

## OPTIMASI KINERJA PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK

I Gusti Putu Suparsa

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.

E-mail : suparsa@civil.unud.ac.id

**Abstrak:** Pelabuhan penyeberangan Ketapang dan Gilimanuk yang menghubungkan pulau Jawa dan Bali merupakan pelabuhan penyeberangan yang sangat sibuk setelah pelabuhan penyeberangan Merak dan Bakauheni yang menghubungkan pulau Jawa dan Sumatera. Permintaan jasa pelayanan (*demand*) pada pelabuhan penyeberangan mengalami peningkatan yang sangat pesat dari tahun ke tahun, sementara sarana dan prasarana (*supply*) yang tersedia tidak mampu mengimbangnya. Penelitian ini dilakukan bulan September tahun 2008 pada kondisi pengoperasian normal dengan mengambil lokasi pada pelabuhan penyeberangan Ketapang. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan optimasi apabila terjadi gangguan/kerusakan pada salah satu bagian dari sistem penyeberangan. Data yang dikumpulkan meliputi pertumbuhan permintaan, sarana dan prasarana, *headway* dermaga serta jadwal yang telah ditetapkan oleh PT. ASDP. Metode yang digunakan adalah analisis garis tunggal. Hasil yang didapat dengan teknik optimasi apabila kemungkinan terjadi gangguan pengoperasian salah satu dermaga dan kerusakan pada beberapa unit kapal sistem penyeberangan masih mampu memberikan pelayanan yang optimal, sehingga antrian (waktu tunggu) penumpang dapat diminimalkan.

Kata kunci: optimasi, *headway* dermaga, kapal, waktu siklus.

## OPTIMIZATION OF PERFORMANCE THE PORT OF CROSSING KETAPANG – GILIMANUK

**Abstract:** The port of crossing between Ketapang and Gilimanuk connecting of Java and Bali Island represents very busy port after port of crossing between Merak and Bakauheni connecting of Java and Sumatra Island. Natural demand increases rapidly by years whereas facilities (number of berth) and basic facilities (number of ferries) are unable to balance it. This research was conducted in September 2008 at condition of normal operation by taking location at port of Ketapang. The objective of this research is to optimize in the event of problem or damage at one part of the system. Collected data cover growth of demand, condition of facilities, dock *headway* and also schedule which have been specified by PT. ASDP. Method used is single line analysis. The result shows by using technique of optimization when operation problem would possibly happen, the system still can give optimal service so that queue (lay time) passenger can be minimized.

Keywords: optimization, dock *headway*, ferries, cycle time.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kebutuhan pelayanan akan jasa transportasi merupakan hasil interaksi antara aktivitas sosial dan ekonomi yang ter-

sebar didalam ruang atau tata guna lahan. Penyebaran aktivitas dan pola interaksi yang demikian kompleks menimbulkan permasalahan transportasi yang sangat beragam dan banyak faktor penentu yang harus dipertimbangkan (Adib, 1983).

Transportasi untuk orang atau barang umumnya tidak dilakukan hanya untuk keinginan itu saja, tetapi untuk mencapai tujuan lainnya. Dengan demikian kebutuhan transportasi dapat disebut sebagai kebutuhan ikutan (*derived demand*) yang diturunkan dari kebutuhan ekonomi atau pelayanan (Morlok 1985).

Pelabuhan penyeberangan Ketapang – Gilimanuk termasuk salah satu pelabuhan yang sangat ramai setelah pelabuhan penyeberangan Merak – Bakauheni. Selat Bali yang memisahkan pelabuhan Ketapang dan Gilimanuk mempunyai jarak sekitar 6,00 Km, dapat ditempuh dalam waktu sekitar 45 menit, dengan demikian termasuk penyeberangan jarak dekat. Pada kondisi normal setiap hari rata-rata sistem penyeberangan dapat melayani penumpang sampai 5.400 orang, kendaraan roda-4 sekitar 1950 unit, sepeda motor sekitar 560 unit dan barang mencapai 7.326 ton (PT.ASDP, 2006). Pelabuhan penyeberangan dilayani oleh kapal Ferry RoRo dan Landing Craft Machine (LCM) berjumlah 24 unit. Dengan demikian sistem pelabuhan penyeberangan Ketapang – Gilimanuk mempunyai peranan yang sangat penting dan strategis, apabila terjadi gangguan pada salah satu fasilitas penyeberangan akan menimbulkan dampak negatif, seperti tundaan (*delay*) yang mengakibatkan kerugian sangat besar bagi operator, terutama bagi pengguna jasa penyeberangan (penumpang dan barang). Berdasarkan permasalahan tersebut akan dilakukan evaluasi kinerja sistem penyeberangan terutama mengatur skenario hubungan antara besarnya permintaan (*demand*) dengan kapasitas sarana dan prasarana (*supply*) yang ada.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas permasalahan yang timbul adalah langkah apa yang harus dilakukan apabila salah satu fasilitas sistem penyeberangan kapal atau dermaga terganggu atau mengalami kerusakan.

### Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalahnya tujuan penelitian adalah untuk merencanakan dan mengatur skenario pelayanan dengan teknik optimasi, sehingga dampak yang terjadi akibat gangguan atau kerusakan salah satu fasilitas sistem penyeberangan dapat diminimalkan.

### MATERI DAN METODE

#### Kebutuhan (*demand*) Angkutan Penyeberangan

Kebutuhan pelayanan angkutan penyeberangan adalah komponen yang sangat penting dalam melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem penyeberangan. Karakteristik kebutuhan pelayanan angkutan penyeberangan dari waktu ke waktu sangat bervariasi yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kondisi normal, kondisi liburan dan kondisi khusus.

#### Sarana dan Prasarana

Sarana angkutan penyeberangan yang terdiri dari kapal Ferry Ro-Ro dan LCM dan prasarannya adalah dermaga (Ponton dan MB) serta *Beaching*.

Rencana operasi angkutan penyeberangan Ketapang – Gilimanuk dituangkan dalam jadual (*scheduling*), yang ditentukan berdasarkan hubungan antar berbagai komponen yang saling terkait dalam proses angkutan penyeberangan.

**Tabel 1. Data Kebutuhan (*demand*) Angkutan Penyeberangan**

Tahun	Trip	Tipe Kendaraan (R-4 & R-2)						
		Truk (B)	Truk (S)	Trailer	Bus (B)	Bus (S)	MP (R-4)	SM (R-2)
2002	43.309	177.267	166.439	5.575	70.628	8.033	304.856	180.448
2003	49.853	179.402	169.982	5.537	65.187	5.490	283.552	163.627
2004	50.222	192.826	188.025	5.279	58.404	6.493	292.504	222.330
2005	52.714	198.183	192.095	4.559	56.815	2.098	283.291	255.418
2006	53.094	185.041	168.214	4.659	44.904	2.058	239.817	206.114
Jumlah	249.192	932.719	884.755	25.609	295.938	24.172	1.404.020	1.027.937
Rerata	49.838	186.544	176.951	5.122	59.188	4.834	280.884	205.587
Harian	118/145	511	485	14	159	13	769	563
R-4		26,19%	24,86%	0,70%	8,15%	0,67%	39,42%	
Total		77,60%						22,40%

Sumber: PT. ASDP Ketapang (2008)

**Tabel 2. Data Jumlah Kapal Ferry Ro-Ro dan LCM**

	Nama Kapal	Tahun/Asal	GRT	Kapasitas Muat		
				Penp.	Roda-2	Roda-4
<b>A</b>	<b>Dermaga MB/Ponton</b>					
1	Kmp. Prahita	1968/Jepang	459	332	100	24
2	Kmp. Mutis	1990/Jepang	621	259	65	19
3	Kmp. Gilimanuk I	1964/Jepang	733	248	80	25
4	Kmp. Gilimanuk II	1990/Jakarta	840	271	75	25
5	Kmp. Nusa Dua	1982/Jakarta	536	282	125	22
6	Kmp. Nusa Makmur	1990/Jakarta	497	264	125	25
7	Kmp. Rajawali Nusantara	1989/Jepang	815	319	140	55
8	Kmp. Marina Pratama	1993/Jepang	688	300	175	37
9	Kmp. Citra Mandala Abadi	1985/Jepang	580	270	125	18
10	Kmp. Reni II	1968/Jepang	456	374	135	23
11	Kmp. Edha	1967/Jepang	456	300	83	24
12	Kmp. Dharma Rucitra	1984/Jepang	496	200	150	25
13	Kmp. Trisila Bhakti I	1995/Jakarta	669	300	150	30
14	Kmp. Sereia Do Mar	1990/Jepang	409	285	100	12
Total (unit)				4004	1628	364
Rerata (unit)				286	116	26
<b>B</b>	<b>Dermaga LCM</b>					
15	Kmp. Dharma Badra	1984/Jepang	193	156	85	19
16	Kmp. Pertiwi Nusantara	-	-	219	100	17
17	Lct. Trisna Dwitya	1975/Singapura	876	-	-	16
18	Lct. Bhaita Caturtya	1983/Samarinda	536	-	-	14
19	Lct. Arjuna	1975/Cirebon	221	-	-	9
20	Lct. Putri Sritanjung I	2001/Samarinda	497	-	-	17
21	Lct. Putri Sritanjung II	2002/Samarinda	529	-	-	17
22	Lct. Jambo V	2000/Banjarmasin	423	-	-	11
23	Lct. Labitra Amalia	2000/Korea	405	-	-	12
24	Lct. Reulina	1998/Korea	457	-	-	12
Total (unit)				375	375	144
Rerata (unit)						15

Sumber: PT.ASDP Ketapang (2008)

## Rencana Operasi

**Tabel 3. Rencana Operasi**

Klas	Uraian	Kapal di Dermaga					Jumlah Kapal
		Ponton	MB I	MB II	Beaching I	Beaching II	
<b>A</b>	<b>Kondisi Normal</b>						
	Kapal Tersedia	14			10		24
	Beroperasi	4	4	4	5	5	<b>22</b>
	Istirahat	1	-	1	-	-	2
	Sailing Time	45'	45'	45'	45'	45'	
	Port Time	45'	45'	45'	45'	45'	
	Headway Dermaga	15'	15'	15'	18'	18'	
<b>B</b>	<b>Kondisi Padat</b>						
	Kapal Tersedia	14			10		24
	Beroperasi	5	4	4	5	5	<b>23</b>
	Istirahat	-	-	1	-	-	1
	Sailing Time	40'	40'	40'	30'	30'	
	Port Time	40'	40'	40'	30'	30'	
	Headway Dermaga	15'	15'	15'	18'	18'	
<b>C</b>	<b>Kondisi Sangat Padat</b>						
	Kapal Tersedia	12			12		<b>24</b>
	Beroperasi						
	Istirahat						
	Sailing Time	40'	40'	40'	30'	30'	
	Port Time	40'	40'	40'	30'	30'	
	Headway Dermaga	14'	13'	13'	20'	20'	
	Hasil survai*	10'	10'	10'	-	-	

Sumber: PT.ASDP Ketapang (2008)

\*hasil Survai(2008)

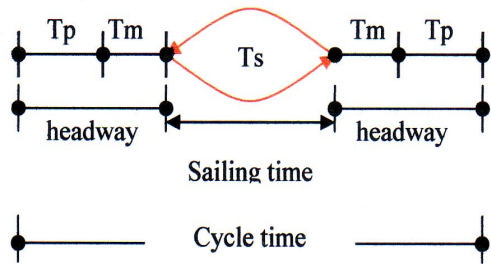
### Proses Penyeberangan

Kegiatan penyeberangan di Pelabuhan Ketapang - Gilimanuk menggambarkan kondisi pelayanan dengan fasilitas yang tersedia saat ini. Kebutuhan (*demand*) yang dianalisis adalah kendaraan bermotor roda-4, seperti truk, bus dan mobil penumpang atau mobil pribadi dan kendaraan roda-2; sedangkan penumpang tidak dimasukkan karena pada kenyataannya tidak memerlukan pengaturan khusus dan diasumsikan tidak berpengaruh terhadap waktu bongkar/muat kapal. Proses pelayanan dimulai pada saat kendaraan antri masuk kapal selama *headway* waktu keberangkatan kapal. Tingkat pengisian kapal (*occupancy*) sangat dipengaruhi oleh laju kedatangan kendaraan. Proses pelayanan terhenti pada saat kapal bersandar di dermaga untuk menurunkan kendaraan dan proses menurunkan kendaraan tidak dipengaruhi oleh laju keda-

ngan kendaraan. Apabila tingkat kedatangan kendaraan tidak dapat diimbangi oleh tingkat pelayanan sistem penyeberangan, maka akan terjadi antrian/ tundaan yang berpengaruh terhadap waktu tunggu kendaraan.

### Headway Dermaga

Berdasarkan kapasitas dan fasilitas sistem penyeberangan yang ada dilakukan analisis dengan mengoptimalkan *headway* dermaga berdasarkan hubungan antara kapasitas kapal rencana, kedatangan kendaraan roda-4 dan roda-2 serta tingkat pelayanan kapal. Waktu operasi kapal dapat diilustrasikan seperti Gambar 1.



Keterangan :  
 $T_p$  = waktu berlabuh (*port time*)  
 $T_m$  = waktu manuver (*maneuver time*)  
 $T_s$  = waktu berlayar (*sailing time*)  
 $hw$  = waktu antar dermaga (*headway*)

Gambar 1. Waktu operasi kapal

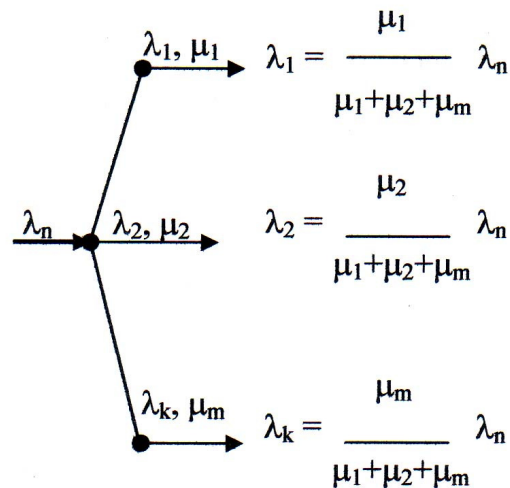
Penerapan jadwal keberangkatan kapal pada salah satu dermaga dapat ditentukan seperti pada Gambar 2.

Nama Kapal	Waktu Berangkat
Kapal I	[Bar chart showing departure times for Kapal I]
Kapal II	[Bar chart showing departure times for Kapal II]
Kapal III	[Bar chart showing departure times for Kapal III]
Kapal IV	[Bar chart showing departure times for Kapal IV]
Kapal I	[Bar chart showing departure times for Kapal I]
headway kapal	[Timeline showing intervals of $hw$ between ship departures]
Headway dermaga	[Timeline showing interval of $Hw$ between dock arrivals]

Syarat :  $hw > (T_m + T_p)$

Gambar 2. Jadwal keberangkatan kapal

Secara umum distribusi kendaraan yang datang pada sistem penyeberangan dengan jumlah fasilitas pelayanan tertentu, dapat diasumsikan seperti Gambar 3 (*Hisashi Kobayashi, 1988*).



Gambar 3. Distribusi kendaraan datang

$$TP = \sum_{i=1}^n t_{bi} \cdot q_{bi} + \sum_{i=1} t_{mi} \cdot q_{mi}$$

Dimana:

$hw$  = *headway* minimum dermaga (menit)

$T_p$  = waktu bersandar kapal yang terdiri dari waktu bongkar ( $t_b$ ) dan waktu muat ( $t_m$ ) kendaraan dalam satuan (menit)

$t_b$  = rata-rata waktu menurunkan kendaraan (menit / kendaraan)

$t_m$  = rata-rata waktu menaikkan kendaraan (menit / kendaraan)

$q_i$  = tingkat *occupancy* kapal (unit kendaraan)

Dalam kondisi *steady state*, hubungan antara *occupancy* kapal ( $Q_k$ ), laju kedatangan kendaraan ( $\lambda_m$ ) dan *head-way* keberangkatan kapal ( $hw$ ) pada setiap fasilitas pelayanan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_k = \lambda_m \times hw$$

$$Q_c = \sum_{m=1} \lambda_m \cdot hw$$

Dengan mensubstitusikan nilai:

$$\lambda_m = \frac{\mu_m}{\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_m} X \mu_n$$

$$Q_k = \frac{\mu_m}{\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_m} X \mu_n$$

$$h_w = \frac{Q_k(\mu_k + \mu_2 + \dots + \mu_m)}{\lambda_n \cdot \mu_m}$$

Dimana :

$h_w$  = head way keberangkatan kapal pada fasilitas pelayanan ke-m

$\lambda_n$  = laju kedatangan kendaraan total pada areal parkir/antrian

$\lambda_m$  = laju kedatangan kendaraan pada fasilitas pelayanan ke-m

$\mu_m$  = laju pelayanan pada fasilitas pelayanan ke-m

$Q_k$  = tingkat *occupancy* kapal pada pelayanan ke-m

**Ukuran Operasi Sistem Penyeberangan**

Hubungan yang mendasar dalam menentukan ukuran operasi sistem penyeberangan adalah kapasitas prasarana, rencana operasi, karakteristik kapal, karakteristik kendaraan roda-4 dan roda-2. Pada analisis lintasan garis tunggal semua kapal harus dioperasikan dari satu ujung ke ujung lainnya dan kemudian kembali, kapal bergerak bolak balik diantara dua terminal ujung. Kapal akan beroperasi dengan *headway* waktu keberangkatan yang merata, dan semua kapal mempunyai kapasitas yang relatif sama. Dalam kondisi ini hubungan antara kapasitas total, *headway* keberangkatan kapal, jumlah keberangkatan dan kapasitas kapal dalam satu arah adalah:

$$Q_c = \frac{Q_k}{h_w} = Q_k \times J_k$$

Dimana :

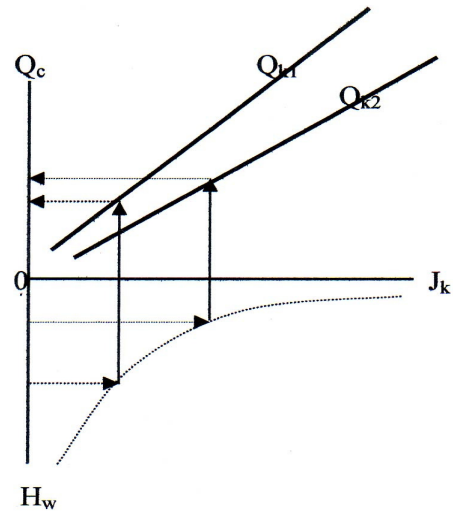
$Q_c$  = kapasitas total dalam satu hari, unit kendaraan

$Q$  = kapasitas kapal rencana, unit kendaraan

$H_w$  = *headway* waktu keberangkatan kapal, menit

$J_k$  = jumlah keberangkatan kapal

Hubungan antar parameter dapat dijelaskan seperti Gambar 4.



**Gambar 4. Hubungan antar parameter operasi system penyeberangan**

Konsep arus tersebut diatas dapat dihubungkan secara langsung dengan kebutuhan kapal, dengan menganggap bahwa semua kapal membutuhkan waktu yang relatif sama untuk perjalanan pergi pulang, maka hubungannya adalah sebagai berikut:

$$N = \frac{JD \times T_c}{H_w} = \frac{JD \times T_c}{h_w \times JD} = \frac{T_c}{h_w}$$

Dimana :

$N$  = jumlah kapal

$JD$  = Jumlah Dermaga

$T_c$  = waktu siklus kapal  
= 2 { $T_s + T_m + T_p$ }

$H_w$  = *headway* dermaga

$h_w$  = *headway* antar dermaga/*headway* keberangkatan kapal

Hubungan akhir menjadi :

$$N = \frac{2\{T_s + T_m + T_p\}}{h_w}$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Evaluasi Kapasitas Sistem Penyeberangan**

Kapasitas sistem penyeberangan Ketapang - Gilimanuk dievaluasi berdasarkan kondisi pelayanan yang terjadi di lapangan. Evaluasi dilakukan dengan beberapa skenario terhadap kinerja dermaga Ponton dan *Moveable Bridge* (MB) serta dermaga *Beaching* (LCM).

