



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

**SEMINAR UJIAN AKHIR
TUGAS AKHIR - MN141581**

DESAIN KAPAL PENUMPANG KATAMARAN UNTUK RUTE DERMAGA BOOM MARINA, BANYUWANGI - PELABUHAN BENOA

OLEH:

MOHAMMAD HAMZAH SATRIAWANSYAH

NRP. 4112100033

DOSEN PEMBIMBING:

PROF. IR. DJAUHAR MANFAAT, M.SC, PH.D

LATAR BELAKANG

PT. Pelindo III (Persero)
membuka jalur pelayaran
baru Boom Marina
Banyuwangi – Benoa pada
pertengahan 2017

Banyaknya wisatawan lokal
maupun mancanegara yang
ingin mengunjungi
Banyuwangi dan Bali,
terutama pada musim liburan

MASALAH

Belum adanya sarana
transportasi laut yang
menyeberangkan
penumpang dari
Banyuwangi ke Benoa, Bali

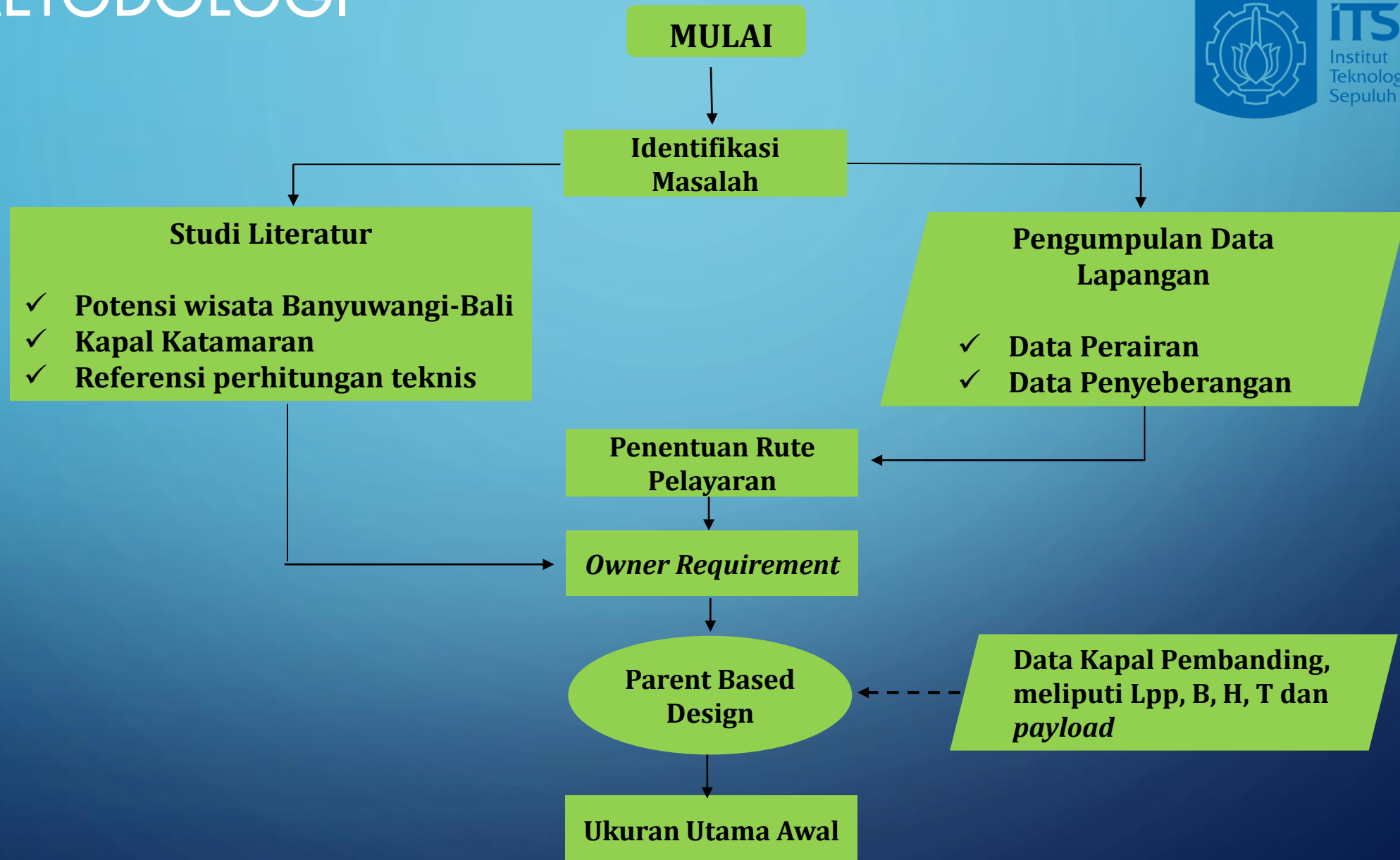
Sarana penyeberangan dari
Banyuwangi menuju Denpasar melalui
ASDP Ketapang – Gilimanuk dan
dilanjutkan perjalanan darat
memakan waktu lama (4,5 jam tanpa
macet)

TUJUAN



- Memperoleh ukuran utama, *Lines Plan* dan *General Arrangement* kapal katamaran yang sesuai dengan perairan di Selat Bali.
- Memperoleh stabilitas kapal katamaran yang tinggi.
- Mendapatkan kapasitas penumpang pada kapal katamaran yang direncanakan.
- Memperoleh hasil analisa ekonomi dan kelayakan investasi pembangunan kapal penumpang katamaran untuk rute Banyuwangi - Bali dari Dermaga Boom Marina Banyuwangi dan Pelabuhan Benoa Bali.

METODOLOGI



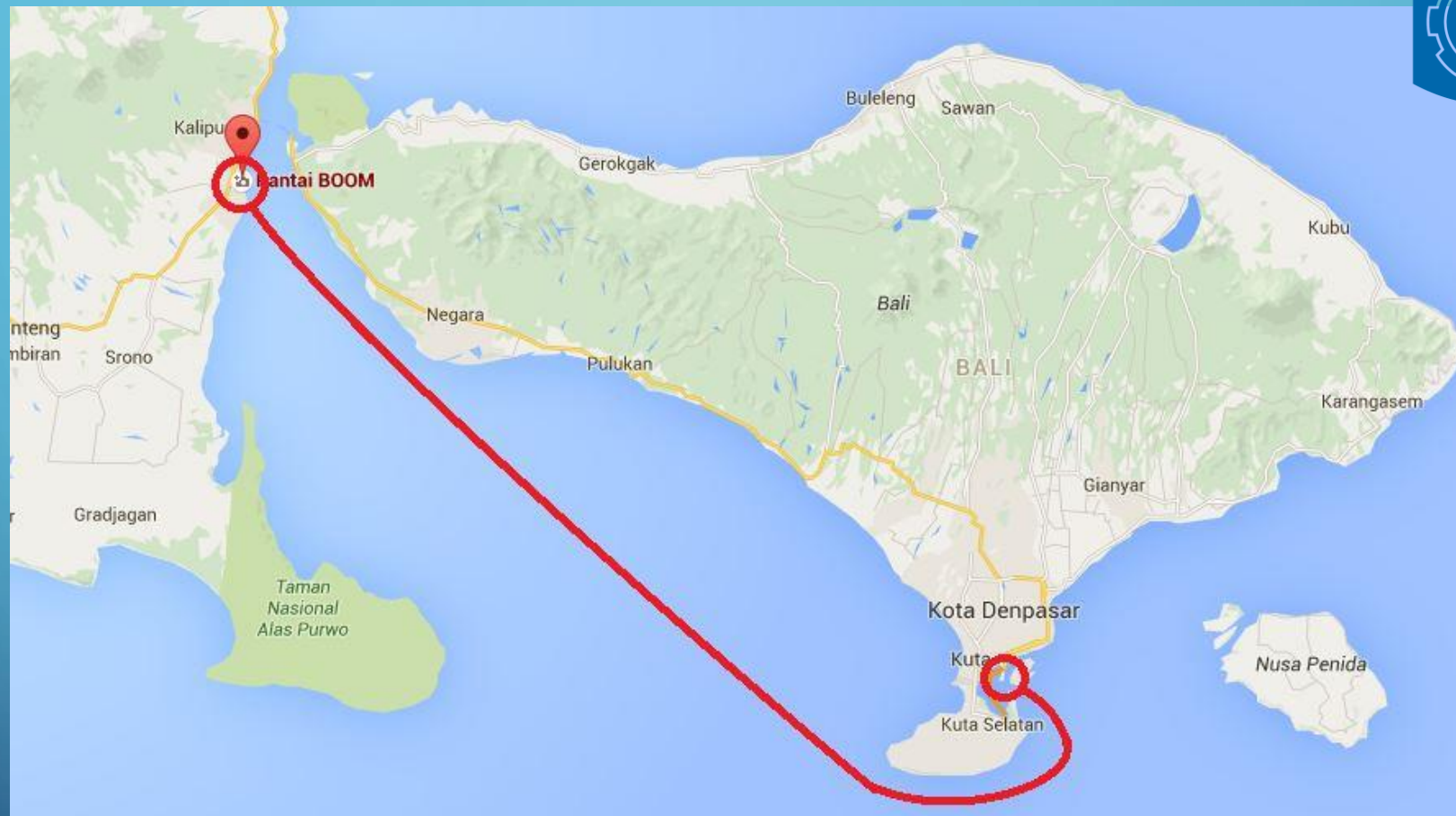
METODOLOGI



RUTE PELAYARAN



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



(www.maps.google.co.id, 2016)

Rute pelayaran Dermaga Boom Marina Banyuwangi – Pelabuhan Benoa sejauh 145 kilometer atau setara dengan 80 *nautical miles* dihitung dari peta.

KONDISI DERMAGA BOOM MARINA BANYUWANGI (25 FEBRUARI 2016)



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



KAPAL PEMBANDING

AUSTAL 48



- Vessel Type = High Speed Passenger Catamaran
- Loa = 47.5 m
- Lpp = 44.0 m
- B = 11.8 m
- H = 3.8 m
- T = 1.4 m
- Vs = 44.1 knots
- DWT = 55.7 tonnes
- Rute = Hong Kong - Macau
- Passengers = 418
- Class = DNV
- Owner = Shun Tak - Turbojet

DATA PENYEBERANGAN



Bulan	Trip	Jumlah Penumpang
Jan	7315	410796
Feb	6879	315680
Mar	6848	389628
Apr	7108	364372
Mei	7669	422292
Jun	6974	344647
Jul	7716	659223
Ags	7532	429462
Sep	7238	348399
Okt	6911	386304
Nov	5801	345670
Des	6991	534895
Total	84982	4951368

Data disamping didapatkan dari Realisasi Angkutan Penyeberangan Tahun 2015 PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Ketapang, Banyuwangi untuk penyeberangan Ketapang - Gilimanuk dengan 35 armada kapal penyeberangan.

Rata-rata trip tiap bulan = 7082 trip
Rata-rata trip tiap hari = 233 trip
Rata-rata trip tiap bulan tiap kapal = 203 trip
Rata-rata trip tiap hari tiap kapal = 7 trip

Rata-rata penumpang tiap bulan = 412614 orang
Rata-rata penumpang tiap hari = 13566 orang
Rata2 penumpang tiap bln tiap kapal = 11789 orang
Rata2 penumpang tiap hari tiap kapal = 388 orang
Rata2 penumpang tiap kapal sekali trip = 59 orang

PENENTUAN PAYLOAD



Dari nilai rata-rata penumpang yang diangkut satu kapal setiap harinya sebesar 388 orang dengan 7 kali trip, penulis mengambil data tersebut untuk dijadikan besar payload kapal yang akan didesain dan dilakukan pembulatan keatas sebesar 400 orang untuk sekali trip.

$$\text{Payload} = 400 \text{ orang} \times 75 \text{ kg (2008 IS Code part A Chapter 3)}$$

$$= 30000 \text{ kg} = 30 \text{ ton}$$

$$\text{Berat Bawaan} = 400 \times 20 \text{ kg (asumsi rata-rata barang bawaan)}$$

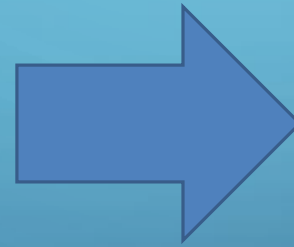
$$= 8000 \text{ kg} = 8 \text{ ton}$$

$$\text{Berat Muatan} = 38000 \text{ kg} = 38 \text{ ton}$$

PENENTUAN UKURAN UTAMA

Austal 48 Main Dimensions

- Loa = 47.5 m
- Lwl = 44.0 m
- B = 11.8 m
- B1 = -
- H = 3.8 m
- T = 1.4 m
- S = -
- V = 44.1 knots



New Main Dimensions

- Loa = 44.9 m
- Lwl = 44.0 m
- B = 11.8 m
- B1 = 3.0 m
- H = 3.8 m
- T = 1.4 m
- S = 8.8 m
- V = 28 knots

BATASAN PERBANDINGAN UKURAN UTAMA

		Min	Value	Max
L/B1	Sahoo, Browne & Salas (2004)	10	14.97	15
B/H	Insel & Molland (1992)	0.7	3.105	4.1
S/L	Insel & Molland (1992)	0.19	0.196	0.51
S/B1	Insel & Molland (1992)	0.9	2.933	4.1
B1/T	Insel & Molland (1992)	0.9	2.143	3.1
B1/B	Multi Hull Ships, hal. 61	0.15	0.254	0.3
CB	Insel & Molland (1992)	0.36	0.466	0.59

PERHITUNGAN KOEFISIEN

Faktor	Nilai	Satuan	Formula
Displacement (Δ)	190.000	ton	Diperoleh dari model di maxsurf
Vol Displacement (∇)	185.366	m ³	Δ/r
C_B	0.491		$\nabla / (L \cdot B_1 \cdot T)$
F_n	0.68628		$V_s / \sqrt{g \cdot L}$
C_M	0.741		$A_M / (T \cdot B_M)$
C_p	0.338		$\nabla / (A_s \cdot L_{WL})$
C_{WP}	0.740		$A_{WP} / (B_{WL} \cdot L_{WL})$

HAMBATAN DAN DAYA MESIN

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times 2 C_{tot} \quad N$$

Dimana

ρ	=	massa jenis fluida	=	1025	kg/m ³
WSA	=	luas permukaan basah			
V	=	kecepatan kapal	=	14.4032	m/s
C _{tot}	=	koefisien hambatan total			

$$C_{tot} = (1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w$$

Dimana

(1+ βk)	=	Catamaran Viscous Resistance Interference
C _f	=	Viscous Resistance
τ	=	Catamaran Wave Resistance Interference
C _w	=	Wave Resistance

$$R_t = 97.29 \text{ KN}$$

$$BHP = 3507.04 \text{ KW} = 4768.24 \text{ HP}$$



Twin Screw
Power dibagi 2

$$BHP = 1753.52 \text{ KW} = 2384.12 \text{ HP}$$

PENENTUAN MESIN INDUK



Daya

Tipe Mesin	rpm	Daya Mesin (ISO 3046- I)		Daya rata-rata Genset tipe DZC			
		kW	HP	50 Hz electric - 3 phase		60 Hz electric - 3 phase	
				P _w (kW)	P _n (kVA)	P _w (kW)	P _n (kVA)
6 DZC-720-181	720	1032	1402	---	---	980	1225
6 DZC-750-179	750	1065	1447	1012	1265	---	---
6 DZC-900-166	900	1194	1622	---	---	1134	1418
6 DZC-900-188 *	900	1350	1834	---	---	1283	1603
6 DZC-1000-166	1000	1326	1802	1260	1575	---	---
6 DZC-1000-176	1000	1405	1910	1335	1668	---	---
6 DZC-1000-188 *	1000	1500	2038	1425	1781	---	---
8 DZC-720-181	720	1376	1870	---	---	1307	1634
8 DZC-750-179	750	1420	1929	1349	1686	---	---
8 DZC-900-166	900	1592	2163	---	---	1512	1890
8 DZC-900-188 *	900	1800	2446	---	---	1710	2138
8 DZC-1000-166	1000	1768	2402	1680	2100	---	---
8 DZC-1000-176	1000	1875	2545	1780	2225	---	---
8 DZC-1000-188 *	1000	2000	2717	1900	2375	---	---

* Untuk aplikasi khusus

Faktor konversi digunakan: 1 metric HP = 0,736 kW → Efisiensi pembangkit listrik: $\eta_g = 0,95$ → Faktor daya: $\cos \varphi = 0,8$

PENENTUAN GENSET

Daya Genset = 25% daya mesin induk		
=	438.38	kW
=	596.03	HP

3408C



Mechanical Control System

3412C



Mechanical Control System

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

Gen Set

ekW @.8pf kV•A asp. rpm U.S. gph L/h

60 Hertz	370 ¹	462	TA	1800	27.1	102.7
50 Hertz	280 ¹	350	TA	1500	21.4	80.9

¹Radiator cooled option.

Fuel use reflects SAE standards. Fuel use reflecting ISO standards is typically 2-3% less. Consult your Caterpillar representative for details.

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

Gen Set

ekW @.8pf kV•A asp. rpm U.S. gph L/h

60 Hertz	400R	500	TA	1800	32.5	123.0
	425	531	TA	1800	32.5	123.0
	500	625	TA	1800	37.3	141.3
	550R	688	TA	1800	43.9	166.1
	590 ¹	738	TA	1800	43.9	166.1
50 Hertz	350	438	TA	1500	26.3	99.7
	385R	481	TA	1500	29.9	113.1
	405	506	TA	1500	29.9	113.1
	480R	600	TA	1500	36.1	136.8
	500 ¹	625	TA	1500	36.1	136.8

PERHITUNGAN BERAT

Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	38.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	1.710	ton
3	Berat Lubricating Oil	3.600	ton
4	Berat Diesel Oil	2.700	ton
5	Berat Fresh Water	27.289	ton
6	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	4.000	ton
7	Berat Bahan Bakar untuk Genset	1.500	ton
Total		78.799	ton

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal	25.356	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	14.887	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	8.049	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal	14.364	ton
5	Berat Railing	0.071	ton
6	Tiang Penyangga	0.076	ton
7	Equipment & Outfitting	3.094	ton
8	Berat Atap Kapal	1.193	ton
9	Berat Kaca	0.752	ton
10	Berat Intboard Motor	27.810	ton
11	Generator Set (Genset)	8.654	ton
Total		104.306	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	78.799	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	104.306	ton
Total		183.105	ton

PENGECEKAN DISPLACEMENT DAN FREEBOARD

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH		CHECK DISPLACEMENT
[kg]	LCG [m]	VCG [m]	[kg]	LCB [m]	VCB [m]	[kg]	%	OK
183104.87	-1.492	2.615	190000.0	-0.972	0.8799	6895.125	3.63%	

Perhitungan Freeboard menggunakan International Convention of Load Lines (ICLL) 1966

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	1.656	m
Lambung Timbul Sebenarnya	2.4	m
Kondisi	Diterima	

PERHITUNGAN STABILITAS

LOADCASE TANGKI 100%

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ	10,0	deg	15,9	Pass	+59,09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	93,2615	Pass	+2859,46
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	125,2019	Pass	+2327,99
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	31,9404	Pass	+1758,19
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	3,442	Pass	+1621,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	22,339	Pass	+14792,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	2,5	Pass	+74,56
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,5	Pass	+95,34

PERHITUNGAN STABILITAS

LOADCASE TANGKI 75%

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ	10,0	deg	15,9	Pass	+59,09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	92,5897	Pass	+2838,14
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	124,0047	Pass	+2304,78
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	31,4150	Pass	+1727,62
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	3,396	Pass	+1598,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	22,155	Pass	+14670,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	2,5	Pass	+74,52
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,5	Pass	+95,41

PERHITUNGAN STABILITAS

LOADCASE TANGKI 50%

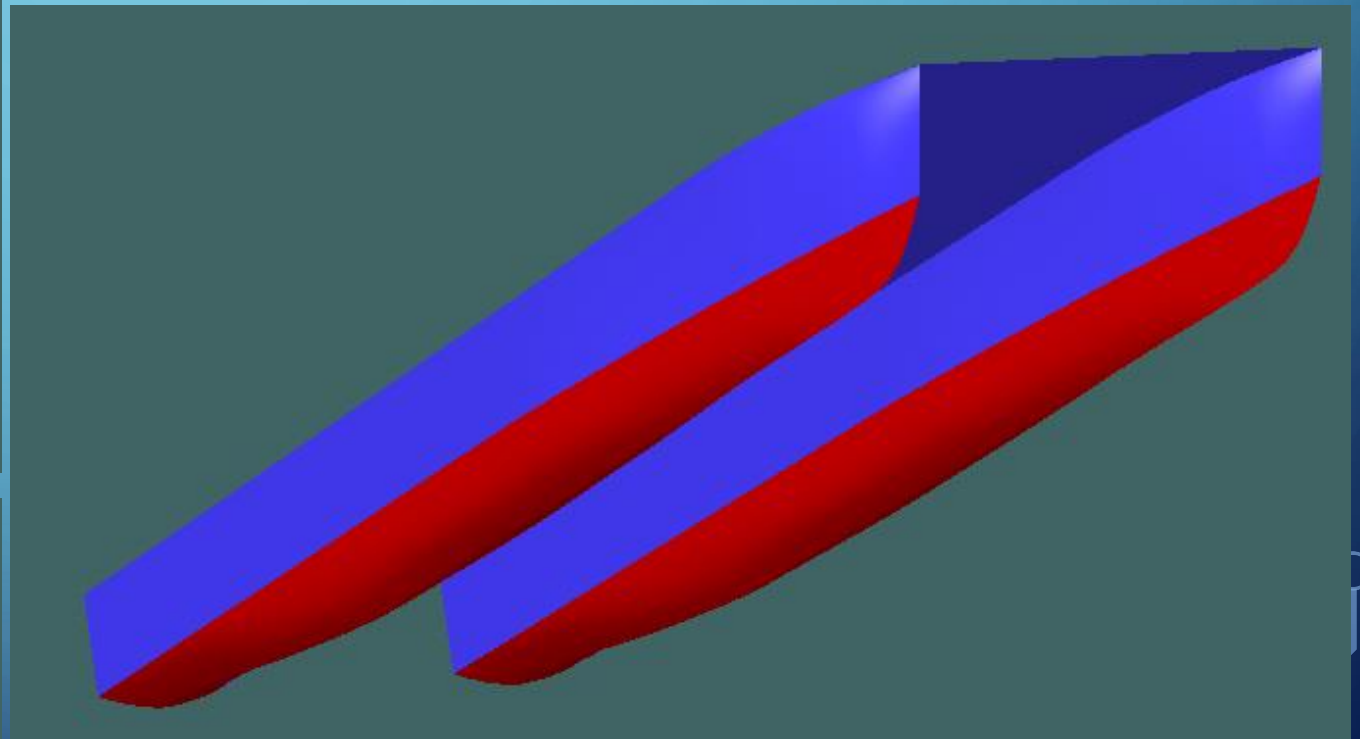
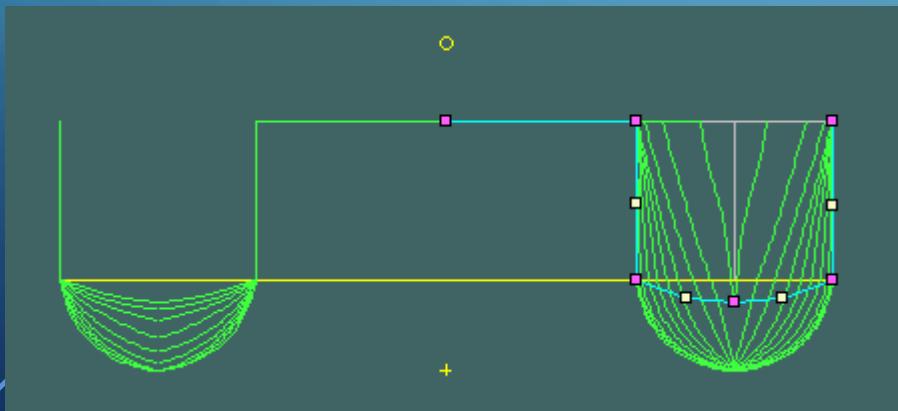
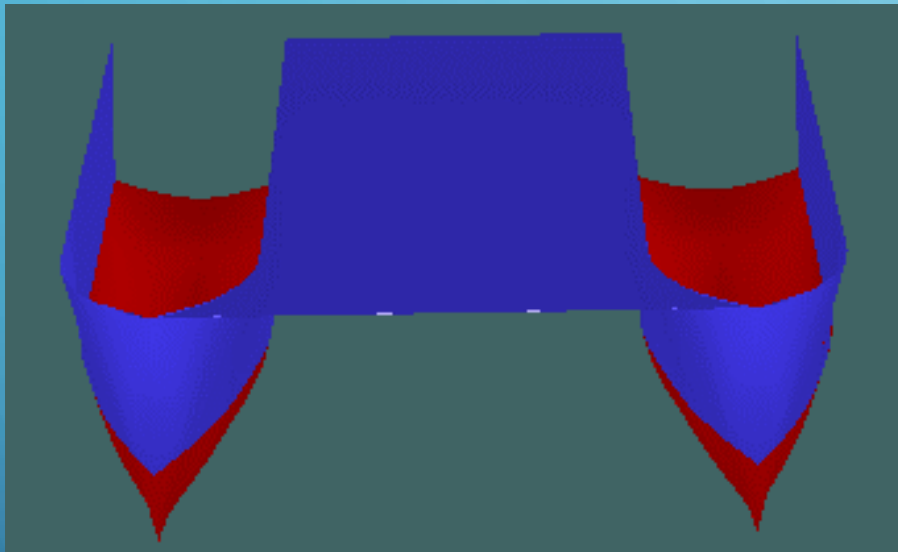
Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ	10,0	deg	15,9	Pass	+59,09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	92,3859	Pass	+2831,68
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	123,8690	Pass	+2302,15
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	31,4831	Pass	+1731,58
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	3,402	Pass	+1601,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	21,765	Pass	+14410,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	2,5	Pass	+74,65
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,5	Pass	+95,38

PERHITUNGAN STABILITAS

LOADCASE TANGKI 10%

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ	10,0	deg	15,5	Pass	+54,55
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	91,6043	Pass	+2806,87
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	122,1401	Pass	+2268,62
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	30,5358	Pass	+1676,47
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	3,318	Pass	+1559,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	21,827	Pass	+14451,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	2,6	Pass	+74,38
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,5	Pass	+94,97

DESAIN RENCANA GARIS MENGGUNAKAN BANTUAN SOFTWARE MAXSURF



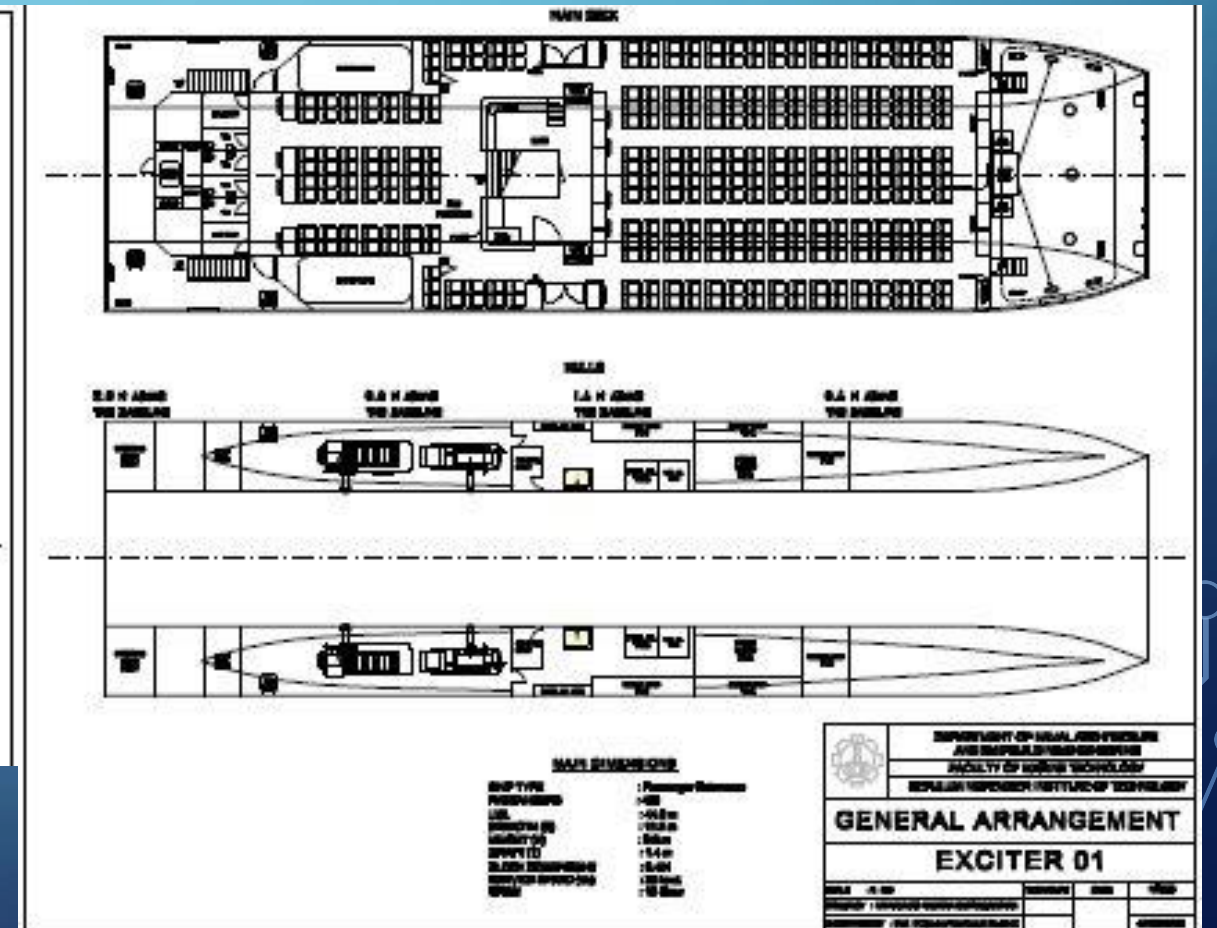
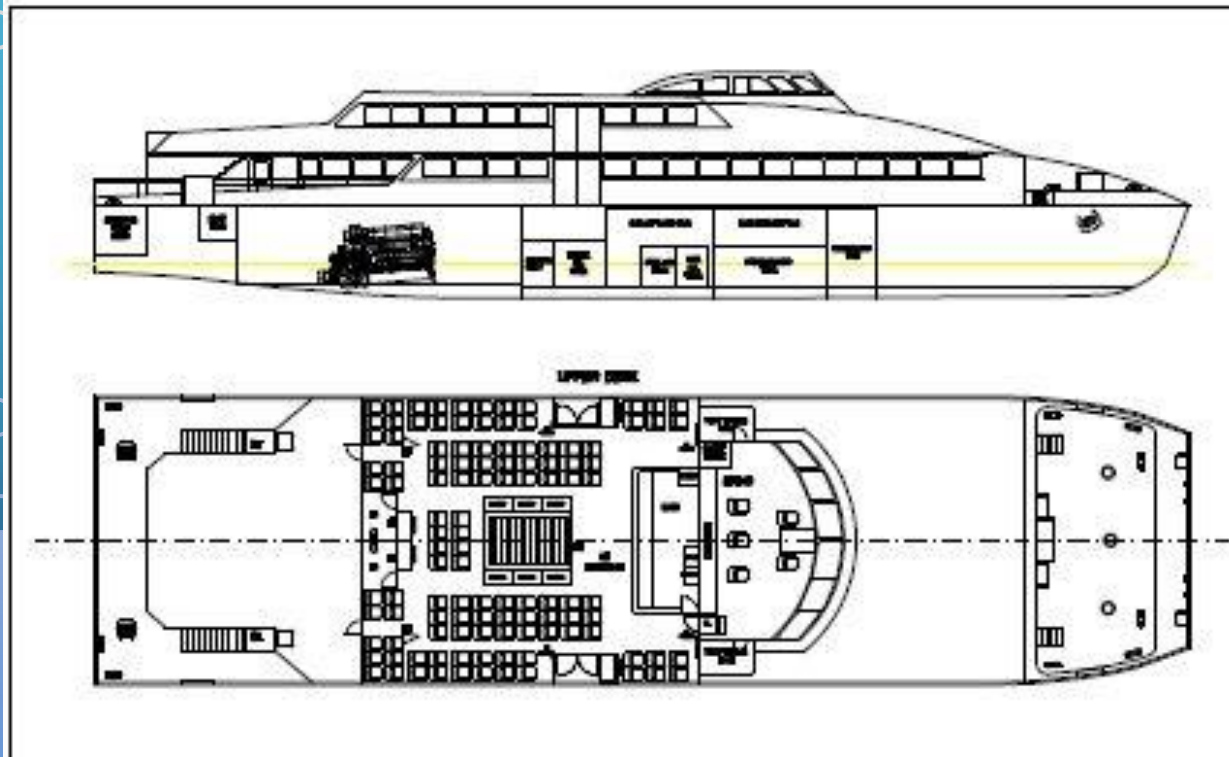
DESAIN RENCANA GARIS MENGUNAKAN BANTUAN SOFTWARE AUTOCAD 2007



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



DESAIN RENCANA UMUM MENGUNAKAN BANTUAN SOFTWARE AUTOCAD 2007



ANALISIS EKONOMI

Building Cost = Rp 23.382.716.518

Operational Cost = Rp 23.917.271.317 per tahun

= Rp 65.526.771 per hari



Perencanaan Trip			
Bulan	Trip per Hari	Jumlah Hari	Trip per Bulan
Januari	1	31	31
Februari	1	28	28
Maret	1	31	31
April	1	30	30
Mei	1	31	31
Juni	1	30	30
Juli	1	31	31
Agustus	1	31	31
September	1	30	30
Oktober	1	31	31
November	1	30	30
Desember	1	31	31
Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun			365

ANALISIS EKONOMI

Perencanaan Harga Tiket			
Rute	Jumlah Penumpang	Harga Tiket	Pendapatan
Boom - Benoa	400	Rp 130,000	Rp 52,000,000
Benoa- Boom	400	Rp 130,000	Rp 52,000,000
Total Pendapatan 1 hari (1 kali trip)			Rp 104,000,000

Revenue per trip = Rp 104.000.000
Revenue per hari = Rp 104.000.000
Revenue per tahun = Rp 37.960.000.000

ANALISIS EKONOMI

PERHITUNGAN NPV

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-23,382,716,517.78		-23,382,716,518	-23,382,716,518
1	37,960,000,000.00	-23,917,271,327	14,042,728,673	-9,339,987,845
2	37,960,000,000.00	-23,917,271,327	14,042,728,673	4,702,740,827
3	37,960,000,000.00	-23,917,271,327	14,042,728,673	18,745,469,500
4	37,960,000,000.00	-23,917,271,327	14,042,728,673	32,788,198,173
5	37,960,000,000.00	-23,917,271,327	14,042,728,673	46,830,926,845

Bunga Bank = 13.5%
NPV = Rp 25.973.551.254
IRR = 35%

Karena nilai NPV > 0, maka investasi proyek ini LAYAK dilakukan

KESIMPULAN

- Didapatkan ukuran utama kapal, yaitu :

Loa	=	44,9	m
Lwl	=	44,0	m
B	=	11,8	m
B ₁	=	3,0	m
H	=	3,8	m
T	=	0,491	m
S	=	8,8	m
V _s	=	28	knot
Crew	=	18	person
Passengers	=	400	person

- Rencana garis (lines plan) dan rencana umum (general arrangement) kapal penumpang katamaran
- Dari analisis ekonomi yang sudah dilakukan, maka didapatkan hasil antara lain sebagai berikut :

Harga pokok produksi	=	Rp 19.985.227.793,-
Harga jual kapal	=	Rp 23.382.716.518,-
Nilai NPV	=	Rp 25.973.551.254,-
IRR	=	35 %
Angsuran per tahun	=	Rp 5.091.586.522,-
Jumlah bunga total 5 tahun	=	Rp 10.259.166.872,-

SARAN

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan estimasi dan pendekatan, maka untuk menyempurnakan Tugas Akhir “Desain Kapal Penumpang Katamaran untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Benoa” ini terdapat beberapa saran sebagai berikut :

- Perhitungan berat konstruksi kapal untuk diperinci agar mendekati dengan keadaan sesungguhnya.
- Perlu adanya pendalaman materi mengenai desain kapal berbahan aluminium, karena didalam perkuliahan sebagian besar diajarkan desain kapal berbahan baja.
- Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal, terutama kapal berbahan aluminium.
- Perlu dilakukan perhitungan biaya pembangunan kapal yang lebih akurat, seperti biaya pekerja, material dan waktu pembangunan kapal.

The image features a blue gradient background with white circuit-like lines in the corners. The lines consist of straight segments and small circles, resembling a network or data flow diagram. The text 'TERIMA KASIH' is centered in a bold, white, sans-serif font.

TERIMA KASIH