

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan DWT dan LWT Kapal ukuran LOD 30 m

A. Berat Bahan Bakar Mesin Induk (W_{FO})

$$W_{FO} = [(Pb_{ME} \times b_{ME})] \times \frac{S}{V_s} \times 10^{-6} \times (1,3 \sim 1,5)$$

Dimana : $Pb_{ME} = M/E = 140 \text{ kW}$

$b_{ME} = \text{Koefisien pemakaian BBM} = 230 \text{ g/kWh}$

$S = \text{Radius Pelayaran} = 323 \text{ mil laut}$

$V_s = 9 \text{ knots}$

$(1,3 \sim 1,5) = \text{nilai koefisien diambil } 1,5$

Maka :

$$\begin{aligned} W_{FO} &= [(140 \times 230)] \times \frac{323}{9} \times 10^{-6} \times 1,5 \\ &= 1,733 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga **$W_{FO} = 1,733 \text{ Ton}$**

B. Berat Bahan Bakar Mesin Bantu (W_{FB})

$$W_{fb} = (0,1 - 0,2) W_{fo}$$

Dimana : $W_{fb} = 1,733 \text{ Ton}$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } W_{fb} &= 0,2 \times W_{fo} \\ &= 0,2 \times 1,733 \text{ Ton} \\ &= 0,69 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Dimana kapal ini akan banyak menggunakan mesin bantunya maka total dari perhitungan ini ditambah 2x sehingga total didapatkan sebesar 1,381 Ton.

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga **$W_{DO} = 1,381 \text{ Ton}$**

C. Berat Minyak Pelumas (*Weight Of Lubricating Oil* (W_{LO}))

$$W_{LO} = [(Pb_{ME} \times b_{LO})] \times \frac{S}{V_s} \times 10^{-6} \times (1,3 \sim 1,5)$$

Dimana : $B_{LO} = 1,2 - 1,6$

Maka :

$$\begin{aligned} W_{LO} &= [324 \times 1,4] \times \frac{323}{9} \times 10^{-6} \times (1,3) \\ &= 0,021 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga **$W_{LO} = 0,021 \text{ Ton}$**

D. Berat Air Bersih dan tawar (*Weight Of Fresh Water* (W_{FW}))

Dimana :

- Jumlah penumpang dan ABK $Z = 26$ Orang
- *Drinking Water* $DW = 10$ -20 kg/org/hari
- *Washing water + Bathing Room* $WW + BR = 70$ kg/org/hari
- *Boiler Feed Water* $BFW = 0,14$ kg/kWh
- *Addition For Tank Volume* $Add = 3\% - 4\%$

$$\begin{aligned}
 W_{FW} &= [(DW + (WW + BR)) \times Z] + ((Pb_{ME} + Pb_{AE}) \times 24) \times \frac{7800}{18} \times \frac{1}{24} + Add \\
 &= [(20 + 70) \times 26] + (0,14 \times (324 + 24) \times 24) \times \frac{323}{9} \times \frac{1}{24} + 4\% \\
 &= 5247,673 \text{ kg} + 209,906 \text{ kg} \\
 &= 5457,580 \text{ kg} \\
 &= 5,457 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $W_{FW} = 5,457 \text{ Ton}$

E. Berat Awak Kapal, Penumpang Dan Barang Bawaan (*Weight Of Person and Luggage* (W_{P+L}))

$$W_{P+L} = Z \times (P + L_{total})$$

- Dimana :
- $P =$ Berat rata-rata Penumpang dan ABK 80 kg/orang
 - $L1 =$ Berat barang bawaan ABK 30 kg/ orang
 - $L2 =$ Berat barang bawaan Penumpang 20 kg/ orang
 - $Z =$ Jumlah Penumpang dan ABK = 26 Orang
(Penumpang = 14 orang)
(Awak = 12 orang)

Maka :

$$\begin{aligned}
 W_{P+L} &= 26 \times (80 + 50) \\
 &= 3380 \text{ kg} \\
 &= 3,38 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas ditetapkan harga $W_{P+L} = 3,38 \text{ Ton}$

