

BAB IX

PENUTUP

9.1 KESIMPULAN

Dengan selesainya penyusunan Tugas Desain Kapal, maka dapat diambil kesimpulan berhubungan dengan perencanaan kapal *Product Oil Tanker 3300 DWT* sebagai berikut :

1. Metode yang dipakai dalam perencanaan kapal adalah metode kapal pembanding, dimana perbandingan nilai-nilai dalam perhitungan menggunakan kapal yang digunakan sebagai kapal pembanding.
2. Untuk perencanaan *body plan* digunakan grafik *Ikeda Masaharu*.
3. Rute kapal yang dilalui secara berturut – turut adalah :
Pelabuhan Tanjung Perak (Surabaya) menuju ke Pelabuhan Tanjung Priok (Jakarta) sejauh 385 mil
4. Data Utama kapal rancangan sebagai berikut :
 - Tipe kapal = *Product Oil Tanker*
 - DWT = 3300 Ton
 - Lintasan = Surabaya ke Jakarta
(± 385 mil laut).
 - Kapasitas = 21 Orang
 - *Speed* = 11,2 *Knots*
 - *Length Over All (LOA)* = 88,500 m.
 - *Length Between Perpendicular (LPP)* = 83,000 m.
 - *Length Water Line (LWL)* = 85,000 m.
 - *Breadth Moulded (B mld)* = 15,200 m.
 - *Height Moulded (H mld)* = 7,200 m.
 - *Draft (T)* = 4,900 m.
 - *Freeboard (fb)* = 2,300 m.
 - *Coefficient Block (Cb)* = 0,773
 - *Coefficient Midship (Cm)* = 0,992
 - *Coefficient Waterline (Cw)* = 0,840
 - *Coefficient Prismatic (Cp)* = 0,779

- *Displacement (Δ)* = 5013,169 ton.
- *Volume Displacement (∇)* = 4890,896 m³.
- *Wetted Surface Area (WSA)* = 1696,528 m²
- *Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)* = 0,163 m (di depan \mathbb{O} .)

5. Data Mesin Kapal dan *Propeller*

Setelah dilakukan perhitungan hambatan kapal, daya mesin pendorong (propulsi) kapal dapat ditentukan dengan lebih teliti, agar kapal dapat melaju dalam kecepatan dinas yang telah ditentukan yaitu $V_s = 11,2 \text{ Knot}$.

Berikut merupakan spesifikasi mesin yang digunakan :

- *Main Engine* = Yanmar
- Tipe = 6EY22AW
- Daya = 1186,8 HP (886 kW)
- *Propeller Type* = Single Screw (B4-55)
- Diameter = 2,474 m
- Jumlah Daun *propeller* = 4

6. Pembuatan gambar rencana umum dari kapal ini berdasarkan kepada :

- Kapal pembanding
- Peraturan *class Nippon Kaiji Kyokai (NKK)*

7. Kapal rancangan ini menampung ABK berjumlah 21 orang dan ditempatkan di ruangan yang sudah ditentukan direncana umum. Perencanaan rencana umum kapal mengikuti peraturan dari :

- SOLAS (*Safety Of Life At Sea*)
- MARPOL (*Marine Pollution*)
- LSA (*Life Saving Appliances And Arragements*)
- SNI (*Standar Nasional Indonesia*)
- ICLL (*International Convention On Load Line*)
- Peraturan Menteri

8. Notasi Kelas Kapal : NS*/MNS* (TC*,AM)

Penjelasan Notasi Kelas Kapal :

- NS*

Kelas kapal, yang rencananya telah disetujui oleh Perhimpunan sesuai dengan Aturan Kapal, dan yang telah dibuat sementara dalam survei untuk klasifikasi oleh Surveyor.

➤ MNS*

Instalasi sistem mesin penggerak utama sesuai dengan klasifikasi.

➤ AM

Sistem tambat jangkar sesuai dengan klasifikasi.

➤ TC*

Klasifikasi untuk kapal tanker.

9. Untuk penentuan *frame spacing* kapal rancangan sebagai berikut :

➤ *Transverse Frame Spacing*

- AP – Fr 31 = 600 mm \approx 0,600 m
- Fr 31 – Fr 128 = 620 mm \approx 0,620 m
- Fr 128 – FP = 600 mm \approx 0,600 m

➤ *Longitudinal Frame Spacing*

- 720 mm

10. Perencanaan sekat dilakukan dengan menghitung *floodable length* kapal, yang mana didapat panjang sekat pada kapal adalah :

- *Double bottom* = 1 m di ruang muat
= 1,2 m di ruang mesin
- Panjang kamar mesin = 15 m
- *Cargo Hold*
 - *Cargo Oil Tank 1* = 10,685 m
 - *Cargo Oil Tank 2* = 9,920 m
 - *Cargo Oil Tank 3* = 9,920 m
 - *Cargo Oil Tank 4* = 9,920 m
 - *Cargo Oil Tank 5* = 9,920 m
 - *Cargo Oil Tank 6* = 9,920 m
- *Collision bulkhead* = 4,2 m
- Sekat ceruk buritan = 3,6 m

11. Kapal *tanker* termasuk ke dalam jenis kapal tipe A, sehingga menggunakan perhitungan lambung timbul untuk kapal tipe A, yang mana menggunakan metode perbandingan peraturan dari ICLL dan NCVS, beserta data rencana awal lambung timbul kapal raancangan. Sehingga hasilnya :
- *Draft* perencanaan = 4,9 m
 - *Freboard* = 2,3 m
12. *Gross register tonnage* (GRT) adalah perhitungan volume semua ruang yang terletak dibawah geladak kapal ditambah dengan volume ruangan tertutup yang terletak di atas geladak ditambah dengan isi ruangan beserta semua ruangan tertutup yang terletak di atas geladak paling atas (*superstructure*).
13. *Net register tonnage* (NRT) adalah perhitungan ruang dalam kapal untuk muatan
- Hasil perhitungan ICTM :
 - GT = 2739,115
 - NT = 1045,937
 - Rasio = $1045,937 / 2739,115$
= 0,382 > 0,3 → **Memenuhi**
 - Hasil perhitungan NCVS :
 - GT = 2447,386
 - NT = 1395,916
 - Rasio = $1395,916 / 2447,386$
= 0,570 > 0,3 → **Memenuhi**
14. *Capacity Plan* adalah perencanaan dan perhitugnan kapasitas ruang muat atau tangki, berguna untuk mengetahui kapasitas volume yang diperlukan atau yang dapat ditampung oleh tangki-tangki tersebut.
15. *Capacity scale* berfungsi untuk memudahkan pembaca (*owner* dan *crew*) untuk mengetahui jumlah kapasitas tanki-tanki yang ada. Pada grafik *capacity scale* akan berbeda-beda pada tiap-tiap tankinya, dikarenakan bentuk konstruksi dari tanki-tanki akan berbeda. Grafik ini dapat digunakan

saat kapal melakukan *loading* ataupun *unloading* muatan, guna memonitoring jumlah muatan yang berada di dalam kapal.

16. Kapal rancangan ini dapat mengangkut BBM jenis *Pertalite* sebesar 4529,726 m³

17. Perencanaan GA (*General Arrangement*) pada kapal rancangan meliputi perencanaan perlengkapan pada kapal dan ruangan – ruangan di atas kapal, 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
 - *Oil Water Separator (OWS)*
 - *Inert Gas System*
 - *Sewage Treatment Plan*
- Alat Pelindung Diri
- Peralatan Pencahayaan Ruang Akomodasi
- Peralatan Pekerjaan *Deck* