

Desain Kapal Wisata Katamaran Untuk Kepulauan Karimunjawa

Oleh :

Wisnu Arianto

NRP: 4112100040

Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D



Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah



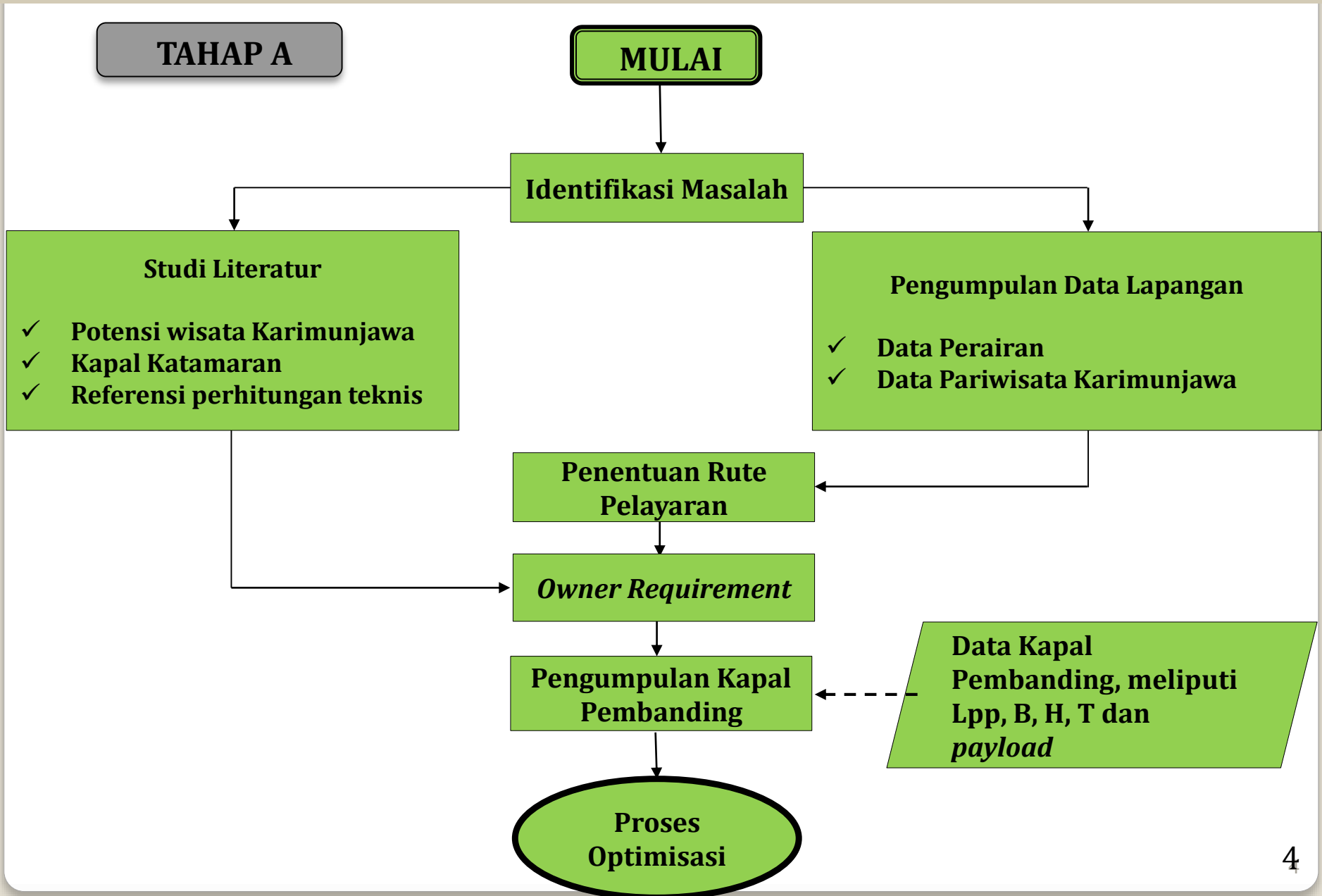
Mendapatkan rute yang sesuai bagi kapal katamaran pada destinasi wisata Kepulauan Karimunjawa.

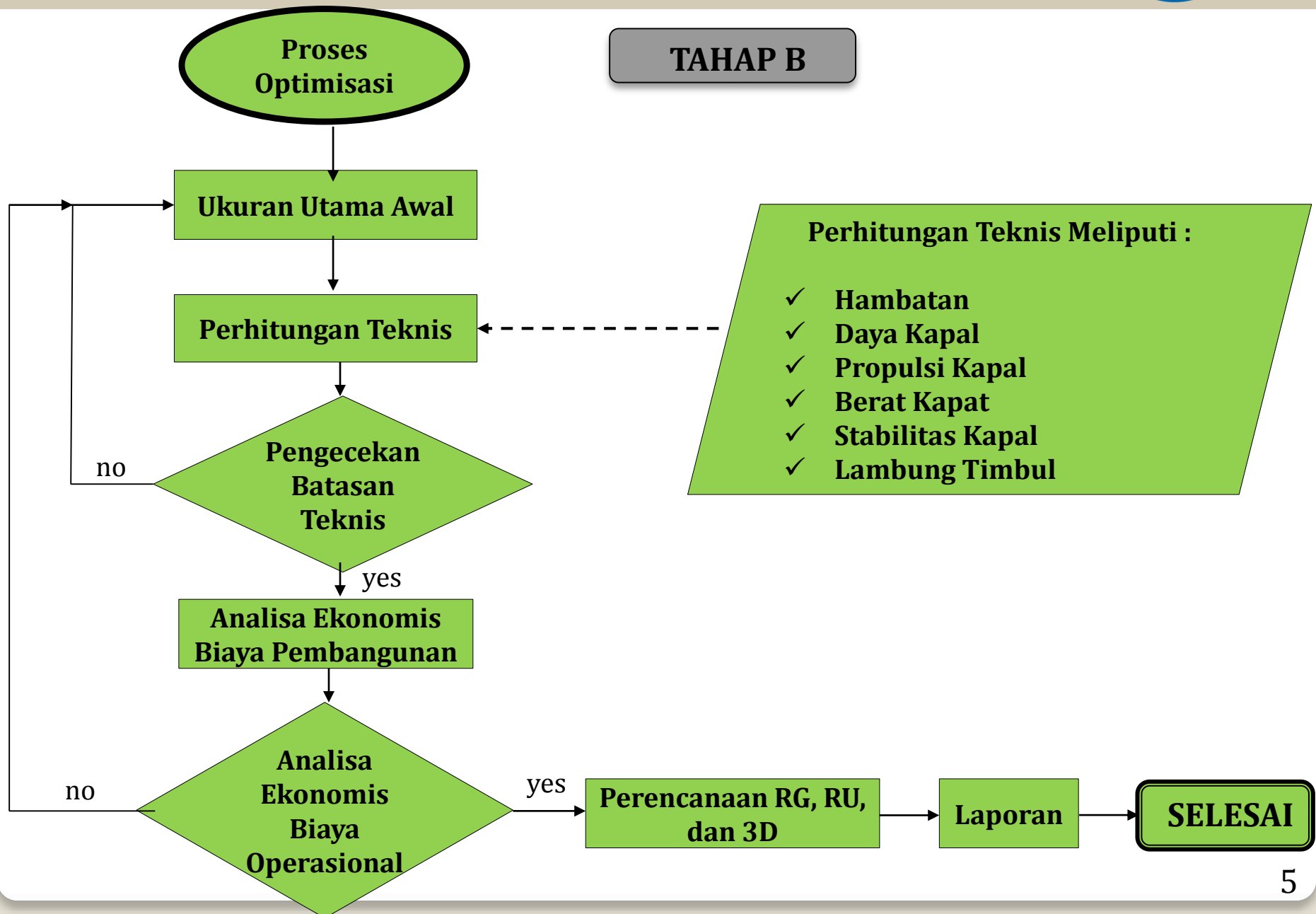
Mendesain kapal katamaran yang sesuai dengan karakteristik perairan di Kepulauan Karimunjawa, meliputi ukuran utama, *LinesPlan*, dan *General Arrangement*.

Memperoleh stabilitas kapal katamaran yang tinggi.

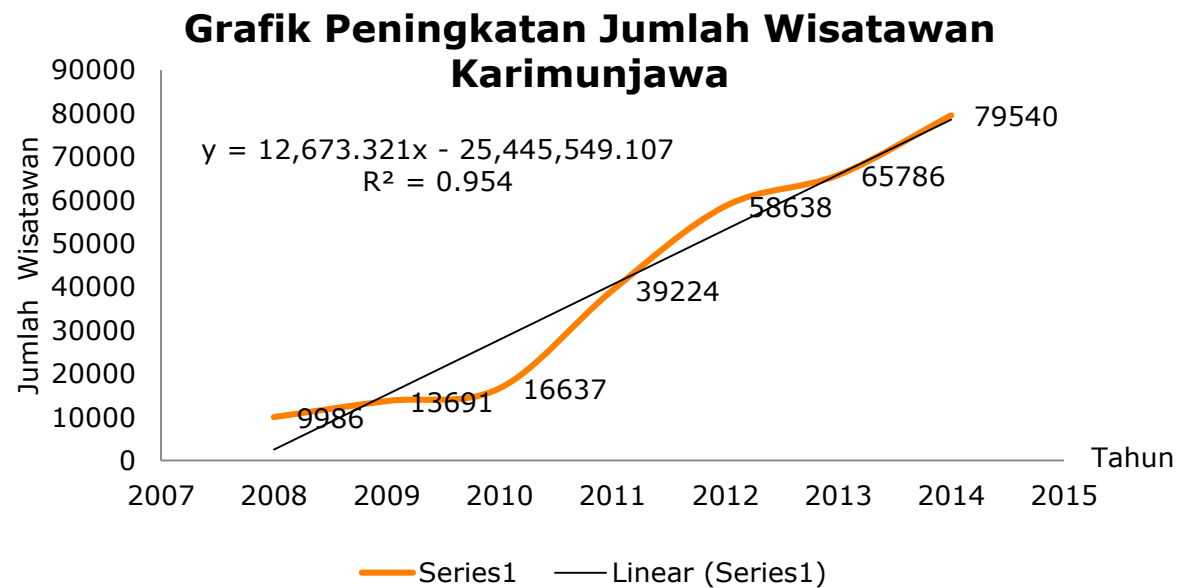
Mendapatkan kapasitas penumpang pada kapal katamaran yang direncanakan.

Memperoleh hasil analisis ekonomi dan kelayakan investasi pembangunan kapal wisata katamaran untuk Kepulauan Karimunjawa.





Tahun	Wisnus	Wisman	Jumlah	Pertumbuhan (%)
2008	7837	2149	9986	-
2009	13691	-	13691	37.1
2010	15070	1567	16637	21.5
2011	37208	2016	39224	135.8
2012	53633	5005	58638	49.5
2013	59169	6617	65786	12.2
2014	72097	7443	79540	21.1
Jumlah	258705	24797	283502	-



Tahun	Jumlah
2008	9986
2009	13691
2010	16637
2011	39224
2012	58638
2013	65786
2014	79540
2015	89054
2016	101337

Rumus Regresi

$$Y = 12673.321x - 25445549.107$$

Hasil dari perkiraan jumlah wisatawan kemudian akan di kalikan terlebih dahulu dengan faktor *error* sebesar 10%. Sehingga akan di peroleh jumlah wisatawan untuk tahun 2016 yang akan di jadikan patokan untuk menentukan jumlah penumpang dalam satu perjalanan wisata.

Jumlah Wisatawan :

$$\begin{aligned} &= 90\% \times 101337 = 91204 \text{ (tahun 2016)} \\ &= 7600 / \text{bulan} \\ &= 91204 / 365 = 125 \text{ wisatawan/hari} \end{aligned}$$

Sehingga, ditentukan *payload* kapal sebanyak **50 orang**

PEMILIHAN RUTE



Berangkat	Tujuan	Jarak (km)	Kecepatan dinas (knot)	Waktu Tempuh (menit)
Pelabuhan Karimunjawa	Pulau Menjangan Besar	2.292	12	7
Pulau Menjangan Besar	Pulau Menjangan Kecil	4.678	12	12
Pulau Menjangan Kecil	Pelabuhan Karimunjawa	4.586	12	12



1. Pulau Menjangan Besar

Karena terdapat penangkaran hiu dan juga terdapat beberapa biota laut yang di kembang biakkan di pulau ini, seperti kura kura, bintang laut, dan beberapa spesies ikan unik lainnya

2. Pulau Menjangan Kecil

Di spot ini terdapat banyak sekali ikan-ikan hias aneka warna, terumbu karang yang sangat indah dan salah satu spot *snorkeling* terbaik yang ada di karimunjawa

Kapal Pembanding Katamaran

No.	Nama Kapal	Displacement	Lwl (m)	B (m)	B1 (m)	H (m)	T (m)	Vs
1	BT B-405	20,413	13	7	1.65	2.5	1.2	16.4
2	BT F-403	20,491	13	7	1.59	2.5	1.25	19
3	BT F-411	20,362	13	7	1.58	2.5	1.25	20.6
4	BT A-402	19,922	12.8	6.7	1.57	2.4	1.25	14.9
5	BT A-307	19,820	12.8	6.7	1.56	2.4	0.945	13.4
6	BT B-310	19,784	11.6	6.63	1.87	2.4	1.15	16.3
7	BT A-405	19,235	11.6	6.63	1.83	2.4	0.894	14.6
8	BT R-401	25,058	17.63	10.21	1.74	2.6	0.83	16
9	BT Y-402	24,684	11.97	7.25	2.15	2.5	1.21	17.2
10	BT R-402	25,629	12.61	7.5	2.12	2.6	1.21	16.5
Min :		19,235	11.60	6.63	1.56	2.40	0.83	13.40
Max :		25,629	17.63	10.21	2.15	2.60	1.25	20.60

UKURAN UTAMA AWAL

L = 17.5 m
B = 10.2 m
H = 2.65 m
T = 0.891 m
B1 = 1.742 m

Batasan perbandingan ukuran utama kapal

	Unit	Symbol	Min	Value	Max
L/B_1	-	-	5.9	10.6	11.1
L/H	-	-	5.9	7.23	11.1
B/H	-	-	0.7	3.968	4.1
S/L	-	-	0.19	0.36	0.51
S/B_1	-	-	0.9	3.818	4.1
B_1/T	-	-	0.9	2.049	3.1
B_1/B	-	-	0.17	0.172	0.3
CB	-	-	0.36	0.371	0.59

Batasan kapasitas kapal sesuai Hukum Archimedes

	Unit	Symbol	Min	Value	Max
Displacement = $2 * L * B * T * \rho$	kg	Δ		20000	
DWT	kg			4904	
LWT	kg			14461	
Displacement = DWT + LWT	kg	Δ		19365	
Selisih Displacement	%		0	3.28	5

Batasan-batasan stabilitas dan lambung timbul (*freeboard*) kapal

Perhitungan stabilitas	MG pada sudut oleng 0	m	0.15	26.916
	Ls pada sudut oleng 0-30	m	0.2	3.945
	Ld pada 30	m.rad	0.055	4.0504
	Ld pada 40	m.rad	0.09	4.7095
	Ld pada 30-40	m.rad	0.03	0.7689
Freeboard	fs (Freeboard)	cm	87.191	164.0087

Ukuran Utama Hasil Optimisasi

Hasil Optimisasi		
Lwl	17.02	m
B	9.92	m
B1	1.705	m
H	2.5	m
T	0.832	m
VS	15	Knot
S (lebar antar lambung)	6.51	m

$$L/B_1 = 10.60 ; \text{Insel \& Molland (1992)} \rightarrow 5.9 < L/B_1 < 11.1$$

$$L/H = 7.23 ; \text{Insel \& Molland (1992)} \rightarrow 5.9 < L/B_1 < 11.1$$

$$B/H = 3.968 ; \text{Insel \& Molland (1992)} \rightarrow 0.7 < B/H < 4.1$$

$$S/L = 0.360 ; \text{Insel \& Molland (1992)} \rightarrow 0.19 < S/L < 0.51$$

$$S/B_1 = 3.818 ; \text{Insel \& Molland (1992)} \rightarrow 0.9 < S/B < 4.1$$

$$B_1/T = 2.049 ; \text{Insel \& Molland (1992)} \rightarrow 0.9 < B/T < 3.1$$

$$B_1/B = 0.172 ; \text{Multi Hull Ships, hal. 61} \rightarrow 0.15 < B_1/B < 0.3$$

$$CB = 0.381 ; \text{Multi Hull Ships, hal. 61} \rightarrow 0.36 < CB < 0.59$$

Faktor	Nilai	Satuan	Formula
Displacement (Δ)	20.000	ton	Diperoleh dari model di <i>maxsurf</i>
Vol Displacement (∇_t)	19.512	m ³	Δ/ρ
C_B	0.381		$\nabla / (L.B_1.T)$
F_n	0.5795		$V_s/v(g.L_{pp})$
C_M	0.478		$A_M/(T.B_M)$
C_P	0.754		$\nabla / (A_S.L_{WL})$
C_{WP}	0.380		$A_{WP}/(B_{WL}.L_{WL})$

Dimana

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

ρ = massa jenis fluida = 1025 kg/m³
 WSA = luas permukaan basah
 V = kecepatan kapal = 7.716 m/s
 C_{tot} = koefisien hambatan total

Dimana

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

$(1+\beta k)$ = Catamaran Viscous Resistance Interference
 C_f = Viscous Resistance
 τ = Catamaran Wave Resistance Interference
 C_w = Wave Resistance

$$R_T = 18,103 \text{ KN}$$

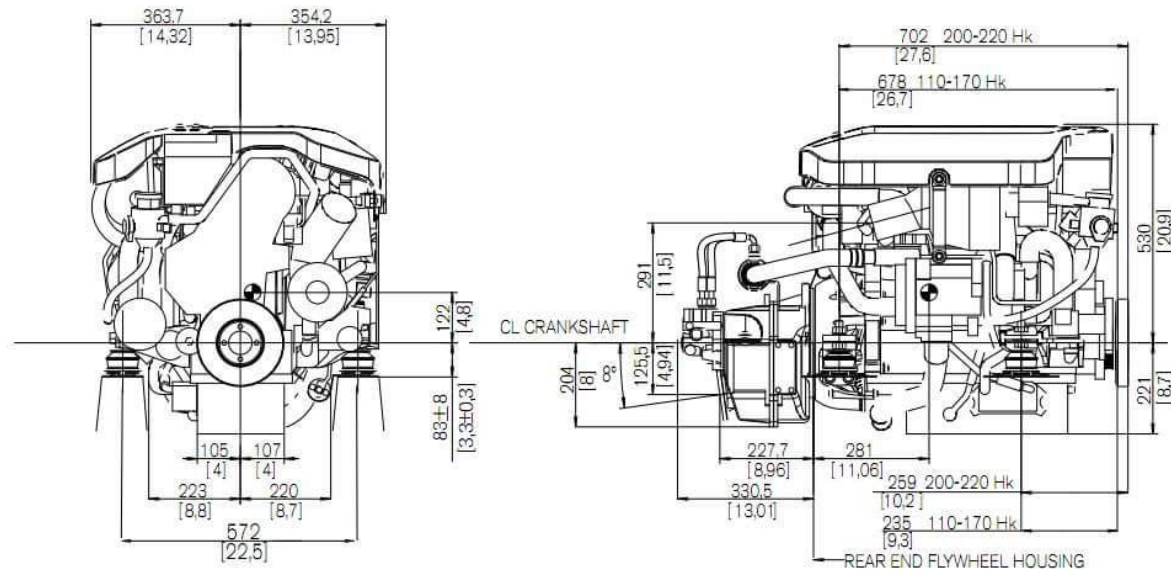
$$BHP = 287,076 \text{ KW} = 390,31 \text{ HP}$$

Technical Data

	D3-170 I	D3-200 I	D3-220 I
Engine designation	D3-170 I	D3-200 I	D3-220 I
Crankshaft power, kW (hp)	125 (170)	147 (200)	162 (220)
Propeller shaft power, kW (hp)	121 (165)	143 (194)	157 (213)
Engine speed, rpm	4000	4000	4000
Displacement, l (in ³)	2.4 (146)	2.4 (146)	2.4 (146)
Number of cylinders	5	5	5
Bore/stroke, mm (in.)	81/93.2 (3.19/3.67)	81/93.2 (3.19/3.67)	81/93.2 (3.19/3.67)
Compression ratio	16.5:1	16.5:1	16.5:1
Dry weight with HS45AE, kg (lb)	301 (664)	301 (664)	301 (664)
Dry weight with HS63IVE, kg (lb)	335 (739)	335 (739)	335 (739)

Dimensions D3-170,200, 220/HS45AE

Not for installation



PERHITUNGAN BERAT

Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	4.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	0.320	ton
3	Berat Bahan Bakar untuk Genset	0.584	ton
Total		4.904	ton

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal	6.267	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	3.719	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	1.997	ton
4	Berat Railing	0.097	ton
5	Tiang Penyangga	0.025	ton
6	Equipment & Outfitting	0.505	ton
7	Berat Atap Kapal	0.188	ton
8	Berat Kaca Polycarbonate	0.282	ton
9	Berat Intboard Motor	0.602	ton
10	Generator Set (Genset)	0.778	ton
Total		14.461	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	4.904	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	14.461	ton
Total		19.365	ton

PENGECEKAN DISPLACEMENT & FREEBOARD

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH		CHECK DISPLACEMENT
[kg]	LCG [m]	VCG [m]	[kg]	LCB [m]	VCB [m]			OK
19365.12	-1.404	1.655	20000.0	-3.265	0.5978	634.883	3.17%	

Panjang kapal wisata katamaran < 24 m.

Perhitungan Lambung Timbul Menggunakan aturan NCVS

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.41	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1.668	m
Kondisi	Diterima	

Pada Kondisi Loadcase 1 : Muatan Tangki 50%

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	103,5748	Pass	+3186,73
3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	142,2344	Pass	+2658,30
3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	38,6596	Pass	+2149,09
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	3,981	Pass	+1890,50
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	15,0	deg	15,5	Pass	+1,82
3.1.2.4: Initial GMt	0,350	m	26,628	Pass	+7508,00
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,0	Pass	+100,00

Pada Kondisi Loadcase 2 : Muatan Tangki 100%

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	101,4793	Pass	+3120,24
3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	140,6513	Pass	+2627,60
3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	39,1720	Pass	+2178,90
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	4,028	Pass	+1914,00
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	15,0	deg	17,3	Pass	+2,459
3.1.2.4: Initial GMt	0,350	m	23,858	Pass	+6716,57
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,0	Pass	+100,00

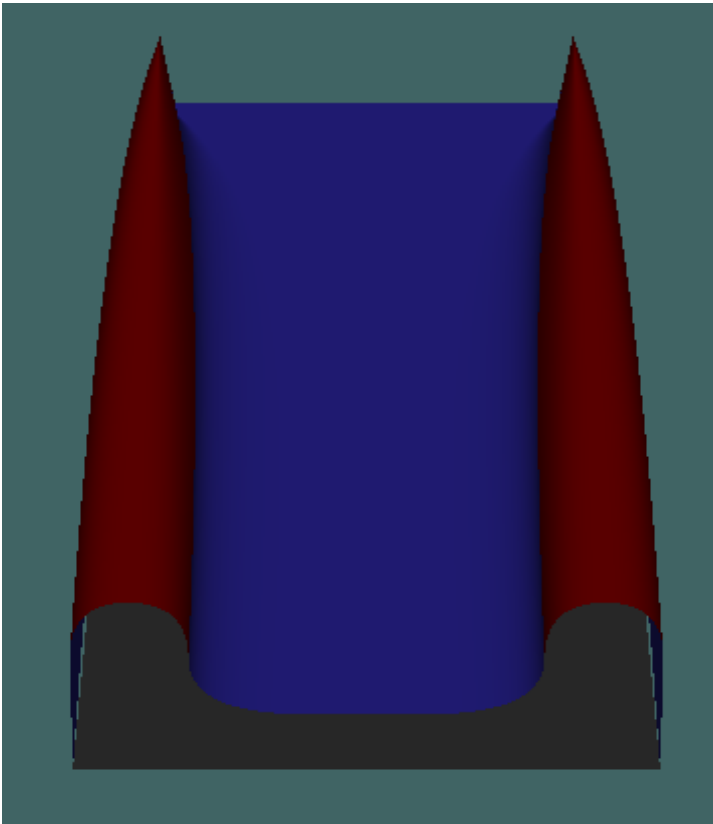
Pada Kondisi Loadcase 3 : Muatan Tangki 75%

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	102,0865	Pass	+3139,51
3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	140,6646	Pass	+2627,85
3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	38,5780	Pass	+2144,34
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	3,975	Pass	+1887,50
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	15,5	Fail	-38,18
3.1.2.4: Initial GMt	0,350	m	25,094	Pass	+7069,71
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,0	Pass	+100,00

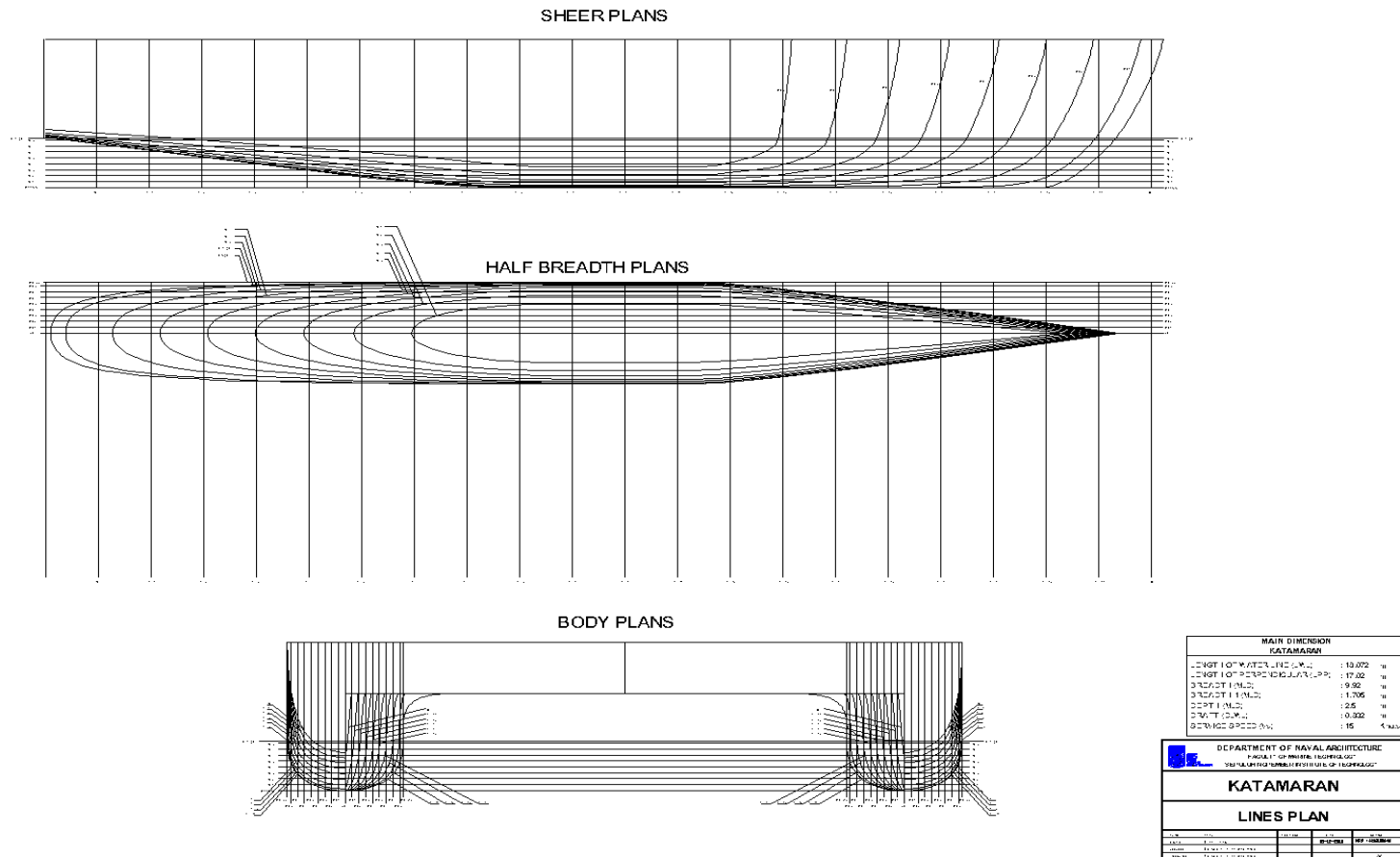
Pada Kondisi Loadcase 4 : Muatan Tangki 10%

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	105,2669	Pass	+3240,43
3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	143,8207	Pass	+2689,06
3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	38,5537	Pass	+2142,93
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	3,971	Pass	+1885,50
3.1.2.3: Angle of maximum GZ	15,0	deg	15,5	Pass	+1,82
3.1.2.4: Initial GMt	0,350	m	29,557	Pass	+8344,86
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,0	Pass	+100,00

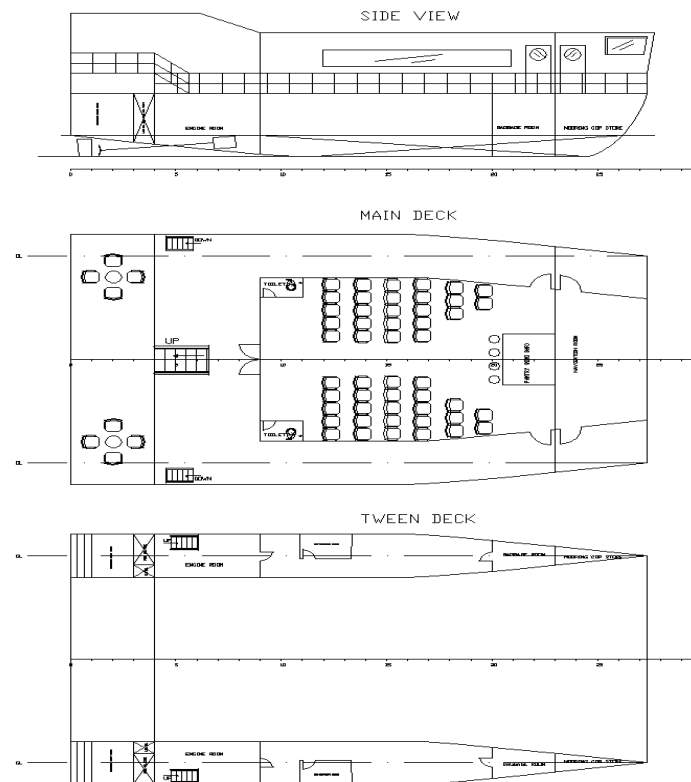
Desain Rencana Garis Menggunakan Bantuan *Software Maxsurf*



Desain Rencana Garis Menggunakan Bantuan *Software Autocad*.



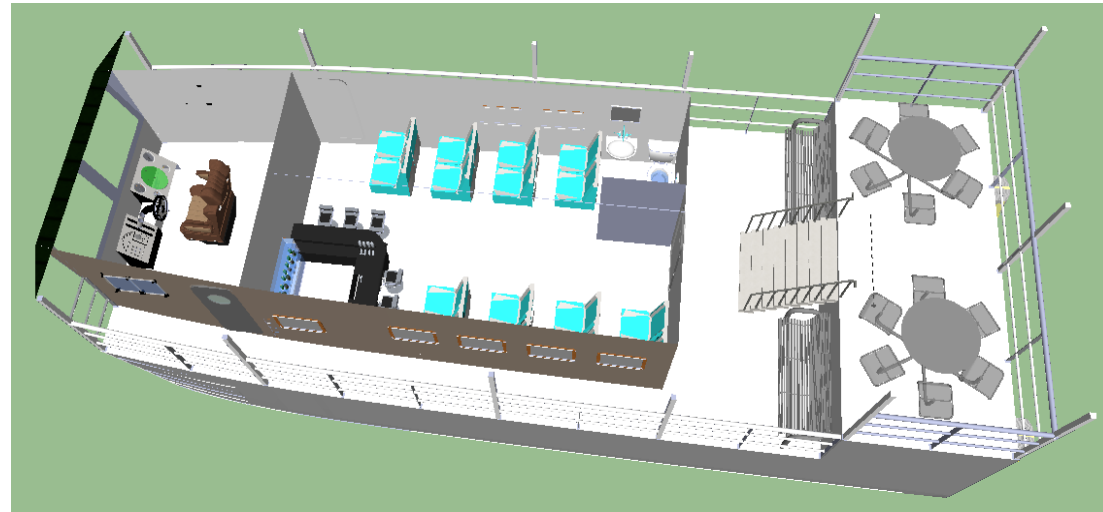
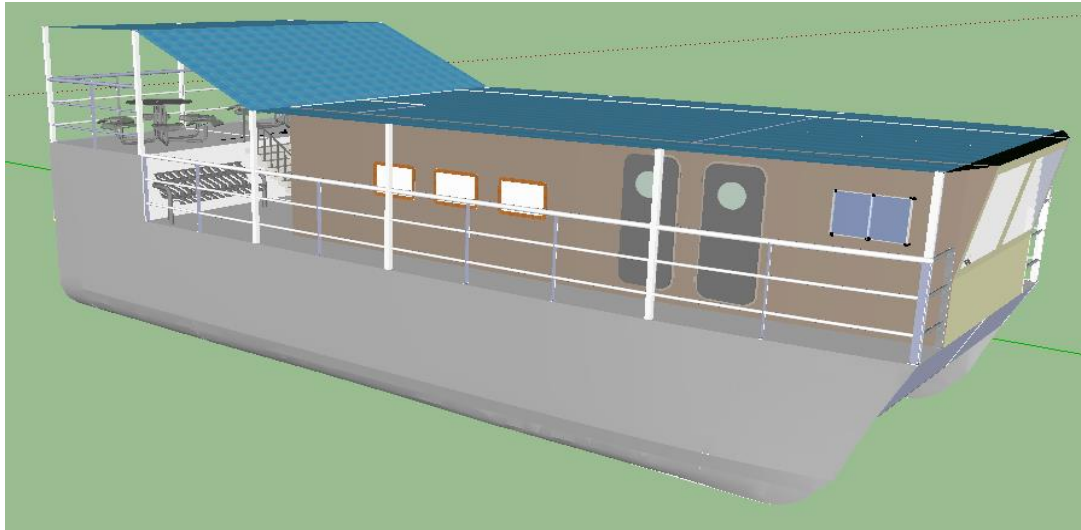
PEMBUATAN RENCANA UMUM



MAIN DIMENSION	
KATAMARAN	
LENGTH (O.W.L.) (M)	13.072
LENGTH (O.W.L.) (M)	17.02
WIDTH (M)	1.90
WIDTH (M)	1.706
WIDTH (M)	1.25
WIDTH (M)	0.932
WIDTH (M)	1.15

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE	
FACULTY OF ENGINEERING	
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	
KATAMARAN	
GENERAL ARRANGEMENT	
DATE	2020/10/20
BY	2020/10/20
REV	2020/10/20

GAMBAR 3 DIMENSI



Building Cost	Rp	2,852,613,709	
Operational Cost	Rp	1,823,220,226	per tahun
	Rp	4,995,124	per hari

Perencanaan Trip

Bulan	Trip per Hari	Jumlah Hari	Trip per Bulan
Oktober	2	27	54
November	2	26	52
Desember	2	27	54
Januari	2	27	54
Februari	2	25	50
Maret	2	27	54
April	2	26	52
Mei	2	27	54
Juni	2	26	52
Juli	2	27	54
Agustus	2	27	54
September	2	26	52
Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun			636

Perencanaan Harga Tiket 1 Kali Trip

Rute	Jumlah Penumpang	Harga Tiket	Pendapatan
Paket Karimun Jawa	50	Rp 75,000	Rp 3,750,000
Total Pendapatan 1 kali Trip			Rp 3,750,000
Total Pendapatan 1 hari (2 kali Trip)			Rp 7,500,000

Revenue per trip	Rp	3,750,000
Revenue per hari	Rp	7,500,000
Revenue per tahun	Rp	4,770,000,000

Perhitungan NPV

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-2,852,613,709.35		-2,852,613,709	-2,852,613,709
1	4,770,000,000.00	-1,823,220,226	2,946,779,774	94,166,065
2	4,770,000,000.00	-1,823,220,226	2,946,779,774	3,040,945,839
3	4,770,000,000.00	-1,823,220,226	2,946,779,774	5,987,725,613
4	4,770,000,000.00	-1,823,220,226	2,946,779,774	8,934,505,387

Bunga Bank = **10%**

NPV = Rp 9,406,567,688

IRR = 80%

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

- Didapatkan ukuran utama optimal kapal, yaitu :

Loa	=	18,072	m
Lwl	=	12,02	m
B	=	9,92	m
B ₁	=	1,705	m
H	=	2,5	m
T	=	0,832	m
S	=	6,51	m
Vs	=	15	knot
Vs dinas	=	12	knot
Crew	=	4	person
Passangers	=	50	person

- Didapatkan Rencana garis dan rencana umum yang sesuai dengan karakteristik perairan Karimunjawa

- Dari analisi ekonomi yang sudah dilakukan, maka didapatkan hasil antara lain sebagai berikut :

Harga pokok produksi	=	Rp 2.438.131.375,52
Harga jual kapal	=	Rp 2.852.613.709,35
Nilai NPV	=	Rp 9,406,567,688
IRR	=	80 %
BEP	=	0,737 tahun
Angsuran per tahun	=	Rp 713.866.581,-
Jumlah bunga total 4 tahun	=	Rp 1.001.267.411,98

- Perhitungan berat konstruksi agar dilakukan dengan lebih terperinci agar hasil yang didapatkan lebih akurat dan mendekati keadaan yang sebenarnya.
- Perlu adanya perbandingan kapal ini dengan jenis kapal yang sama, ukuran utama kapal yang sama, tetapi dengan bahan lambung (badan konstruksi) yang berbeda, semisal fiber atau aluminium.
- Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal.
- Perlu dilakukan perhitungan mengenai kelistrikan yang lebih terperinci untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
- Perlu dilakukan perhitungan biaya pembangunan kapal yang lebih akurat, seperti biaya tenaga kerja dan material yang digunakan dan waktu yang di butuhkan untuk menyelesaikan.

Terima Kasih