F. Berat Makanan (*Weight Of Provision* (W_{PROV}))

$$W_{PROV} = C_p \times Z \times \frac{S}{V_s} \times \frac{1}{24}$$

Dimana : $C_p = 2 - 6 \text{ kg/org/hari}$
 $Z = 26 \text{ Orang}$

Maka :

$$\begin{aligned}W_{\text{PROV}} &= 3 \times 26 \times \frac{323}{9} \times \frac{1}{24} \\&= 116,638 \text{ kg} \\&= 0,116 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga **$W_{\text{PROV}} = 0,116 \text{ Ton}$**

TOTAL BERAT DEAD WEIGHT TONNAGE SHIP (DWT)

7)	Berat Bahan Bakar mesin utama (W_{FO})	= 3,453	Ton
8)	Berat Bahan Bakar mesin bantu (W_{do})	= 1,381	Ton
9)	Berat Minyak Pelumas (W_{LO})	= 0,021	Ton
10)	Berat Air Bersih dan Tawar (W_{FW})	= 5,457	Ton
11)	Berat Awak Kapal dan Barang ($W_{\text{p+l}}$)	= 3,38	Ton
12)	Berat Makanan (W_{PROV})	= 0,116	Ton

+

TOTAL PERHITUNGAN DWT = 13,808 Ton

G. Light Weight Ton (LWT)

Dari estimasi *Displacement* dengan rumus $P \times L \times T \times C_b \times 1,025$, maka berat LWT bisa diketahui dengan mengurangi DWT sehingga besar LWT adalah

$$\begin{aligned}\text{LWT} &= \text{Displacement} - \text{DWT} \\&= 342,2 - 13,808 \\&= 328,392 \text{ ton}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka didapatkan **$\text{LWT} = 328,392 \text{ ton}$**

H. Berat Pemesinan Kapal (WME)

Untuk menentukan berat permesinan kapal rancangan ini digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku D. G. M. Watson dengan judul *Practical Ship Design* halaman 110, yaitu :

$$W_{\text{ME}} = K \times (\text{MCR})^{0,7}$$

Dimana : W_{ME} = Berat permesinan kapal

$$K = 0,83 \quad \text{untuk kapal penumpang}$$

MCR = *Maximum Countinus Rating* kapal rancangan (kW)

$$= 140 \text{ kW}$$

$$\text{Maka : } W_{ME} = 0,83 \times (140)^{0,7}$$

$$= 26,385 \text{ ton}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan **$W_{ME} = 26,385 \text{ ton}$**

I. Berat Perkayuan dan *Outfitting* Kapal (WWO)

Untuk menentukan berat perkayuan dan *outfitting* kapal rancangan ini digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku H. Scneekluth and V. Betram dalam judul *Ship Design for Efficiency in Economy* dalam *second edition* halaman 167, yaitu :

$$W_{WO} = K \times L \times B$$

Dimana : W_{WO} = Berat perkayuan dan *outfitting* kapal

$$K = 0,039 \text{ ton/m}^3 \quad \text{untuk kapal penumpang}$$

$$L = \text{Panjang kapal rancangan} = 30 \text{ m}$$

$$B = \text{Lebar kapal rancangan} = 8 \text{ m}$$

$$\text{Maka: } W_{WO} = 0,039 \times 30 \times 8$$

$$= 9,36 \text{ ton}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan **$W_{wo} = 9,36 \text{ ton}$**

J. Berat Kapal

Maka dari perhitungan-perhitungan diatas didapatkan berat kapal dengan mengurangi LWT dimana dijelaskan sebagai berikut:

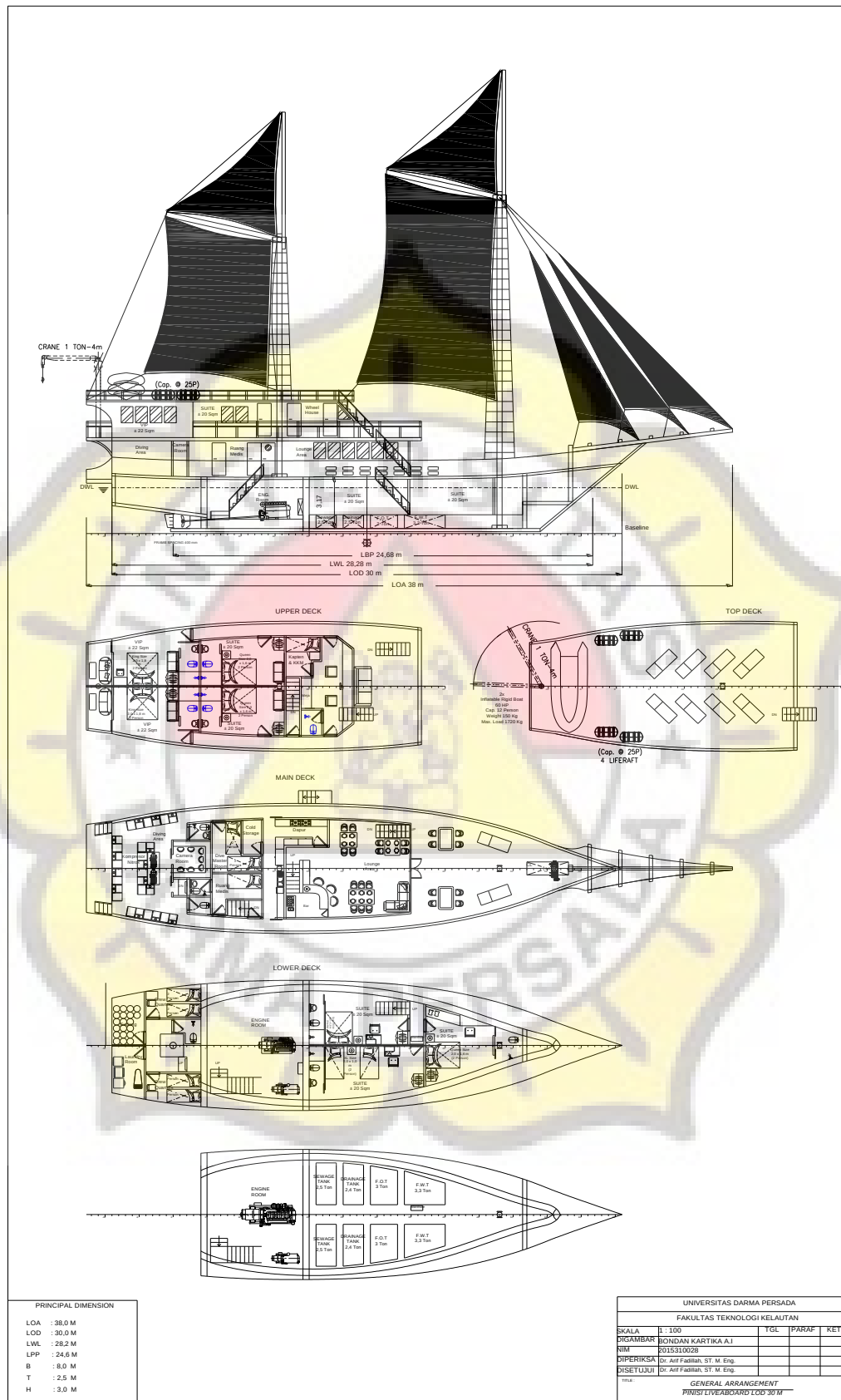
$$W_{Kapal} = LWT - WME - WWO$$

$$= 328,392 - 26,385 - 9,36$$

$$= 292,647 \text{ ton}$$

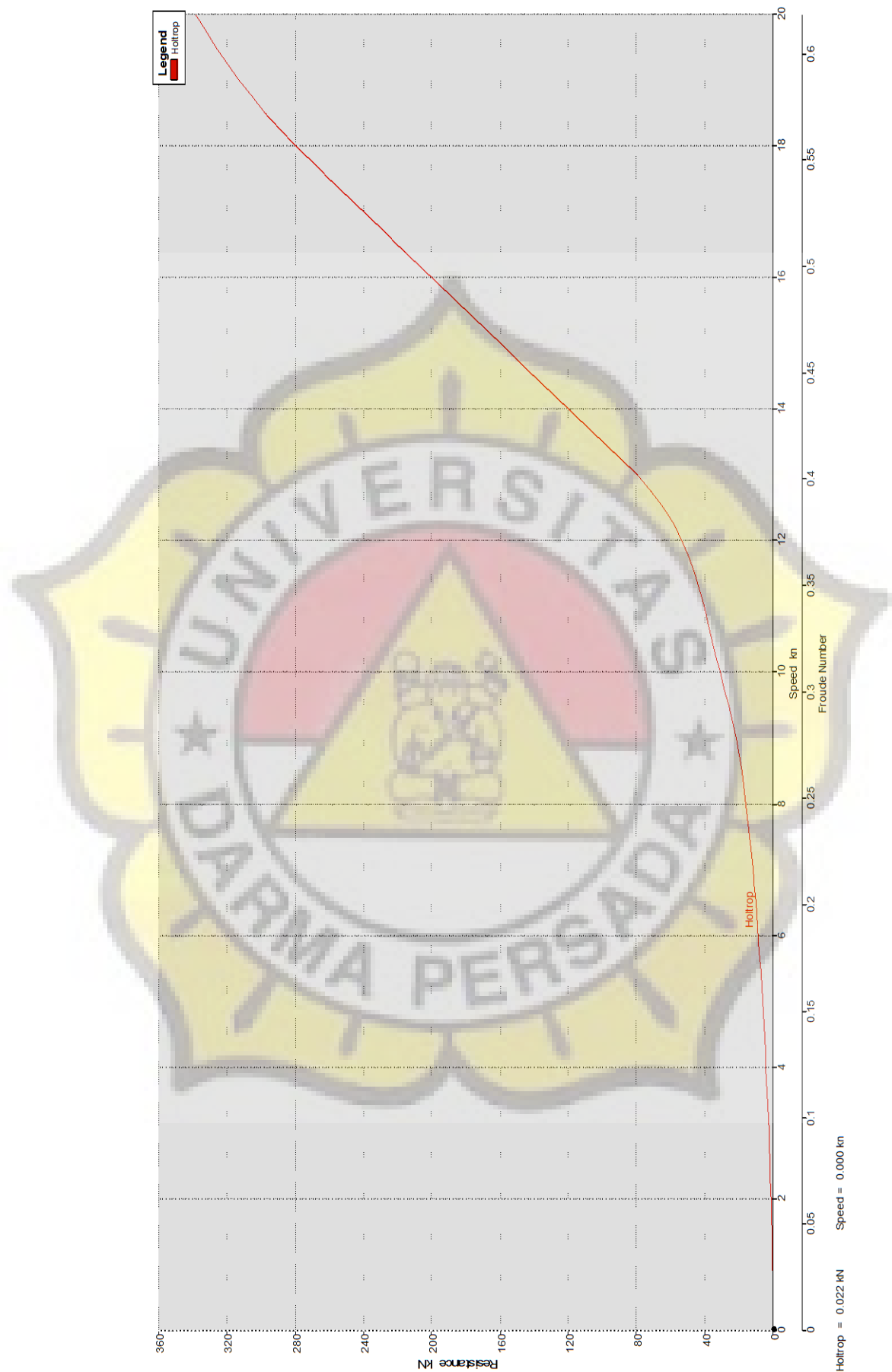
Maka berat kapal didapatkan sebesar **$W_{Kapal} = 292,647 \text{ ton}$**

Lampiran 2 General Arrangement Kapal ukuran LOD 30 m



Lampiran 3 Hitungan Tahanan Kapal ukuran LOD 30 m

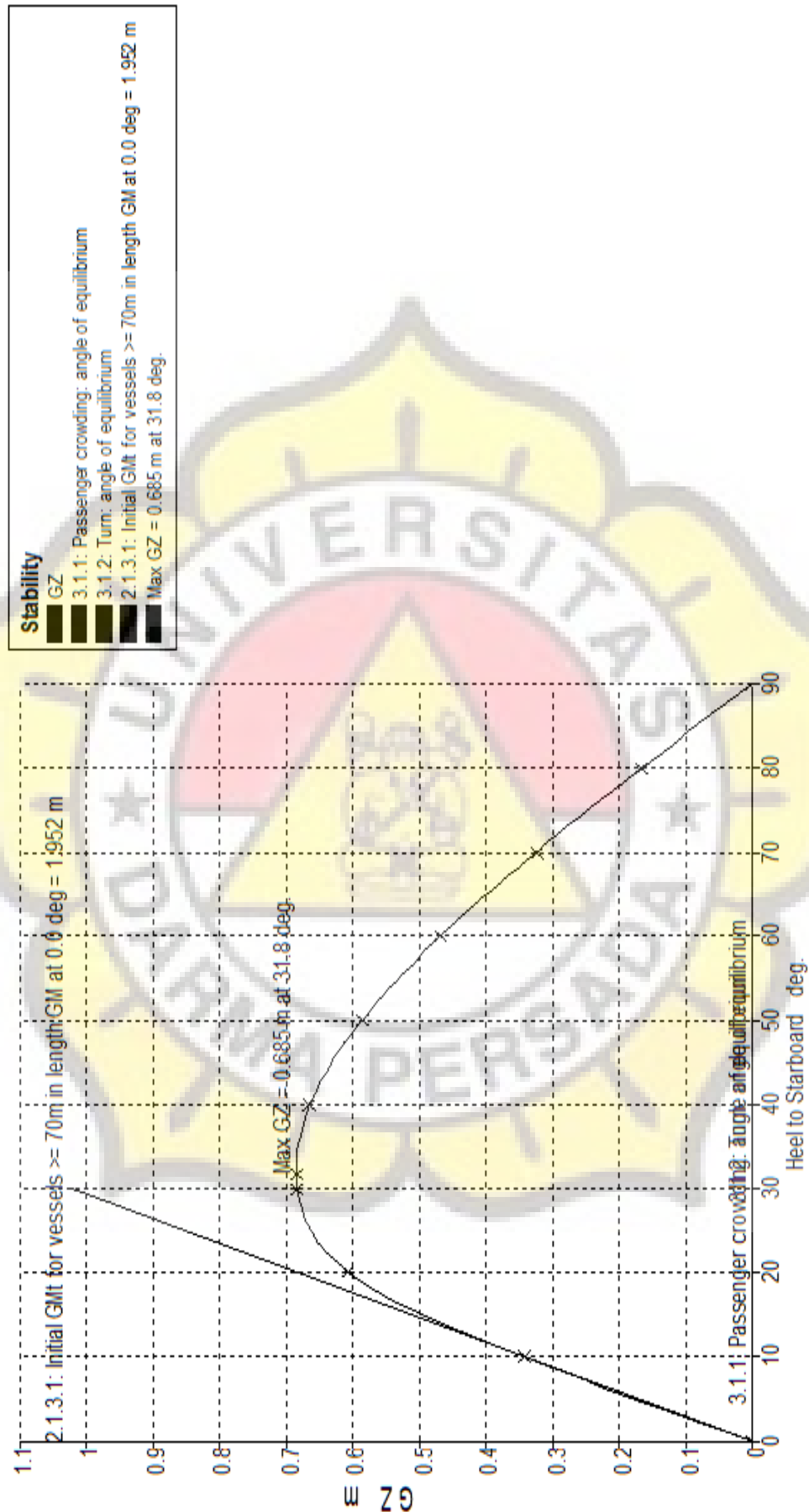
Speed (Kn)	Froude no. LWL	Froude no. Vol.	Resistance (kN)	Power (kW)
0.000	0.000	0.000	--	--
0.500	0.015	0.031	0.1	0.021
1.000	0.031	0.062	0.3	0.157
1.500	0.046	0.094	0.7	0.507
2.000	0.062	0.125	1.1	1.167
2.500	0.077	0.156	1.7	2.221
3.000	0.093	0.187	2.4	3.752
3.500	0.108	0.218	3.2	5.835
4.000	0.124	0.249	4.2	8.544
4.500	0.139	0.281	5.2	11.944
5.000	0.155	0.312	6.3	16.106
5.500	0.170	0.343	7.5	21.110
6.000	0.186	0.374	8.8	27.066
6.500	0.201	0.405	10.2	34.139
7.000	0.216	0.437	11.8	42.583
7.500	0.232	0.468	13.7	52.808
8.000	0.247	0.499	15.8	65.180
8.500	0.263	0.530	18.4	80.382
9.000	0.278	0.561	21.7	100.555
9.500	0.294	0.593	26.1	127.681
10.000	0.309	0.624	31.1	160.101
10.500	0.325	0.655	35.9	194.089
11.000	0.340	0.686	40.6	229.853
11.500	0.356	0.717	46.1	272.564
12.000	0.371	0.748	53.5	330.064
12.500	0.387	0.780	64.1	412.160
13.000	0.402	0.811	79.7	532.960
13.500	0.418	0.842	99.7	692.671
14.000	0.433	0.873	119.8	862.772
14.500	0.448	0.904	139.9	1.043.241
15.000	0.464	0.936	159.9	1.234.049



Lampiran 4 Hitungan Stabilitas Kapal ukuran LOD 30 m

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
GZ m	0.000	0.353	0.657	0.760	0.742	0.650	0.513	0.348	0.166	-0.021
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.0000	1.7665	6.9299	14.1642	21.7405	28.7475	34.5924	38.9152	41.4953	42.2234
Displacement t	285.6	285.6	285.5	285.6	285.6	285.6	285.6	285.5	285.6	285.6
Draft at FP m	2.036	2.032	2.020	2.023	2.050	2.092	2.155	2.275	2.633	n/a
Draft at AP m	2.274	2.266	2.266	2.391	2.612	2.940	3.454	4.428	7.242	n/a
WL Length m	27.679	27.674	27.661	27.668	27.720	27.837	28.042	28.449	29.279	29.807
Beam max extents on WL m	7.990	8.068	6.850	5.642	4.750	4.076	3.626	3.352	3.205	3.167
Wetted Area m ²	234.744	234.854	249.488	265.178	272.047	275.171	277.320	278.885	280.412	281.985
Waterpl. Area m ²	175.827	176.871	156.659	128.410	108.732	95.113	86.713	81.695	79.676	79.739
Prismatic coeff. (Cp)	0.634	0.636	0.646	0.663	0.679	0.689	0.694	0.692	0.679	0.673
Block coeff. (Cb)	0.581	0.496	0.507	0.536	0.566	0.602	0.631	0.645	0.638	0.621
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	9.106	9.106	9.105	9.099	9.095	9.087	9.080	9.074	9.069	9.067
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.745	8.778	9.182	9.650	10.006	10.316	10.607	10.822	11.049	11.196
Max deck inclination deg	0.5548	10.0143	20.0069	30.0083	40.0104	50.0118	60.0115	70.0093	80.0053	90.0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5548	0.5460	0.5723	0.8559	1.3079	1.9726	3.0212	4.9976	10.6048	n/a

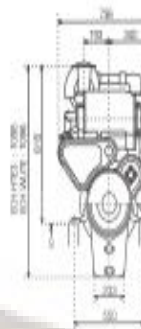
Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
3.1 Passenger Ships	3.1.1: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	0.0	Pass	+100.00
3.1 Passenger Ships	3.1.2: Turn: angle of equilibrium	10.0	deg	0.0	Pass	+100.00
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0.150	m	2.013	Pass	+1242.00



Lampiran 5 Mesin Utama



Engine only / Front view



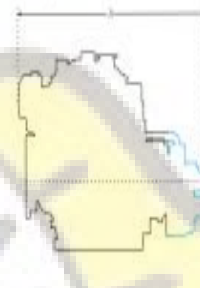
Engine only / Left side view



With gearbox / Front view



With gearbox / Left side view



- Direct injection, heat exchanger cooling
- Turbocharger + intercooler
- Durable hydraulic marine gear
- 6CH-WUTE conform to IMO Tier II emissions regulations

Specifications

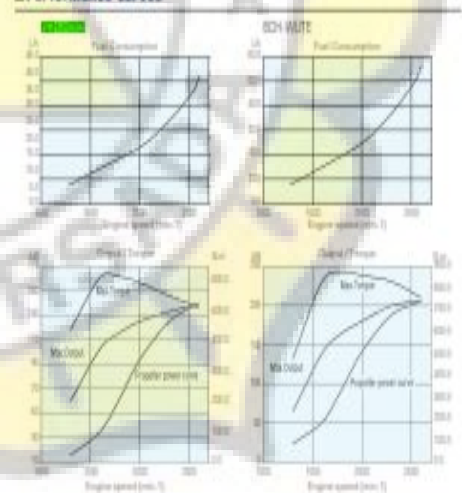
Model	6CH-WUTE
Number of cylinders	6 in-line
Bore x stroke	105 x 125
Displacement	6.484
Rated output	M: 125/170/2550 L: 140/190/2600
Combustion system	Direct injection
Aspiration	Turbocharger + intercooler
Starting system	Electric starting motor (24V 40kW)
Cooling system	Heat exchanger
Marine gear	Hydraulic
SAE hydraulic rating and hydraulic	SAE #3 and 11-1/2 in.
Dry mass with engine gear	895
Dimensions (L x W x H)	1600 x 736 x 1096

Marine gear specifications

Engine model	6CH-WUTE
Model	YX-71
Type	Hydraulic multi-disc clutch, wet type
Reduction ratio (overall)	2.07 2.58 2.91 3.53
Direction of rotation (under shaft)	Clockwise or counter-clockwise viewed from stern
Dry weight	220

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
6CH-WUTE x YX-71	1600	1096	736	193	340	815	9	230	550
6CH-WUTE x YX-71	1600	1096	736	193	340	815	9	230	550

Performance curves



Lampiran 6 Mesin Pembantu

CHL SERIES



- Confirm to IMO NOx Tier1 regulations.
- direct injection, heat exchanger cooling.

(4CHL-N • 6CHL-N) Natural aspirated 4 - and 6 - cylinder

(6CHL-TNA) 6 - cylinder, Turbocharger + intercooler

(Others) 4 - and 6 - cylinder, Turbocharger

Main Data

Specifications

Engine Model	4CHL-N				4CHL-TN		4CHL-TNA		
Type	Vertical, 1								
No. of Cylinders	In-line 4								
Cylinder Bore x Stroke [mm]									
Continuous Rated Output [kW(PS)]	27.9 (38)		36.8 (50)		36.8 (50)		45.6 (62)	45.6 (62)	54.4 (74)
Generator Capacity [kWe(kVa)]	20 (25)	24 (30)	24 (30)	32 (40)	32 (40)	40 (50)	40 (50)	48 (60)	
Engine Speed [min ⁻¹]	1500		1800		1500		1800	1500	1800
Combustion System									
Starting system	Electric S								
Dry Weight [kg]	500				520				
Total Weight (Gen.Set) [kg]	940		990		1040		1090		

Lampiran 7 Daya Total Kapal

Kebutuhan Listrik Pada Kapal						
No	Description	Specification	Qty	Unit	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
ELECTRICAL COMPONENT						25354
1	Lampu outdoor	200 lux; outdoor type, stand; w/ Bolt Ice	9	set	25	225
2	Lampu indoor Type 1	200 lux; indoor type, downlight; w/ Bolt Ice	30	set	15	450
3	Lampu indoor Type 2	100 lux; indoor type, downlight; w/ Dome Light	45	set	9	405
4	Navigation Light	Marine type	3	set	25	75
5	Lampu sorot	Marine Flood Light TG2-B x2	2	set	500	1000
6	Distribution panel	Marine type; IP56	1	set	10	10
7	Television	LED, 32in	10	set	48	480
8	Kulkas mini 1 pintu	GEA Mini Bar RS-06DR	8	set	46	368
9	Wifi router, PC server	Office standard	2	set	6	12
10	CCTV + PAGA	Office standard	1	set	40	40
11	VHF radio	RIG YAESU FT 2980 VHF YAESU FT-2980	1	set	80	80
12	Radar	Garmin Gmr 18 Xhd 010-00959-00 Radome	1	set	17	17
13	Echo sounder	Fishfinder Kodan CVS 126 / Kodan CVS126	1	set	10	10
14	Laundry machine	Ellectrolux 10kg	3	set	114	342
15	Sewage and drain pump	Marco UP 6/Oil	1	ea	120	120
16	Bilge Pump	Marco UP1-M	1	ea	360	360
17	FOT pump	Marco UP10	2	ea	360	720
18	FWT Pump	Marco UP1-M	2	set	360	720
19	Seawater purifier	reverse osmosis (Foreverpure)	2	set	10	20
20	Nitrox Compressor	Coltri 6	2	ea	2200	4400
21	Windlass	25 mm Chain max	1	ea	7500	7500
22	Crane	1 ton; 4m radius	1	set	2000	2000
23	Air Handling Unit (AHU)	AHU untuk 12 HVAC (ADA 315 Kruger)	1	set	6000	6000

Lampiran 8 Gaya Aerodinamis Layar Kapal

Dimana kapal ini mempunyai layar yang bisa dipakai selagi berlayar maka dilakukan perhitungan daya tambahan dari layar kapal. Gaya aerodinamis merupakan gaya dorong yang bekerja pada layar kapal. Gaya ini bekerja dalam 2 atau 3 dimensi. Pada perhitungan 2 dimensi hanya gaya dorong (F_R) dan samping (F_{lat}) yang digunakan. Dimana untuk 3 dimensi perlu ditambahkan gaya vertical (F_{VERT}) untuk mendapatkan gaya aerodinamis total tersebut. Pada kapal pinisi ini, perhitungan hanya dilakukan pada sudut kemiringan layar 50° (Close Hauled) Dengan asumsi kecepatan angin sebesar 4 knot.

$$F_T : F_R + F_{lat}$$

Dimana : F_T : Gaya Aerodinamis Total

F_R : Gaya Pendorong

F_{lat} : Gaya Samping (Lateral)

Tabel Coefisien Layar

Coef.	Main	Jib	Top/Mizzen	Coef.	Main	Jib	Top/Mizzen
Lift	(C_{LM})	(C_{LJ})	(C_{LT})	Viscous	(C_{DPM})	(C_{DPI})	(C_{DPT})
27°	1,5	1,5	1,3	Drag			
50°	1,5	0,5	1,4	27°	0,02	0,02	0,02
80°	0,95	0,3	1	50°	0,15	0,25	0,15
100°	0,85	0	0,8	80°	0,8	0,15	0,75
180°	0	0	0	100°	1	0	1
				180°	0,9	0	0,8

Dengan luas layar sebagai berikut:

$$A_{M1} : 81,492 \text{ m}^2, A_{M2} : 57,627 \text{ m}^2$$

$$A_{T1} : 19,226 \text{ m}^2, A_{M2} : 18,742 \text{ m}^2$$

$$A_J : 41,873 \text{ m}^2$$

$$A_{N1} : 100,718 \text{ m}^2, A_{N2} : 76,369 \text{ m}^2$$

Maka C_L dan C_D harus dicari pertama dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{- Lift } (C_L) : (A_M * C_{LM} + A_J * C_{LJ} + A_T * C_{LT}) / A_N$$

$$\text{- Total Drag } (C_D) : C_{DP} + C_{DI} + C_{DO}$$

Dimana didapatkan nilai $C_{L1\&2}$ dan $C_{D1\&2}$ yaitu:

$$C_{L1} : 1,689 \qquad C_{D1} : 3,995$$

$$C_{L2} : 1,475 \qquad C_{D2} : 2,514$$

Sehingga F_L dan F_D untuk mencari F_R dan F_{lat} dengan rumus sebagai berikut:

$$- F_L / F_D : 0,5 * \rho * A_N * V^2 * C_L \text{ atau } C_D$$

$$\text{Maka } F_{L1} : 441,292 \text{ N} \qquad F_{D1} : 1043,908 \text{ N}$$

$$F_{L2} : 292,340 \text{ N} \qquad F_{D2} : 498,160 \text{ N}$$

- Menentukan F_R dan F_{lat}

$$- F_R : F_L \sin(a) - F_D \cos(a)$$

$$- F_{lat} : F_L \cos(a) + F_D \sin(a)$$

$$\text{Maka } F_{R1} : -332,962 \text{ N} \qquad F_{lat1} : -96,266 \text{ N}$$

$$F_{R2} : 1083,337 \text{ N} \qquad F_{lat2} : 569,526 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } F_T &: F_R + F_{lat} \\ &: 750,375 + 473,260 \\ &: 1223,635 \text{ N} \\ &: 1,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

Maka dengan ditambah dengan perhitungan hambatan maka kecepatan kapal bisa bertambah sebesar 1,2 knot jika memakai layar atau mengurangi kecepatan mesin hingga 1,2 knot.