the port. High waves hindcasting plan determine by the process in the form of forecasting waves with wind data an hour. The analysis showed that the maximum wave height (H_{25}) is 0.815 m for 4.455 seconds.

Design Tambelan ferry port is based on passanger and commodity movement analysis, that suit to ferry ship type Ro-Ro 1,000 GRT with dock elevation of 4.5 m and a depth of the shipping lanes is 6 m. Tambelan ferry ports is equipped many facilitiy with a total area of 2,491.2 m² dan port basin area of 53,000 m².

Keywords: hindcasting, port design, ferry.

1. PENDAHULUAN

Tambelan merupakan salah satu pulau terluar dan terpencil di Kabupaten Bintan. Aktivitas masyarakat Tambelan sangat bergantung pada wilayah terdekat yaitu Provinsi Kalimantan Barat. Masyarakat Tambelan umumnya berprofesi sebagai nelayan sehingga dalam memenuhi kebutuhan keseharian, masyarakat Tambelan memasok barang dan jasa dari luar pulau melalui pelabuhan laut Tambelan. Aktivitas pelabuhan laut yang lambat menjadi salah satu kendala utama dalam pendistribusian kebutuhan pokok dan mobilisasi masyarakat Tambelan dari luar pulau. Kurangnya aksesibilitas transportasi membuat pertumbuhan ekonomi masyarakat menjadi terhambat.

Dampak peningkatan aksesibilitas transportasi adalah kinerja ekonomi di kawasan yang terhubung oleh transportasi tersebut. Pelabuhan penyeberangan secara prinsip dapat memperlancar mobilisasi dan distribusi kebutuhan pokok, kendaraan maupun orang. Dukungan sarana dan prasarana transportasi yang memadai, mencakup angkutan penyeberangan dapat memperlancar arus barang dan jasa serta mobilitas masyarakat. Adanya angkutan penyeberangan diharapkan dapat terpenuhi kebutuhan transportasi antar daerah, membantu tercapainya pengalokasian sumber ekonomi secara merata, dan menunjang pembangunan serta perkembangan wilayah yang bersangkutan maupun wilayah-wilayah pengaruhnya sehingga menjadi salah satu solusi untuk masyarakat Tambelan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidro-Oseanografi

Kondisi hidro-oseanografi sangat penting di dalam menentukan tata letak suatu pelabuhan. Kondisi hidro-oseanografi yang ditinjau meliputi gelombang, arus, sedimentasi dan pengaruhnya terhadap gerak kapal yang masuk ke pelabuhan. Pelabuhan harus bisa memberi kemudahan dan keamanan bagi kapal-kapal yang masuk dan keluar dari pelabuhan. Perairan pelabuhan harus tenang terhadap gangguan gelombang dan arus sehingga kapal dapat melakukan berbagai kegiatan seperti bongkar-muat barang, menaikkan-turunkan penumpang dengan lancar dan aman (Triatmodjo, 2009).

2.2 Gelombang

Pada proses peramalan gelombang ada beberapa parameter yang digunakan berupa kecepatan angin (U) di permukaan laut, arah angin, panjang bangkitan gelombang (*fetch*) dan durasi angin bertiup. Parameter tersebut dapat diramalkan tinggi gelombang (H_0) dan periode gelombang (T) yang terjadi dengan menggunakan metode *Shore Protection Manual* (SPM) seperti pada **Persamaan 1**.

$$\frac{gt}{U_A} = 68,8 * \left(\frac{gF}{U_A^2}\right)^{2/3} \quad \dots (1)$$

Penentuan nilai pengaruh angin dapat dikelompokkan menjadi *fully developed* atau *non fully developed* apabila nilai $\frac{gt}{U_A} \geq 7,15 \times 10^4$. Nilai pengaruh durasi dan *fetch* dapat dikelompokkan berdasarkan kondisi menjadi *fetch limited* atau *duration limited* apabila $t_c \leq t$. Pada metode *Shore Protection Manual* (SPM) didapatkan nilai tinggi gelombang (H_0) di laut dalam dengan menggunakan rumus pada **Persamaan 2** untuk kondisi *fetch limited* dan **Persamaan 3** untuk kondisi *duration limited*.

$$H_0 = 0,0016 * \frac{U_A^2}{g} * \left(\frac{gF}{U_A^2}\right)^{1/2} \quad \dots (2)$$

$$H_0 = 0,2433 * \frac{U_A^2}{g} \quad \dots (3)$$

halmana:

g = besaran gravitasi = $9,81 \left[\frac{m}{det^2} \right]$,

t = durasi angin [detik],

U_A = kecepatan angin $\left[\frac{m}{det} \right]$,

F = *fetch* [m],

H_0 = tinggi gelombang di laut dalam.

Distribusi gelombang perlu dilakukan pada perencanaan pelabuhan untuk mengetahui tinggi gelombang pada periode tertentu. Analisis distribusi dapat dilakukan dengan cara numerik menggunakan metode Gumbel, metode log normal dengan 2 parameter dan metode log Pearson tipe III dengan periode kala ulang 25 tahun. Distribusi tersebut diuji penyebarannya dengan metode Smirnov-Kolmonogrof dan metode Chi-Square untuk mendapatkan nilai yang memenuhi syarat sebaran statistik.

Transformasi gelombang dilakukan untuk mengetahui perubahan tinggi gelombang karena proses difraksi dan pendangkalan. Difraksi adalah pembelokan arah gelombang akibat adanya perubahan kedalaman. Adapun klasifikasi kedalaman perairan berdasarkan kedalaman dan panjang gelombang seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Klasifikasi Kedalaman Perairan

Klasifikasi	d/L	$2\pi d/L$	$\tanh(2\pi d/L)$
Perairan dalam (<i>deep water wave</i>)	$>1/2$	$>\pi$	≈ 1
Perairan peralihan (<i>transition</i>)	$1/25 - 1/2$	$1/4 - \pi$	$\tanh(2\pi d/L)$
Perairan dangkal (<i>shallow water wave</i>)	$<1/25$	$<1/4$	$\approx 2\pi d/L$

2.3 Perencanaan Kapal

Perencanaan kapal ditentukan berdasarkan volume dari penumpang dan kendaraan yang dikorelasikan dengan data ukuran kapal sehingga didapatkan jenis kapal yang akan berlabuh. Data ukuran kapal disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Data Ukuran Kapal

GRT	LOA (m)	Lebar (m)	Draft (m)	Kedalaman Perlu (m)	Kapasitas	
					Penumpang (orang)	Kendaraan (unit)
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
1.000	70,0	14,2	3,70	-5,00	600	27 truk 8 ton

(Sumber: Dirjen Perhubungan Darat, 2006, dalam Pratama, 2016)

2.4 Perencanaan Fasilitas Laut

Fasilitas laut terdiri dari kolam pelabuhan, alur pelayaran, dan dermaga. Perencanaan dermaga memiliki elevasi berdasarkan tinggi gelombang rencana dan panjang berdasarkan panjang kapal. Perhitungan elevasi dermaga dan panjang dermaga dapat dilihat pada **Persamaan 4** dan **Persamaan 5**.

$$Elevasi\ dermaga = HWS + \frac{1}{2} \text{ tinggi gelombang rencana} + \text{tinggi jagaan} \quad \dots (4)$$

halmana:

HWS = muka air laut pasang tertinggi (*Highest Water Spring*),
 tinggi jagaan = 0,3 – 1 [m].

Keputusan Menteri Perhubungan Nomor: KM 52 Tahun 2004 tentang Penyelenggaraan Pelabuhan Penyeberangan menyatakan ketentuan-ketentuan untuk perencanaan fasilitas laut pelabuhan penyeberangan sebagai berikut (**Persamaan 5 sampai Persamaan 14**).

$$L \geq 1,3LOA \quad \dots (5)$$

halmana:

L = panjang dermaga [m],
 LOA = panjang kapal [m].

Alur pelayaran merupakan jalur kapal keluar masuk pelabuhan, dengan memperhatikan lebar alur dan kedalaman alur. Perhitungan kedalaman alur dan lebar alur tertera pada **Persamaan 6** dan **Persamaan 7**.

$$D = d + (0,5H) + S + C \quad \dots (6)$$

halmana:

d = draft kapal [m],
 H = tinggi gelombang maksimum [m],
 S = *squat* = +0,3 [m],
 C = *clearance* [m],
 D = kedalaman alur pelayaran [m].

$$W = (9B) + 30 \quad \dots(7)$$

halmana:

W = 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 sesuai dengan kedalaman perlu kapal rencana. Perhitungan kolam pelabuhan dapat dilihat pada **Persamaan 8**.

$$A = N * 3,14 * R^2 \quad \dots (8)$$

halmana:

L = panjang kapal [m],
 N = jumlah kolam putar [buah],
 R = $L + 6D + 30$ m (jari – jari area untuk berlabuh kapal) [m],
 D = kedalaman Air = kedalaman perlu [m],
 A = luas area kolam pelabuhan [m²].

2.5 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 area gedung terminal pada **Persamaan 9** sampai **Persamaan 14**.

$$A = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \quad \dots (9)$$

$$a_1 = a * n * N * x * y \quad \dots (10)$$

$$a_2 = 15\% * a_1 \quad \dots (11)$$

$$a_3 = 15\% * a_1 \quad \dots (12)$$

$$a_4 = 25\% * (a_1 + a_2 + a_3) \quad \dots (13)$$

$$a_5 = 10\% * (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) \quad \dots (14)$$

halmana:

A = luas area gedung terminal untuk penumpang [m^2],

a_1 = luas area ruang tunggu [m^2],

a_2 = luas area ruang kantin [m^2],

a_3 = luas area ruang administrasi [m^2],

a_4 = luas area ruang utilitas [m^2],

a_5 = luas area 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 [buah]

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.

Kebutuhan area untuk tempat penampungan Bahan Bakar Minyak (BBM) dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM) per hari. Kebutuhan area untuk fasilitas air bersih dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan air bersih per hari. Kebutuhan area untuk generator didasarkan pada standar kebutuhan ruang untuk fasilitas listrik seluas 150 m^2 . Kebutuhan area 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 m^2 .

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengkajian

Metode penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan diantaranya melakukan identifikasi masalah yang menjadi latar belakang dari penelitian dan mengumpulkan data sekunder yang dapat mendukung aspek-aspek penelitian seperti data topografi, bathimetri, hidro-oseanografi dan pergerakan penumpang. Salah satu data awal yang didapat berupa data

angin yang mana data angin tersebut digunakan untuk dianalisis banyaknya kejadian angin bertiup sehingga didapatkan arah angin dominan dan hasil tersebut digambarkan melalui *windrose* dengan aplikasi WRPLOT. *Fetch* efektif atau panjang rambat gelombang dan data angin tersebut menjadi salah satu faktor untuk analisis gelombang melalui proses *hindcasting* dengan metode *Shore Protection Manual* (SPM) yang akan menghasilkan tinggi gelombang (H_0) dan periode (T) di laut dalam. Hasil analisis gelombang digambarkan menggunakan aplikasi WRPLOT menjadi *waverose* sehingga didapatkan arah datang gelombang dominan. Tinggi gelombang yang dihasilkan didistribusikan menggunakan metode Gumbel, metode log Pearson tipe III, dan metode log normal dengan 2 parameter dengan periode ulang 25 tahun sehingga menghasilkan tinggi gelombang rencana yaitu tinggi gelombang 25 tahun (H_{25}). Distribusi gelombang yang dilakukan perlu diuji sebaran distribusi dengan menggunakan salah satu metode uji distribusi diantaranya metode Chi-Square dan metode Smirnov-kolmonogrof sehingga mendapatkan tinggi gelombang rencana (H_{25}) yang dihasilkan oleh metode distribusi yang memenuhi syarat uji distribusi. Periode dari nilai tinggi gelombang rencana didapatkan dari persamaan logaritma yang dihasilkan oleh perbandingan nilai H_0 dan T dari arah gelombang dominan. Transformasi gelombang dilakukan menggunakan nilai tinggi gelombang rencana tersebut dan kedalaman perlu sesuai dengan kapal yang direncanakan akan berlabuh.

Proyeksi pergerakan penumpang dan barang dilakukan untuk mengetahui volume penumpang dan barang untuk jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang pada rencana pelabuhan penyeberangan. Kapasitas pelabuhan tersebut menentukan armada kapal yang akan beroperasi di pelabuhan penyeberangan tersebut. Karakteristik kapal rencana mempengaruhi tinggi gelombang rencana sehingga perlu dilakukan transformasi gelombang. Transformasi gelombang dilakukan menggunakan tinggi gelombang (H_{25}) dan periode (T) dengan pengaruh kedalaman perlu pada kapal dan kedalaman di sekitar dermaga, sehingga diketahui klasifikasi kedalaman perairan dan mendapatkan tinggi gelombang pada kedalaman tertentu.

Desain pelabuhan penyeberangan yang dilengkapi fasilitas darat dan fasilitas laut dilakukan dengan menggunakan data hasil analisis tinggi gelombang, data pasang surut, dan kapal rencana. Perhitungan desain fasilitas darat dan fasilitas laut mengacu pada peraturan dan tata cara pelabuhan penyeberangan pada Keputusan Menteri Perhubungan No.52 Tahun 2004. Desain tata letak fasilitas laut pelabuhan dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi bathimetri yang sesuai dan memenuhi perhitungan fasilitas laut sebelumnya, sedangkan desain tata letak fasilitas darat pelabuhan dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi topografi yang sesuai dan memenuhi perhitungan fasilitas darat.

4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Topografi dan Bathimetri

Kondisi topografi Tambelan yang mempunyai daerah berbukit di sisi darat, khususnya wilayah tanjung ayam yang merupakan lokasi pelabuhan penyeberangan yang merupakan daerah teluk sehingga memiliki tinggi gelombang yang relatif kecil. Kondisi bathimetri di perairan Tambelan memiliki kedalaman yang cukup landai dengan perbedaan jarak kontur ± 5 m pada interval kedalaman -5 m, elevasi terdalam sebesar -17 m dan perairan Tambelan memiliki hamparan batu karang tersebar di sekitar wilayah Tanjung ayam dan di beberapa titik perairan Tambelan.

4.2 Kondisi Hidro-Oseanografi

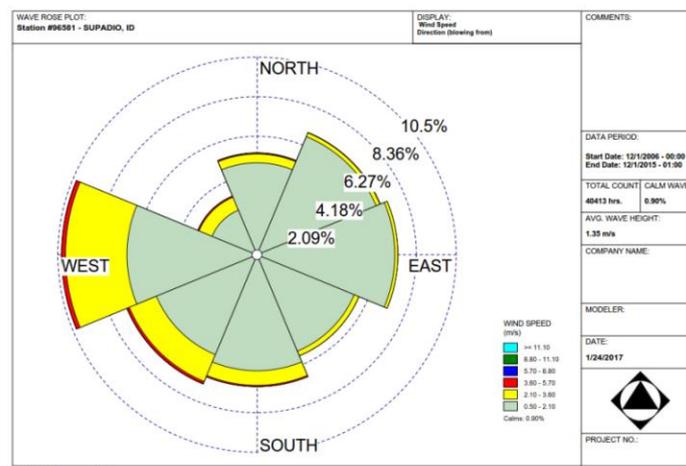
Berdasarkan laporan interim FS dan DED Pelabuhan Penyeberangan Tambelan (Prov. Kepulauan Riau) dan Sintete (Prov. Kalimantan Barat) didapatkan elevasi-elevasi penting pasang surut dilokasi pelabuhan dengan elevasi acuan *low water spring* yaitu *high water*

$spring = 3,68 \text{ m}$, $mean \text{ low water spring} = 1,6 \text{ m}$, dan $mean \text{ sea level} = 1,88 \text{ m}$. Kecepatan arus di lokasi relative kecil yaitu kurang dari 1 m/det dan masih memenuhi syarat maksimum untuk berlabuh kapal yaitu 2 m/det. (Tim Konsultan PT. Ecoplan Rekabumi, 2014).

4.3 Angin

Analisis angin dilakukan dengan melihat parameter kecepatan dan arah angin yang diinput menggunakan aplikasi WRPLOT sehingga menghasilkan gambar *windrose* yang menunjukkan banyaknya kejadian dalam setiap arah. Data angin jam-jaman yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (2016, 9 Agustus) selama 10 tahun yang dimiliki oleh *National Climatic Data Center* (NCDC) dengan stasiun Bandara Supadio, Pontianak.

Data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi dan arah gelombang di lokasi, sehingga data ini diperlukan dalam peramalan gelombang. Adapun hasil analisis data angin menunjukkan arah angin dominan dari arah barat, dapat dilihat pada **Gambar 1**.



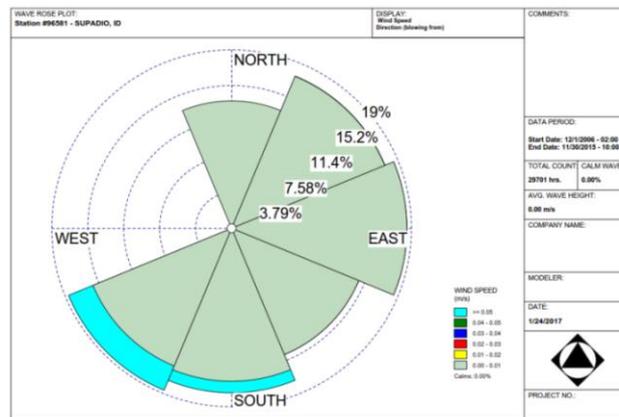
Gambar 1. Windrose pada lokasi pelabuhan

4.4 Gelombang

Hasil peramalan gelombang melalui metode SPM dengan menggunakan *fetch* dari lokasi rencana pada **Tabel 3** dan data angin jam-jaman selama 10 tahun dari tahun 2006 – 2015. Hasil peramalan gelombang menunjukkan arah datang gelombang dominan berasal dari barat daya (SW). Hasil peramalan gelombang dapat dilihat pada hasil gambar *windrose* pada **Gambar 2**.

Tabel 3. Nilai Fetch Efektif di Lokasi Rencana

Arah	Fetch Efektif							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Panjang (m)	85	528	709	687	105.647	75.764	44	45



Gambar 2. Waverose hasil peramalan gelombang pada tahun 2006-2015

Perhitungan distribusi gelombang dihitung menggunakan nilai tinggi gelombang yang tertinggi pada arah datang gelombang dominan per tahun selama 10 tahun seperti pada **Tabel 4**. Nilai tersebut dianalisis dengan metode Gumbel, metode log normal dengan 2 Parameter, dan metode log Pearson tipe III dengan periode ulang 25 tahun.

Tabel 4. Nilai Tinggi Gelombang Tertinggi Per Tahun dari Arah Barat Daya

No.	Tahun	Arah	$H_0(m)$	$T_0(s)$
1	2006	SW	0,0733	2,4518
2	2007	SW	0,0957	2,5672
3	2008	SW	0,6310	3,4417
4	2009	SW	0,1488	3,4580
5	2010	SW	0,1305	3,7192
6	2011	SW	0,4491	3,4580
7	2012	SW	0,4711	3,4580
8	2013	SW	0,1177	3,7718
9	2014	SW	0,2900	3,2005
10	2015	SW	0,1272	3,7718

Pada periode ulang 25 tahun didapatkan nilai H_{25} yang berbeda sesuai dengan metode yang dilakukan, untuk menguji kebenaran suatu sebaran maka perlu adanya perhitungan uji sebaran. Perhitungan uji sebaran dilakukan menggunakan metode Chi-Square dan metode Smirnov-Kolmogorof. Hasil pengujian seperti pada **Tabel 5** dan **Tabel 6** menunjukkan sebaran yang memenuhi kedua metode tersebut adalah distribusi log Pearson tipe III dan log normal dengan 2 parameter.

Tabel 5. Hasil Pengujian sebaran dengan Metode Smirnov-Kolmogorof

No.	Metode Distribusi	Nilai χ^2 Hitung	Nilai χ^2 Kritis	Keterangan
1	Distribusi Gumbel Tipe I	0,2928	0,4090	Memenuhi
2	Distribusi Log Normal dengan 2 Parameter	0,1913	0,4090	Memenuhi
3	Distribusi Log Pearson Tipe III	0,1714	0,4090	Memenuhi

Tabel 6. Hasil Pengujian Sebaran dengan Metode Chi-Square

No.	Metode Distribusi	Nilai χ^2 Hitung	Nilai χ^2 Kritis	Keterangan
1	Distribusi Gumbel Tipe I	12	5,9910	Tidak Memenuhi
2	Distribusi Log Normal dengan 2 Parameter	4	5,9910	Memenuhi
3	Distribusi Log Pearson Tipe III	5	5,9910	Memenuhi

Hasil distribusi gelombang seperti pada **Tabel 7** menunjukkan nilai tinggi gelombang periode ulang 25 tahun pada metode Gumbel sebesar 0,813 m, metode log Pearson tipe III sebesar 0,815 dan metode log normal dengan 2 parameter sebesar 0,785 m. Pengaruh dari faktor keamanan untuk kejadian gelombang maka dipilih tinggi gelombang terbesar yaitu distribusi log Pearson tipe III dengan H_{25} sebesar 0,815 m.

Tabel 7. Hasil Distribusi Gelombang pada Arah Barat Daya

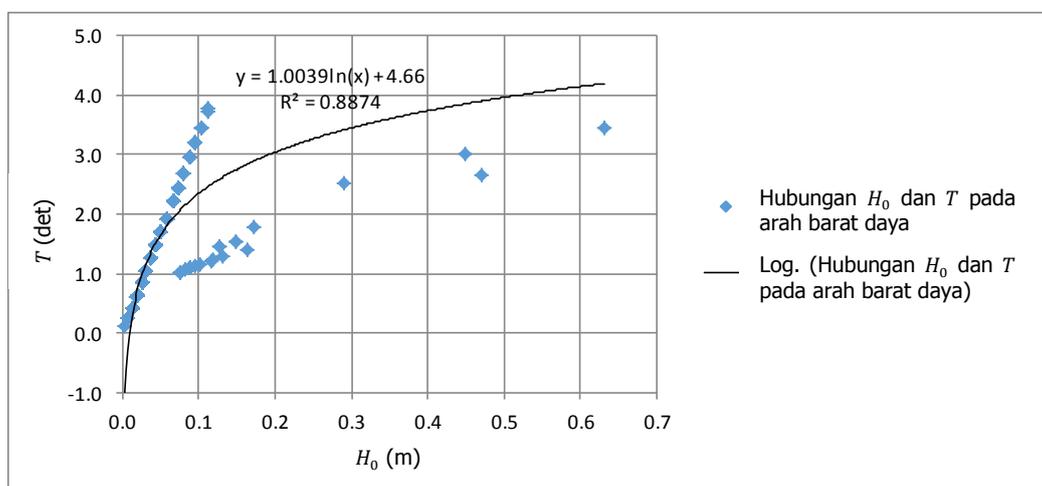
No.	Metode Distribusi	H_{25} (m)
1	Gumbel	0,813
2	Log Pearson tipe III	0,815
3	Log normal dengan 2 parameter	0,785

Perhitungan perioda gelombang dilakukan menggunakan persamaan logaritma yang dihasilkan oleh grafik perbandingan nilai H_0 pada sumbu y dan T pada sumbu x dengan data hasil analisis peramalan gelombang pada arah datang gelombang dominan yaitu arah barat daya (SW). Grafik tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3** dan hasil grafik didapatkan persamaan logaritma seperti pada **Persamaan 15**. Substitusi dilakukan pada nilai H_{25} sebesar 0,815 m untuk variabel x persamaan tersebut maka didapatkan nilai perioda T sebesar 4,455 detik.

$$y = 1,0039 \ln(x) + 4,66 \quad \dots (15)$$

halmana:

$y = T =$ perioda gelombang x [s],
 $x = H_0 =$ tinggi gelombang [m],



Gambar 3 . Grafik hubungan H_0 dan T pada arah barat daya

Perhitungan transformasi gelombang dilakukan untuk mendapatkan perubahan nilai tinggi gelombang di kedalaman tertentu yang dipengaruhi oleh proses difraksi dan pendangkalan. Perhitungan tersebut dilakukan pada data H_{25} dan T dengan sudut $\alpha_0 = 43^\circ$. Kondisi bathimetri dan karakteristik kapal didapatkan kedalaman perlu berada di kedalaman 5 - 10 m. Hasil perhitungan menunjukkan tinggi gelombang berada pada laut transisi, maka nilai tinggi gelombang pada kedalaman 10 m sebesar 0,668 m dijadikan nilai tinggi gelombang rencana desain pelabuhan. Hasil Perhitungan ditampilkan pada **Tabel 8** sebagai berikut.

Tabel 8. Perhitungan Transformasi Gelombang

T [det]	$L_0 = 1,56T^2$ [m]	d [m]	d/L_0	Data Tabel Wiegel		Klasifikasi Kedalaman	
				d/L	$2\pi d/L$	Berdasarkan nilai d/L	Berdasarkan nilai $2\pi d/L$
4,455	30,961359	5	0,161	0,1925	1,209	laut transisi	laut transisi
		6	0,194	0,2201	1,383	laut transisi	laut transisi
		7	0,226	0,2472	1,553	laut transisi	laut transisi
		8	0,258	0,2749	1,727	laut transisi	laut transisi
		9	0,291	0,3040	1,910	laut transisi	laut transisi
		10	0,323	0,3330	2,092	laut transisi	laut transisi

Tabel 8. Perhitungan Transformasi Gelombang Lanjutan

d [m]	L [m]	C	C_0 [m]	α	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	K_r	K_s	H [m]
5	25,9740	0,8389	6,9498	4,7222	0,0823	0,997	0,857	0,913	0,6374
6	27,2603	0,8805	6,9498	4,9566	0,0864	0,996	0,857	0,917	0,6403
7	28,3172	0,9146	6,9498	5,1493	0,0898	0,996	0,857	0,925	0,6459
8	29,1015	0,9399	6,9498	5,2923	0,0922	0,996	0,857	0,935	0,6530
9	29,6053	0,9562	6,9498	5,3842	0,0938	0,996	0,857	0,946	0,6607
10	30,0300	0,9699	6,9498	5,4617	0,0952	0,995	0,857	0,956	0,6680

halmana:

d = kedalaman perairan [m],

L = panjang gelombang [m],

C = kecepatan rambat gelombang pada kedalaman tertentu $\left[\frac{m}{det}\right]$,

C_0 = kecepatan rambat gelombang di perairan dalam $\left[\frac{m}{det}\right]$,

α = sudut datang gelombang pada kedalaman tertentu,

K_r = koefisien refraksi,

$K_s = \frac{H}{H_0}$ = koefisien pendangkalan (*shoaling*),

H = tinggi gelombang pada kedalaman tertentu.

4.5 Pergerakan Penumpang, Barang dan Kendaraan

Proyeksi pergerakan penumpang dan barang dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari setiap peningkatan per tahun pada data pergerakan penumpang rute 2 arah untuk Tambelan (Prov. Kepulauan Riau) dan Sintete (Prov. Kalimantan Barat). Data pergerakan dan persentase pergerakan disajikan pada **Tabel 9**. Data tersebut diproyeksikan untuk jangka pendek selama 5 tahun, jangka menengah selama 15 tahun dan jangka panjang selama 20 tahun.

Tabel 9. Data Pergerakan dan Persentase Pergerakan Penumpang dan Barang

Tahun Pergerakan Rute 2 arah untuk Tambelan dan Sintete	Penumpang (orang/tahun)	Barang (ton/tahun)
2013	2.838	26.432
2014	2.923	27.224
2015	3.010	28.041
Persentase pergerakan rata-rata (%)	2,986	2,999

Persentase pergerakan rata-rata penumpang didapatkan sebesar 2,986% dalam orang per tahun dan persentase pergerakan rata-rata barang didapatkan sebesar 2,999% dalam ton per tahun. Pergerakan kendaraan didapatkan berdasarkan nilai pergerakan barang yang dikonversikan menjadi kendaraan roda empat dengan berat 8 ton. Hasil proyeksi pergerakan penumpang dan kendaraan dengan asumsi hari kerja 252 hari/tahun dihasilkan pergerakan penumpang seperti pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Hasil Pergerakan pada Jangka Pendek, Jangka Menengah serta Jangka Panjang

No.	Uraian	Penumpang		Kendaraan, R4 8 T	
		(orang/tahun)	(orang/hari)	(unit/tahun)	(unit/hari)
1	Jangka Pendek	3.487	14	4.063	16
2	Jangka Menengah	4.680	19	5.460	22
3	Jangka Panjang	5.421	22	6.329	25

4.6 Kapal Rencana

Hasil proyeksi pergerakan penumpang dan kendaraan memiliki selisih yang cukup kecil, sehingga perencanaan berdasarkan nilai pergerakan dalam jangka panjang. Pada proyeksi jangka panjang terdapat penumpang sebanyak 22 orang/hari dan kendaraan sebanyak 25 unit/hari. Penentuan jenis kapal menggunakan data ukuran kapal yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2006) sehingga didapatkan jenis kapal 1.000 GRT dengan kapasitas 600 penumpang dan 27 kendaraan truk 8 ton.

4.7 Fasilitas Laut

Desain fasilitas laut ini dihitung untuk digunakan jenis kapal jenis kapal 1.000 GRT dengan kapasitas 600 penumpang dan 27 kendaraan truk 8 ton. Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Kebutuhan Fasilitas Laut Untuk Pelabuhan Penyeberangan di Tambelan

No.	Jenis Fasilitas	Besaran
1	Kedalaman Alur	6 m
2	Lebar Alur	158 m
3	Panjang Dermaga	95 m
4	Lebar Dermaga	58 m
5	Elevasi Dermaga	4,5 m
6	Area Kolam Pelabuhan	53.066 m ²
7	Jari-jari Kolam Pelabuhan	130 m
8	Area Kolam Putar	49.062 m ²
9	Diameter Kolam Putar	250 m

4.8 Fasilitas Darat

Hasil perhitungan kebutuhan fasilitas darat berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No.52 Tahun 2004 disajikan pada **Tabel 12** dan *layout* pelabuhan pada **Gambar 4**.

Tabel 12. Kebutuhan Fasilitas Darat Untuk Pelabuhan Penyeberangan di Tambelan

No.	Jenis Fasilitas	Luas	No.	Jenis Fasilitas	Luas
1	Gedung Terminal	100 m ²	6	Area Generator	150 m ²
2	Area Parkir Kendaraan Penyeberang	1.620 m ²	7	Fasilitas Peribadatan	60 m ²
3	Area Parkir Kendaraan Antar/Jemput	405 m ²	8	Fasilitas Kesehatan	60 m ²
4	Fasilitas Bahan Bakar	3,75 m ²	9	Fasilitas Perdagangan	60 m ²
5	Fasilitas Air Bersih	2,42 m ²	10	Fasilitas Pos dan Telekomunikasi	60 m ²



Gambar 4. Layout pelabuhan penyeberangan Tambelan

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah:

1. Analisis data angin jam-jaman selama 10 tahun di Stasiun Bandara Supadio Pontianak pada tahun 2006-2015. Hasil analisis menggunakan aplikasi WRPLOT didapatkan angin dominan bertiup dari arah barat dengan kecepatan rata-rata 1,35 m/s.
2. Hasil peramalan gelombang dengan rumus SPM didapatkan pada arah datang gelombang maksimum dari arah barat daya dengan tinggi gelombang maksimum sebesar 0,6310 m dan arah datang gelombang dominan dari barat daya.
3. Hasil analisis gelombang pada periode ulang 25 tahun, gelombang rencana yang ditransformasikan pada kedalaman 10 m didapat sebesar 0,668 m.
4. Berdasarkan perhitungan pergerakan penumpang dan kendaraan maka, dipilih kapal yang digunakan untuk mobilisasi Pelabuhan Tambelan dengan tujuan Sintete yaitu kapal ro-ro dengan berat 1.000 GRT.
5. Hasil desain prasarana pelabuhan penyeberangan di laut didapatkan panjang dermaga sebesar 95 m dan lebar dermaga sebesar 58 m pada elevasi 4,5 m dengan lebar alur sebesar 158 m.
6. Hasil desain prasarana pelabuhan penyeberangan di darat berupa luasan gedung terminal seluas 100 m², area parkir kendaraan penyeberang seluas 1.620 m², area parkir kendaraan antar dan jemput seluas 405 m², fasilitas bahan bakar seluas 3,75 m², fasilitas air bersih seluas 2,42 m², area generator seluas 150 m², fasilitas peribadatan, fasilitas kesehatan, fasilitas kesehatan, fasilitas perdagangan, fasilitas pos dan telekomunikasi masing-masing seluas 60 m².

DAFTAR RUJUKAN

- Departemen Perhubungan. (2004). Keputusan Menteri Perhubungan Nomor: KM 52 Tahun 2004 tentang Penyelenggaraan Pelabuhan Penyeberangan. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (2006). Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor: SK 2681/AP.005/DRJD/2006 tentang Pengoperasian Pelabuhan Penyeberangan. Jakarta: Departemen Perhubungan.

- National Climated Data Center. (2016, 9 Agustus). National Climated Data Center. Diunduh 09 Agustus, 2016, dari NOAA Satellite and Information Service. <http://www.ncdc.noaa.gov/orders/isd/5035497104539doc.txt>
- National Climated Data Center. (2016, 9 Agustus). National Climated Data Center. Diunduh 09 Agustus, 2016, dari NOAA Satellite and Information Service. <http://www.ncdc.noaa.gov/orders/isd/5035497104539dat.txt>
- Pratama, A. R. (2016). Analisis Hidrodinamika Menggunakan *Software* SMS 8.1 Dalam Rangka Pengembangan Pelabuhan Penyeberangan Kaledupa di Pulau Kaledupa. Bandung: Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung: Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional.
- Tim Konsultan PT. Ecoplan Rekabumi. (2014). FS dan DED Pelabuhan Penyeberangan Tambelan (Provinsi Kepulauan Riau) dan Sintete (Provinsi Kalimantan Barat). Bandung: PT. Ecoplan Rekabumi.
- Triatmodjo, B. (2009). Perencanaan Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset.