

Desain Kapal *Ro-Ro (Roll on-Roll off)* sebagai Sarana Penyeberangan Rute Pelabuhan Benoa – Nusa Penida Bali

Nyoman Artha Wibawa dan Hesty Anita Kurniawati

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: tita@na.its.ac.id

Abstrak—Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2011 tentang *Master Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI)* yang digagas oleh Presiden Indonesia Ke-6, di mana pada Perpres tersebut MP3EI bertujuan untuk mengembangkan segala potensi-potensi yang ada pada masing-masing daerah di Indonesia. Bali – Nusa Tenggara menjadi daerah yang menjadi peran utama sebagai pintu gerbang pariwisata dan pendukung pangan Nasional. Hal tersebut juga memiliki tujuan yang sama dengan program Presiden Indonesia saat ini yaitu pemerataan dan pembangunan tiap daerah di Indonesia serta menjadikan Indonesia sebagai poros maritim dunia. Presiden Indonesia saat ini menggagaskan sebuah program yang diberi nama dengan program “Tol Laut” untuk mememeratakan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan Indonesia bagian barat dengan Indonesia bagian timur. Untuk mengaplikasikan program-program tersebut maka dibutuhkan sarana transportasi yang efisien berupa kapal *Ro-Ro (Roll on-Roll off)* sebagai sarana penyeberangan antar pulau yang bisa mengangkut penumpang, dan kendaraan. Kapal *Ro-Ro* ini akan berangkat dari Pelabuhan Benoa menuju Pelabuhan Nusa Penida Bali dengan kecepatan 10 *knots*. Dalam mendesain kapal dilakukan analisis teknis dan juga analisis ekonomis berupa menghitung biaya pembangunan kapal. Kapal yang didesain memiliki ukuran utama Panjang Garis Air (LWL): 45.76 meter, Panjang antar Garis Tegak (LPP): 44 meter, Lebar (B): 8.2 meter, Tinggi (H): 3 meter, dan Sarat (T): 2.5 meter. Dengan ukuran tersebut kapal ini mampu mengangkut penumpang sebanyak 96 orang, 28 sepeda motor, 10 mobil, dan 4 truk. Dengan ukuran dan jumlah muatan tersebut seluruh regulasi dan ketentuan teknis telah terpenuhi. Besar biaya pembangunan kapal adalah sebesar Rp. 12.655.638.149.

Kata Kunci—Desain, Kapal *Ro-Ro*, MP3EI, Rute Benoa Penida, Tol Laut

I. PENDAHULUAN

MASTER Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) merupakan sistem yang dirancang oleh pemerintah bertujuan untuk membangun ekonomi Indonesia hingga tahun 2025. MP3EI terfokus pada 8 program utama, yaitu pertanian, pertambangan, energi, industri, kelautan, pariwisata, dan telematika, serta pengembangan kawasan strategis. Tiap-tiap daerah mempunyai peranan yang berbeda dalam setiap program. Untuk mewujudkan MP3EI, wilayah Indonesia dibagi dalam beberapa koridor ekonomi. Pembagian ini berdasarkan potensi

yang dimiliki oleh masing-masing daerah. Terdapat enam koridor ekonomi dan salah satunya adalah Koridor Ekonomi Bali – Nusa Tenggara dengan tema “Pintu Gerbang Pariwisata dan Pendukung Pangan Nasional”. Selain program tersebut, terdapat program “Tol Laut” yang telah dibuat oleh pemerintahan di bawah pimpinan Bapak Joko Widodo. Tol Laut ini merupakan konektivitas laut yang efektif berupa adanya kapal yang melayari secara rutin dan terjadwal dari barat sampai ke timur Indonesia. Kedua program tersebut dibuat bertujuan untuk membangun ekonomi Indonesia menjadi lebih baik.

Berdasarkan latar belakang diatas, akan didesain kapal *Ro-Ro (Roll on-Roll off)* dengan rute Pelabuhan Benoa (Kabupaten Badung) – Pelabuhan Nusa Penida (Kabupaten Klungkung) Bali sebagai sarana penyeberangan dan konektivitas antar pulau. Pemilihan lokasi ini dikarenakan beberapa hal antara lain pertama, Nusa Penida merupakan salah satu destinasi wisata Internasional yang ada di Bali. Berdasarkan data dari Dinas Pariwisata Kabupaten Klungkung, pada tahun 2015 tercatat sebanyak 93.733 wisatawan yang berkunjung ke Nusa Penida. Kedua, Nusa Penida merupakan salah satu penghasil ternak terbesar yang ada di Bali. Sebagian besar mata pencaharian masyarakat Nusa Penida adalah berternak. Terdapat lebih dari 23.000 ekor sapi yang ada di Nusa Penida menjadi potensi besar yang layak dikembangkan. Ketiga, masih terbatasnya kapal yang bisa mengangkut penumpang dan kendaraan ini merupakan kendala untuk menuju ke Nusa Penida. Hal tersebut tentunya dapat mempengaruhi perkembangan pariwisata serta perkembangan ekonomi dan pembangunan yang ada di Nusa Penida.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. MP3EI

MP3EI merupakan program pemerintah yang diusung oleh Presiden RI ke-6. Melalui program MP3EI, percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi akan menempatkan Indonesia sebagai negara maju pada tahun 2025. Dalam MP3EI terdapat enam koridor ekonomi dengan 8 program utama yaitu pertanian, pertambangan, energi, industri, kelautan, pariwisata, dan telematika, serta pengembangan kawasan strategis. Kedelapan program utama tersebut terdiri

dari 22 kegiatan ekonomi utama. Bali dan Nusa Tenggara menjadi daerah prioritas pengembangan pariwisata [1].

B. Perkembangan MP3EI Koridor Ekonomi Bali - Nusa Tenggara

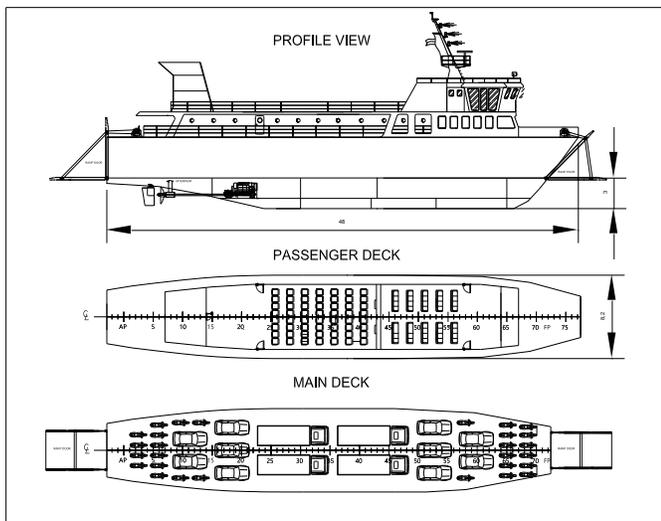
Dalam dokumen MP3EI, koridor ekonomi ini memiliki tiga jenis kegiatan ekonomi utama yaitu pariwisata, perikanan, dan peternakan. Dari kegiatan ekonomi utama tersebut terdapat beberapa kendala yang terjadi salah satunya diperlukannya akses *coastal shipping* dari Jawa menuju Koridor Ekonomi Bali – Nusa Tenggara. Akses tersebut diperlukan sebagai sarana distribusi barang dari Jawa ke Bali – Nusa Tenggara dan begitu juga sebaliknya sehingga memperkuat sistem logistik nasional [1].

C. Tol Laut

Tol Laut adalah konektivitas laut yang efektif berupa adanya kapal yang melayari secara rutin dan terjadwal dari bkkk arat sampai ke timur Indonesia. Dalam pengaplikasian Tol Laut wilayah Indonesia dibagi menjadi dua yaitu wilayah depan dan wilayah dalam. Kapal-kapal yang beroperasi di wilayah depan ini adalah merupakan kapal-kapal asing sedangkan di wilayah dalam beroperasi kapal-kapal milik Indonesia baik itu kapal antar pulau, kapal penyebrangan, maupun kapal ikan [2].

D. Kapal Ro-Ro

Kapal jenis *Ro-Ro* adalah kapal yang bisa memuat penumpang ataupun kendaraan yang berjalan masuk kedalam kapal dengan penggeraknya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga sehingga disebut sebagai kapal *Roll On-Roll Off* disingkat *Ro-Ro*. Kapal ini memiliki fungsi mirip jembatan yang bergerak. Namanya jembatan, apapun bisa melewatinya. Untuk *layout* awal kapal *Ro-Ro* yang akan didesain bisa dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. *Layout* Awal Kapal.

E. Sistem Lashing

Sistem *Lashing* adalah sistem pengikatan kendaraan yang dimuat di atas kapal agar kendaraan tetap pada posisinya pada saat kapal berlayar. Pada Peraturan Menteri Perhubungan 115

Tahun 2016 terdapat aturan mengenai tatacara petunjuk pengamanan (*securing*) kendaraan di atas kapal. Pengamanan dilakukan minimal dua titik pada setiap sisi roda kendaraan. Dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor 115 tahun 2016 kendaraan yang wajib untuk dilakukan pengikatan adalah kendaraan diatas 3.5 ton [3].

F. Pintu Rampa (Ramp Door)

Pintu rampa (*ramp door*) adalah pintu yang digunakan sebagai jembatan penghubung antara dermaga dan kapal. Pintu rampa umumnya terletak pada haluan atau buritan kapal, saat merapat di dermaga Pintu rampa akan membuka kebawah. Saat pintu rampa terbuka maka kendaraan dari dermaga bisa masuk ke kapal. Dan pada saat kapal berlayar pintu rampa akan ditutup [4]. Pintu Rampa harus dibuat dengan beberapa ketentuan sebagai berikut:

- Kedap terhadap air laut dalam hal melalui pelayaran laut terbuka
- Kuat menahan beban kendaraan yang melewati pintu saat menaikkan dan menurunkan kendaraan

G. Rute Pelayaran Pelabuhan Benoa – Nusa Penida

Rute pelayaran Pelabuhan Benoa - Nusa Penida merupakan jalur penyeberangan antara Kabupaten Badung dan Kabupaten Klungkung Bali melalui selat Badung. Penyeberangan antar Kabupaten ini berjarak kurang lebih 41.71 km dan bisa ditempuh dengan waktu rata-rata selama 60 menit menggunakan kapal penyeberangan dengan kecepatan 10 knot. Berikut gambar 2 merupakan gambar rute pelayaran Pelabuhan Benoa – Nusa Penida.

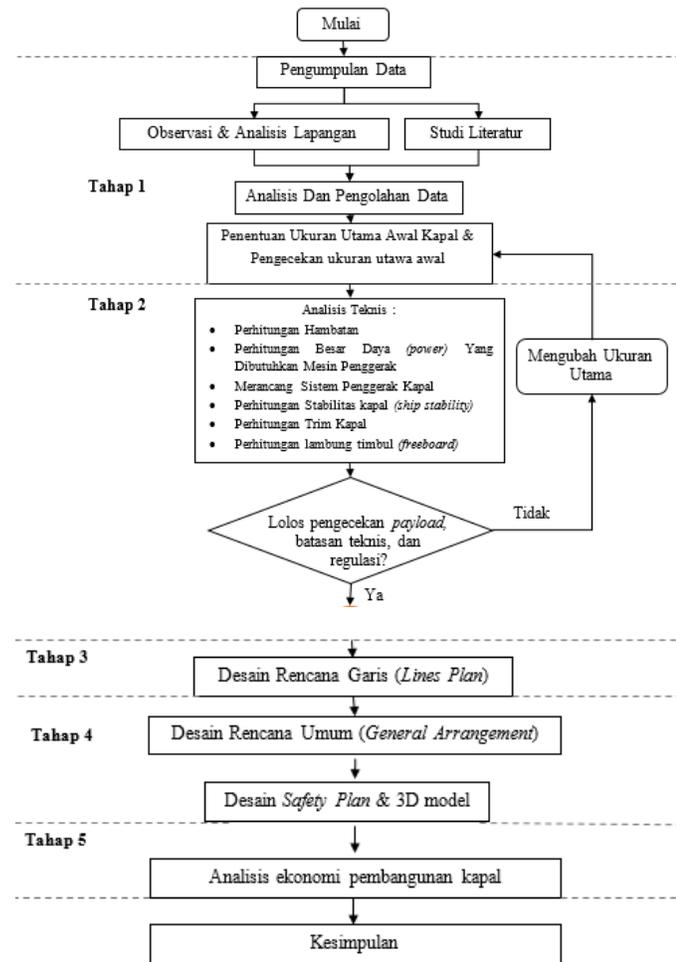


Gambar 2. Rute Pelabuhan Benoa – Nusa Penida.

III. METODOLOGI

Dalam penelitian ini terdapat lima tahapan pengerjaan di mana tahap pertama menghasilkan kapasitas muatan kapal, tahap kedua menghasilkan ukuran utama yang telah memenuhi aturan teknis dan regulasi, tahap ketiga menghasilkan rencana garis, tahap keempat menghasilkan rencana umum dan *safety plan*, dan tahap kelima menghasilkan biaya pembangunan kapal dan estimasi *BEP (Break Even Point)*. Pada beberapa tahap pengerjaan ada pemeriksaan hasil perhitungan berdasarkan kriteria tertentu. Jika hasil pemeriksaan memenuhi maka bisa lanjut ke tahap selanjutnya. Jika tidak memenuhi maka harus dilakukan pengecekan ulang sampai kriteria

memenuhi. Diagram alir tahapan pengerjaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Diagram Alir Tahap Pengerjaan Penelitian.

IV. ANALISIS TEKNIS

Dalam pengerjaan penelitian ini terdapat yang pertama dilakukan adalah analisis teknis. Analisis teknis dimulai dari penentuan muatan kapal hingga mendesain 3D Model. Berikut hasil analisis teknis penentuan muatan kapal *Ro-Ro* berupa jumlah penumpang, kendaraan, dan bagasi yang didapat dari Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas IV Pelabuhan Padangbai Bali dari tahun 2014 -2016. Karena belum adanya data di tahun 2017, maka dilakukan metode *forecasting* dengan analisa kurun waktu (*time series*) dari data yang telah didapat.

Tabel 1.

Jumlah muatan kapal.

Muatan	Jumlah	Berat
Penumpang	79 orang	5.925 ton
Kendaraan R4	14 unit	165 ton
Kendaraan R2	28 unit	5.6 ton
Bagasi	97 unit	4.85 ton
Berat total		228.45 ton

Selanjutnya adalah penentuan ukuran utama awal kapal, berikut Tabel 2 merupakan nilai ukuran utama awal yang didapat dan telah memenuhi persyaratan.

Tabel 2.
Ukuran utama awal.

Ukuran Utama	Nilai	Satuan
LPP	44	meter
B	8.2	meter
H	3	meter
T	2.5	meter

Dari ukuran utama tersebut akan dihitung koefisien bentuk badan kapal dan dilanjutkan dengan menghitung hambatan, propulsi kapal sehingga kapasitas mesin induk dapat ditentukan. Mesin yang dipilih dalam mendesain kapal *Ro-Ro* ini adalah mesin YANMAR tipe 6NY16-UT dengan daya 331 kW. Sedangkan Generator kapal yang digunakan adalah generator merk Volvo dengan daya sebesar 99 kW sebanyak 2 buah. Berikut Tabel 3 merupakan hasil perhitungan koefisien bentuk badan kapal hingga pemilihan mesin induk dan genset.

Tabel 3.

Hasil perhitungan. koefisien bentuk badan kapal hingga pemilihan mesin induk dan genset.

	Nilai	Keterangan
C _B	0.652	
C _P	0.664	
C _M	0.981	
C _{WP}	0.785	
LCB	22.28	meter dari AP
Displ (volume)	611.58	m ³
Displ (mass)	626.87	non
R _T	22.029	kN
BHP@MCR	263.256	kW/mesin
Daya Mesin	331	kW/mesin
Daya Genset	99	kW/mesin

Dalam analisis teknis, ditentukan pula nilai DWT (*Dead Weight Tonnage*) dan LWT (*Light Weight Tonnage*) beserta titik berat dari komponen DWT dan LWT tersebut. Berikut tabel 4 merupakan hasil dari perhitungan DWT dan LWT beserta titik berat dari masing-masing komponen. Berikut Tabel 4 di bawah ini merupakan nilai komponen DWT dan LWT kapal yang akan didesain.

Tabel 4.
DWT dan LWT.

Komponen	Nilai	Keterangan
DWT	237.149	ton
LWT	362.138	ton
Koreksi	3.72%	Max 10% (Acc)
LCG (DWT)	3.214	m dari <i>Midship</i>
LCG (LWT)	-0.318	m dari <i>Midship</i>

Kapal *Ro-Ro* ini merupakan kapal tipe B sehingga perhitungan lambung timbul menggunakan tabel kapal tipe B. Nilai lambung timbul yang didesain harus bernilai lebih besar atau sama dengan dari nilai lambung timbul standar. Berikut Tabel 5 merupakan hasil perhitungan lambung timbul yang telah dilakukan.

Tabel 5.
Perhitungan lambung timbul.

	Nilai	Keterangan
Lambung timbul standar	374	mm
Lambung timbul desain	800	mm
Status	Nilai desain > nilai standar	Acc

Dalam analisis stabilitas, terdapat enam kondisi pelayaran atau *load case* (LC) yang diberikan. Selain stabilitas, analisis trim juga dilakukan di mana nilai maksimal trim yang diijinkan adalah $\pm 1\%$ Lpp. Berikut Tabel 6 merupakan hasil analisis stabilitas dari *load case* 1 sampai *load case* 6 dan Tabel 8 merupakan hasil analisis trim yang telah dilakukan.

Tabel 6.
Hasil analisis stabilitas untuk LC1 - LC6.

IS Criteria	Diizinkan	Ketentuan	Nilai					
			LC1	Status	LC2	Status	LC3	Status
e 0 - 30°	3.151	\geq	10.357	Acc	8.207	Acc	7.3757	Acc
e 0 - 40°	5.157	\geq	14.967	Acc	11.619	Acc	10.337	Acc
e 30 - 40°	1.719	\geq	4.609	Acc	3.412	Acc	2.9611	Acc
GZ 30°	0.2	\geq	0.47	Acc	0.349	Acc	0.303	Acc
Θ Max	25	\geq	29.1	Acc	28.2	Acc	28.2	Acc
GM°	0.15	\geq	1.925	Acc	1.756	Acc	1.788	Acc
Pass Crowd	10	\leq	0	Acc	0	Acc	0	Acc
Turning Angle	10	\leq	0	Acc	0	Acc	0	Acc

IS Criteria	Diizinkan	Ketentuan	Nilai					
			LC4	Status	LC5	Status	LC6	Status
e 0 - 30°	3.151	\geq	10.526	Acc	11.066	Acc	10.558	Acc
e 0 - 40°	5.157	\geq	15.496	Acc	16.475	Acc	15.557	Acc
e 30 - 40°	1.719	\geq	4.97	Acc	5.408	Acc	4.998	Acc
GZ 30°	0.2	\geq	0.502	Acc	0.548	Acc	0.506	Acc
Θ Max	25	\geq	30.9	Acc	30.9	Acc	30.9	Acc
GM°	0.15	\geq	1.76	Acc	1.74	Acc	1.752	Acc
Pass Crowd	10	\leq	0	Acc	0	Acc	0	Acc
Turning Angle	10	\leq	0	Acc	0	Acc	0	Acc

Tabel 7.
Hasil analisis trim.

No	Kondisi	Batasan	Nilai	Status
1	Loadcase 1	0.44	0.308	Diterima
2	Loadcase 2	0.44	0.353	Diterima
3	Loadcase 3	0.44	0.215	Diterima
4	Loadcase 4	0.44	0.285	Diterima
5	Loadcase 5	0.44	0.311	Diterima
6	Loadcase 6	0.44	0.346	Diterima

Desain rencana garis dapat dilihat pada Lampiran A, desain rencana umum dapat dilihat pada Lampiran B, dan desain 3D Model dapat dilihat pada lampiran C.

V. ANALISIS EKONOMIS

Dalam analisis ekonomis ini yang dibahas adalah biaya pembangunan kapal dan perhitungan estimasi *Break Even Point* (BEP). Dalam menghitung biaya pembangunan kapal, yang dijadikan acuan adalah berat baja total dan harga plat baja di pasaran. Berdasarkan data dari PT. Nicon Steel harga baja per tanggal 1 Juni 2017 adalah sebesar US\$ 714/ton. Dengan harga baja tersebut didapatkan hasil perhitungan biaya pembangunan kapal yang telah dikerjakan dengan mengacu

pada pedoman perkiraan biaya dari Direktorat Pengolahan PERTAMINA sebesar **Rp. 12,655,638,149.00**. Setelah mendapat harga biaya pembangunan kapal, maka didapat BEP terjadi pada tahun kedua tepatnya pada bulan ke 12 dengan biaya operasional kapal tiap tahunnya adalah sebesar Rp. 9,229,528,785 dapat dilihat pada Tabel 8, dan keuntungan bersih sebesar Rp. 696,187,624.04 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8.
Biaya Operasional Kapal.

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 3,167,073,447	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 4,572,057,600	per tahun
Biaya Asuransi	Rp 228,602,880	per tahun
Fresh Water	Rp 377,440	per tahun
Port Charges	Rp 174,622,418	per tahun
Gaji Komplemen	Rp 1,008,000,000	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp 78,795,000	per tahun
Total	Rp 9,229,528,785	per tahun

Tabel 9.
Estimasi Keuntungan Bersih.

Item	Nominal
Biaya Investasi	Rp 12,655,638,148.57
Modal Bank 65% (Bank Mandiri)	Rp 8,226,164,796.57
Hutang perbulan bunga 13.5%	Rp 18,508,870.79
Keuntungan kotor	Rp 11,430,144,000.00
Biaya Operasional	Rp 9,229,528,785.17
Biaya Tak terduga 5 %	Rp 571,507,200.00
Pajak penghasilan Usaha 8%	Rp 914,411,520.00
Keuntungan Bersih	Rp 696,187,624.04

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Muatan kapal Ro-Ro ini terdiri dari 96 orang penumpang, 4 truk, 10 mobil, dan 28 sepeda motor.
- Dari hasil analisis teknis yang telah dilakukan maka diperoleh ukuran utama kapal sebagai berikut:
 - Length of waterline (LWL) : 45.76 meter
 - Length of perpendicular (LPP) : 44 meter
 - Breadth (B) : 8.2 meter
 - Height (H) : 3 meter
 - Draft (T) : 2.5 meter

Desain rencana garis dapat dilihat pada Lampiran A sedangkan desain rencana umum dapat dilihat pada Lampiran B.

- Dari hasil analisis ekonomis yang telah dilakukan biaya pembangunan kapal sebesar Rp. 12,655,638,149.00 dan Break Even Point terjadi pada tahun kedua tepatnya pada bulan ke 19.
- Desain 3D Model kapal dapat dilihat pada Lampiran C.

