

BAB IX PENUTUP

9.1 Kesimpulan

Dengan selesainya penyusunan Tugas Desain Kapal ini, maka dapat disimpulkan pada tugas yang berjudul Perencanaan *Product Oil Tanker* 5000 DWT ini sebagai sarana angkutan product *minyak* di Indonesia, sebagai berikut:

1. Ukuran pokok dari kapal *Product Oil Tanker* 90000 DWT yang dirancang:

➤ Jenis Kapal	= <i>Product Oil Carrier</i>
➤ DWT	= 5000 ton
➤ Radius Pelayaran	= 284 mil laut
➤ Klasifikasi	= DNV GL
➤ <i>Length Over All</i> (LOA)	= 96,200 m
➤ <i>Length Water Line</i> (LWL)	= 92,500 m
➤ <i>Length Between Perpendicullar</i> (LBP)	= 90,700 m
➤ <i>Breadth</i> (B)	= 17,220 m
➤ <i>Draft</i> (T)	= 5,500 m
➤ <i>Height</i> (H)	= 8,000 m
➤ <i>Coefficient Block</i> (Cb)	= 0,805
➤ <i>Coefficient Midship</i> (Cm)	= 0,981
➤ <i>Coefficient Waterline</i> (Cw)	= 0,821
➤ <i>Coefficient Prismatic</i> (Cp)	= 0,863
➤ <i>Freeboard</i> (f)	= 2,500 m
➤ <i>Displacement</i> (Δ)	= 7077,371 Ton
➤ <i>Volume Displacement</i> (∇)	= 6904,752 m ³
➤ <i>Velocity Speed</i> (Vs)	= 12,8 <i>Knots</i>
➤ <i>Radius of Bilge</i> (R)	= 1,992 m
➤ <i>Camber</i>	= 0,334 m
➤ <i>Wetted Surface Area</i>	= 2220,181 m ²
➤ LCB	= 1,231 m di depan <i>Midship</i> ☹

2. Notasi Class

☒ | *Notasi Class* : ☒ | *1A Tanker For Oil Product ESP*

☒ | : Simbol konstruksi akan diberikan pada kapal yang dibangun di bawah pengawasan Lembaga.

1A : Notasi kelas utama 1A juga akan diberikan untuk kapal yang dirancang dan dibangun sesuai dengan dengan aturan dari perkumpulan klasifikasi lain, dan kemudian menetapkan kelas dengan *Society*.

Tanker For Oil Product : Untuk pengangkutan semua minyak produk kecuali minyak mentah.

ESP : Kapal-kapal yang terkena program survei yang ditingkatkan.

3. Berdasarkan perhitungan diatas, nilai yang digunakan $B = 17,22$ m dan telah ditetapkan nilai $T = 5,50$ m. Maka, untuk melanjutkan perancangan kapal ini dan dengan tidak mengubah semua perhitungan menggunakan $T = 5,50$ m.
4. Dalam merencanakan sebuah kapal, perlu berbagai pertimbangan yang harus dipikirkan. Berbagai faktor yang patut dipertimbangkan dalam menentukan ukuran kapal yaitu dari segi teknis harus memenuhi koefisien yang ditetapkan, pemberdayaan ruangan untuk penempatan kapal dan muatan daya angkut, sarat kapal sesuai dengan alur pelayaran yang akan dilintasi, kesesuaian dan memenuhi syarat-syarat teknis yang ada.
5. Pada pemilihan mesin harus dipertimbangkan daya yang sesuai dengan kebutuhan kapal, tidak terlalu berlebih dan tidak kurang dari daya yang dibutuhkan.

a) *Main Engine*

- *Merk* : *Caterpillar*
- *Type* : *C280 – 8 CS*
- *Power* : *3084 hp (2300 bkW)*
- *Cylinders* : *8*
- *Stroke* : *300 mm*
- *Cylinder bore* : *280 mm*

- *Speed* : 900 rpm
- *SFOC* : 187,9 g/KWh
- *P x L x T* : 4958 mm x 1804 mm x 2648 mm
- *Weight* : 19.000 kg

b) *Auxiliary Engine*

- *Merk* : YANMAR
- *Type* : 6 HAL 2 - WDT
- *Power* : 180 KW (242 HP)
- *Cylinders* : 6 *in-line*
- *Stroke* : 165 mm
- *Cylinder bore* : 130 mm
- *Speed* : 1800 rpm
- *P x L x T* : 2684 mm x 1164 mm x 1804 mm
- *Weight* : 2850 kg

Keterangan : 2 mesin bekerja secara bergantian dan 1 mesin berfungsi sebagai mesin cadangan

c) *Gearbox*

- *Merk* : *Zf – Marine Transmission*
- *Type* : ZF 83750 NR2H
- *Daya* : 2120 KW
- *Speed* : 900 rpm
- *P x L x T* : 800 mm x 1235 mm x 1354 mm
- *Berat* : 15.500 Kg
- *Ratio* : 1 : 4,227

6. Perencanaan gambar rencana umum dari kapal rancangan ini mengikuti peraturan yang berlaku dari *Class Det Norke Veritas Germanyster Llyoid (DNV GL)*, dan Kapal Pembanding. ditentukan *frame spacing* kapal rancangan sebagai berikut :

- *Frame space* dari AP ke sekat buritan kapal rancangan sebesar 600 mm
- *Frame space engine room* kapal rancangan sebesar 600 mm
- *Frame space cargo hold* kapal rancangan sebesar 750 mm
- *Frame space* dari FP ke sekat haluan kapal rancangan sebesar 600 mm

7. Kapal rancangan ini menampung ABK berjumlah 23 orang. Kapal rancangan ini menampung ABK berjumlah 23 orang dan ditempatkan di ruangan yang sudah ditentukan direncana umum. Dengan susunan Anak Buah Kapal (ABK) pada setiap *deck* adalah :
- *Upper Deck* 13 orang
 - *Boat Deck* 7 orang
 - *Bridge Deck* 3 orang
8. Penentuan jumlah dan letak sekat ditentukan oleh *class* dan kebutuhan ruang muat. Adapun sekat kedap air harus memenuhi standarisasi yang telah diatur oleh *class*. Tetapi pengaturan jarak sekat harus mengikuti atau mengacu pada *Floodable length*. ditentukan *frame spacing* kapal rancangan sebagai berikut :
- sekat buritan di *frame* 7
 - sekat ruang mesin di *frame* 32
 - dan Sekat Tubrukan di *frame* 119
 - sekat ruang muat di *frame* 50, 67, 84, 101.
9. Adapun tangki – tangki yang sudah direncanakan, semua hasilnya adalah memenuhi dari kapasitas yang dihitung. Seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 9. 1 Data Kebutuhan tangki perancangan dan perhitungan

No.	Item	Kebutuhan Awal Tangki		Perhitungan Capacity		Keterangan
		Volume (m3)	Berat Ton)	Volume (m3)	Berat (Ton)	
1	Bahan Bakar	60,169	51,144	88.246	75.009	Memenuhi
2	Fresh Water	33.702	33.702	52.010	52.010	Memenuhi
3	Minyak Pelumas	0.498	0.398	2.592	2.073	Memenuhi
4	Air Ballast	2189.238	2243.969	2208.732	2228.195	Memenuhi
5	Sewage Tank	1.400	0.000	5.238	4.452	Memenuhi
6	Sludge Tank	2.232	0.000	5.238	4.452	Memenuhi
7	Slop Tank	147.333	147.333	166.307	166.307	Memenuhi
8	Muatan	6063.091	4911.104	6352.720	5145.703	Memenuhi

Sumber: Perhitungan Pribadi

10. *Capacity scale* berfungsi untuk memudahkan pembaca (*owner* dan *crew*) untuk mengetahui jumlah kapasitas tangki – tangki yang ada. Pada grafik *capacity scale* akan berbeda-beda pada tiap-tiap tangkinya, dikarenakan bentuk konstruksi dari tangki – tangki akan berbeda.
11. Hasil dari perhitungan lambung timbul kapal rancangan ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 9. 2 Perbandingan Sarat Air

	Kapal Rancangan	ICLL	NCVS
H	8000 mm	8000 mm	8000 mm
T	5500 mm	6091 mm	6441 mm
Fb	2500 mm	1909 mm	1559 mm

Sumber : Perhitungan Pribadi

Setelah menganalisa data tabel diatas maka ditetapkan marka **Lambung Timbul menggunakan Kapal Rancangan** yaitu :

T Draft = 5,5 m

T Scantling = 5,5 m

12. Perhitungan GRT & NRT kapal digunakan untuk menunjukkan ukuran besarnya kapal, memperkirakan pendapatan maupun pengeluaran (pajak-pajak dan ongkos-ongkos) yang harus dikeluarkan, dan dipergunakan pula sebagai batasan-batasan terhadap berlakunya syarat-syarat keselamatan kapal. GRT (*Gross Tonnage*) yang didapat dari perhitungan sebesar 3751,726 GT, dan NRT (*Nett Tonnage*) yang didapat dari perhitungan sebesar 1753,727 GT dengan Ratio 0,467. Dimana rasio NRT berdasarkan Konvensi Internasional Tonase Kapal 1969, menyatakan bahwa besar NRT (tonase bersih) tidak boleh kurang dari 0,3.
13. Perencanaan GA (*General Arrangment*) pada kapal rancangan meliputi perencanaan perlengkapan pada kapal dan ruangan – ruangan di atas kapal, Mengikuti peraturan yang berlaku dari *NCVS (Non-Convention Vessel Standarts)*, *LSA (Life Saving Appliance)*, *MARPOL (Marine Polution)*, dan *SOLAS (Safety Of Life At Sea)*. yaitu :
 - Perlengkapan Komunikasi
 - Perlengkapan Navigasi

- Perlengkapan Kesehatan
- Peralatan Pemadam Kebakaran
- Perlengkapan Tambat
- *Protection Of Crew*
- Peralatan Pencegah Tubrukan
- Perlengkapan Keselamatan
- Sirkulasi Udara
- Peralatan Bongkar Muat
- Peralatan Pencegah Pencemaran Di Laut
- Alat Pelindung Diri
- Peralatan Pencahayaan Ruang Akomodasi
- Peralatan Pekerjaan *Deck* Kapal
- Akomodasi
- *Inert Gas System*
- *Oil Water Separator (OWS)*
- *Sewage Treatment Plan*
- *Battery*
- *Workshop*
- *A/C Room*
- *Peraltan Olah Gerak Kapal*

14. Dari perhitungan kebutuhan daya, maka diketahui kebutuhan daya kapal sebesar :

- Menyala semua : 333 Kw
- Berlayar : 162 Kw
- Berlabuh : 326 Kw

Total perencanaan generator kapal saat berfungsi sebesar 360 Kw. Dimana terdiri dari 2 generator yang masing-masing memiliki daya 180 Kw (hal 5), dapat

disimpulkan perbandingan daya generator dan kebutuhan listrik adalah :

- Generator > Menyala semua
- Generator > Berlayar
- Generator > Berlabuh

Sehingga disimpulkan kebutuhan generator dapat mengakomodir kebutuhan listrik kapal saat seluruh elemen listrik kapal menyala .

15. Diperhitungan konstruksi kapal rancangan ini, *draft* yang digunakan adalah *draft scantling* yaitu 5,5 m, konstruksi yang dirancang adalah *Midship*, *Bukaan Kulit*, dan *Konstruksi Profile*.

16. Perhitungan stabilitas kapal dalam 5 *load condition* telah memenuhi kriteria IMO *Intact Stability 2008 Resolution MSC.267 (85)* halaman 40, hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 9. 3 Stabilitas Pada 5 *Load Condition*

KOMPONEN	KONDISI				
	DEP I	ARRV I	DEP II	ARRV II	LIGHTSHIP
DRAFT	5.500	5.448	3.783	3.716	1.880
LPP	90.700	90.700	90.700	90.700	90.700
DISPLACEMENT	7077.199	7004.967	4696.476	4604.558	2182.475
VOLUME [Displacement / 1,025]	6904.584	6834.114	4581.928	4492.252	2129.244
METACENTRE ABOVE BASELINE (KM)	7.187	7.054	8.165	8.240	13.422
CENTRE OF GRAVITY ABOVE BASELINE (KG')	4.834	4.825	4.702	4.683	6.707
METACENTRIC HEIGHT (GM) = KM - KG'	2.353	2.229	3.463	3.557	6.715
FREE SURFACE (GG')	0.000	0.017	0.000	0.026	0.000
METACENTRIC HEIGHT CORRECTION (GM _{corr}) = GM - GG'	2.353	2.212	3.463	3.531	6.715
CENTRE OF BOUYANCY ABOVE BASELINE (KB)	2.876	2.488	1.978	1.943	0.874
VBG = KG' - KB + GG'	1.958	2.354	2.724	2.766	5.833
LONGITUDINAL CENTRE GRAVITY (LCG)	0.030	0.361	-3.710	-3.112	-12.548
LONGITUDINAL CENTRE BOUYANCY (LCB)	1.231	1.254	2.099	2.137	3.066
HBG = LCG - LCB	-1.201	-0.893	-5.809	-5.249	-15.614
MTC	88.815	88.635	79.905	79.479	65.601
LONGITUDINAL CENTRE FLOATATION (LCF)	-0.949	-0.927	0.272	0.338	2.463
TR (ROLLING PERIODE) = (2 x c x B)/√GM	9.099	9.348	7.500	7.400	5.386

Sumber : Data Hasil Olahan.

17. Perhitungan *Weather Criteria* dalam 5 *load condition* telah memenuhi kriteria IMO 2008 *Intact Stability Code Part A Ch.2.3 Severe Wind and Rolling Criterion (Weather Criterion)* dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 9. 4 Weather Criteria Pada 5 Load Condition

Load Condition	b(m ²)	a(m ²)	Syarat Koreksi	Hasil
Departure I	18,588	2,046	b > a	Memenuhi
Arrival I	18,585	1,944		Memenuhi
Departure II	51,034	6,576		Memenuhi
Arrival II	51,080	6,631		Memenuhi
LightShip	31,313	4,729		Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

18. Momen pengganggu stabilitas dan koreksi momen stabilitas adalah sebagai berikut

:Koreksi = Momen Stabilitas (MS) > Momen Pengganggu (MP)

Tabel 9. 5 Koreksi Stabilitas Pada 5 Load Condition

Kondisi	Momen Cikar (Mc)	Momen Angin (Mw)	Momen Pengganggu (Mp)	Momen Stabilitas (MS)	
I	107.022	11.346	118.369	22,887.662	Memenuhi
II	106.795	11.699	118.494	18,577.171	Memenuhi
III	95.772	25.479	121.252	15,103.867	Memenuhi
IV	100.548	26.127	126.675	15,572.616	Memenuhi
V	97.294	46.665	143.960	4,995.685	Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

19. Hasil perhitungan trim adalah sebagai berikut :

Tabel 9. 6 Perhitungan Trim Saat Beban Dibelakang Kapal

Beban (FPT)	=	208.796 Ton
Lpp	=	90.700 m
Displacement (D)	=	7077.371 Ton

No.	Notasi	Satuan	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V
1	T	m	5.500	5.448	3.783	3.716	1.880
2	MTC	t-m/m	88.815	88.635	79.905	79.479	65.601
3	LCF	m	-0.949	-0.927	0.272	0.338	2.463
4	LCG	m	44.073	44.073	44.073	44.073	44.073
5	Momen	Ton.m	9400.414	9395.820	9145.474	9131.693	8688.002
6	t	cm	105.843	106.006	114.454	114.894	132.437
7	t	m	1.058	1.060	1.145	1.149	1.324
8	tb	m	0.503	0.504	0.560	0.563	0.680
9	th	m	0.555	0.556	0.585	0.586	0.645

Tabel 9. 7 Perhitungan Trim Saat Beban Didepan Kapal

Beban (FPT)	=	208.796 Ton
Lpp	=	90.700 m
Displacement (D)	=	7077.371 Ton

No.	Notasi	Satuan	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V
1	T	m	5.500	5.448	3.783	3.716	1.880
2	MTC	t-m/m	88.815	88.635	79.905	79.479	65.601
3	LCF	m	-0.949	-0.927	0.272	0.338	2.463
4	LCG	m	44.073	44.073	44.073	44.073	44.073
5	Momen	Ton.m	9400.414	9395.820	9145.474	9131.693	8688.002
6	t	cm	105.843	106.006	114.454	114.894	132.437
7	t	m	1.058	1.060	1.145	1.149	1.324
8	tb	m	0.503	0.504	0.560	0.563	0.680
9	th	m	0.555	0.556	0.585	0.586	0.645

Sumber : Data Hasil Olahan

Tabel 9. 8 Perhitungan *Trim* Saat Beban Dibelakang dan Didepan

Beban (APT)	=	417.288 Ton					
Beban (FPT)	=	208.796 Ton					
Lpp	=	90.700 m					
Displacement (D)	=	7077.371 Ton					

No.	Notasi	Satuan	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V
1	T	m	5.500	5.448	3.783	3.716	1.880
2	MTC	t-m/m	88.815	88.635	79.905	79.479	65.601
3	LCF	m	-0.949	-0.927	0.272	0.338	2.463
	LCG APT	m	-44.250	-44.250	-44.250	-44.250	-44.250
4	LCG FPT	m	44.073	44.073	44.073	44.073	44.073
	Momen APT		18861.000	18851.820	18351.492	18323.951	17437.214
5	Momen FPT	Ton.m	9400.414	9395.820	9145.474	9131.693	8688.002
	Jumlah Momen		9460.587	9456.000	9206.018	9192.258	8749.212
6	t	cm	106.520	106.685	115.212	115.656	133.370
7	t	m	1.065	1.067	1.152	1.157	1.334
8	tb	m	0.506	0.507	0.563	0.566	0.684
9	th	m	0.559	0.559	0.589	0.590	0.649

Sumber : Data Hasil Olahan

20. Diketahui rincian perhitungan kekuatan kapal adalah sebagai berikut :

Tabel 9. 9 Hasil Perhitungan Kekuatan Kapal

Kekuatan Memanjang Kapal							
Kriteria			Kondisi			S satuan	Koreksi
			Tanang	Sagging	Hogging		
Tegangan	δ Max =	δ Deck	1.38	1.114	1.774	N/mm^2	δ Deck < δ Max
	<175	δ Bottom	1.768	1.429	2.276	N/mm^2	δ Bottom < δ Max
Modulus	W min =	W Deck	11.613			m^3	W Deck > W min
	1.156	W Bottom	9.053			m^3	W Bottom > W min
Moment Inertia	J min =	0.504	40.698			m^4	I _{na} > J min
Kekuatan Melintang Kapal							
Kriteria			Kondisi			S satuan	Koreksi
			Tanang	Sagging	Hogging		
Tegangan	δ Max =	δ Deck	1.358	1.098	1.749	N/mm^2	δ Deck < δ Max
	<175	δ Bottom	1.783	1.441	2.296	N/mm^2	δ Bottom < δ Max
Modulus	W min =	W Deck	11.780			m^3	W Deck > W min
	1.156	W Bottom	8.977			m^3	W Bottom > W min
Moment Inertia	J min =	0.45370655	40.757			m^4	I _{na} > J min

Sumber : Data Hasil Olahan

Sesuai kriteria di atas, perhitungan tegangan, modulus dan momen inersia semuanya memenuhi syarat dan ketentuan dari Biro Klasifikasi *DNVGL* untuk konstruksi lambung.

9.2 Saran

1. Masih banyak kekurangan dalam pengerjaan Tugas Desain Kapal ini, baik karena salah dalam hal koreksi, ataupun kurangnya teliti dalam perencanaan awal maupun perhitungan serta terbatasnya data yang dimiliki atau didapat.
2. Dalam mengerjakan Tugas Desain Kapal ini, hendaknya membuat suatu target pengerjaan dalam menyelesaikan bagian-bagian dan perhitungan-perhitungan agar dapat terselesaikan tepat pada waktunya
3. Memahami arti dari simbol ataupun singkatan dalam penulisan agar memudahkan dalam pengerjaan dan juga perhitungan.
4. Ada baiknya melihat dan membandingkan beberapa buku untuk menjadi acuan selain menambah wawasan juga mengurangi sedikit banyak kesalahan yang dibuat untuk mencapai keakuratan.
5. Ada baiknya membandingkan beberapa metode agar mendapat metode yang paling mendekati dengan kapal pemanding.
6. Selalu berkonsultasi dengan Dosen Pembimbing ataupun Dosen Pengajar lain apabila menemukan kesulitan dalam pengerjaan Tugas Desain Kapal
7. Ada baiknya mempelajari *software – software* mengenai merancang kapal. Di samping itu sebaiknya banyak juga mengetahui dasar-dasar dari perhitungan dan cara menggambarinya. Agar tidak ketinggalan dengan perkembangan tetapi tetap mempunyai pegangan dasar.