• Dermaga Ponton/MB

Skenario	Jumlah (unit)		Headway (menit)		Waktu Siklus (menit)	Jumlah Operasi	Kapasitas Sistem (unit kend)	
	Dermaga	Kapal	Dermaga (Hw)	Kapal (hw)			R-4	R-2
I	3	12	45	15	180	96	2496	11.136
		10	54	18		80	2080	9.280
		9	60	20		72	1872	8.352
II	3	12	40	13,3	160	108	2808	12.528
		10	48	16		90	2340	10.440
		9	54	18		80	2080	9.280
III	3	12	35	11,7	140	123	3198	14.268
		10	42	14		102	2652	11.832
		9	47	15,7		91	2366	10.556
IV	3	12	30	10	120	144	3744	16.704
		10	36	12		120	3120	13.920
		9	40	13,3		108	2808	12.528
V	3	12	27,5	9,17*	110	157	4082	18.212
		10	33	11		130	3380	15.080
		9	37	12,3		116	3016	13.456
VI	2	12	30	10	180	144	3744	16.704
		10	36	12		120	3120	13.920
		9	40	13,3		108	2808	12.528
VII	2	12	27	9*	160	160	4160	18.560
		10	32	10,7		134	3484	15.544
		9	35,5	11,8		122	3172	14.152
VIII	2	12	24	8*	140	180	4004	17.864
		10	28	9,3*		154	3614	16.124
		9	31	10,3		139		
IX	2	12	20	6,7*	120	214		
		10	24	8*		180		
		9	27	9*		160	4160	18.560

Sumber: Hasil Analisis (2009)

\* tidak memenuhi

• Dermaga Beaching (LCM)

Skenario	Jumlah (unit)		Headway (menit)		Waktu Siklus (menit)	Jumlah Operasi	Kapasitas Sistem (unit kend)	
	Dermaga	Kapal	Dermaga (Hw)	Kapal (hw)			R-4	R-2
I	2	12	30	15	180	72	1080	
		11	32,72	16,36		60	900	
		10	36	18		50	750	
		9	40	20		40	600	
II	2	12	20	10	120	144	2160	
		11	21,82	10,90		121	1815	
		10	24	12		100	1500	
		9	26,66	13,33		81	1215	

Sumber: Hasil Analisis (2009)

**SIMPULAN DAN SARAN**

**Simpulan**

- Berdasarkan hasil survai dilapangan diketahui *headway* minimum dermaga adalah 10 menit < 13 menit seperti

jadual yang ditetapkan oleh PT. ASDP, dengan demikian apabila hanya 2 dermaga yang beroperasi melayani 12, 10 dan 9 kapal berturut-turut menghasilkan *headway* minimum dermaga 10, 12 dan 13,3 menit dengan kapasitas pelayanan

lebih besar dari permintaan (*demand*) saat sekarang.

- Kapasitas sistem masih bisa ditingkatkan dengan mengefisienkan waktu berlabuh kapal (*port time*).

#### **Saran**

- Jumlah operasi optimal (*scheduling*) dalam sehari dapat ditentukan dengan menghitung biaya gabungan minimum dari biaya operasi kapal dan biaya waktu tunggu penumpang.
- Masa pelayanan sistem penyeberangan dapat dievaluasi dengan prediksi pertumbuhan penumpang (*predictive model*).

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abbas, Salim H.A. 1995. *Manajemen Transportasi*, PT. Raja Grafindo Persada Jakarta;
- Ang, Alfredo H.S and Wilson H.T. 1975. *Probability Concepts In Engineering Planning And Design*, John Wiley and Son, Inc;
- Kobayashi, H. 1989. *Modeling and Analysis*, Addison-Wesley Publishing Company;
- Nurhayati, M. 1986. *Penelitian Operasional Teori dan Latihan*, Dharma Patria Bandung.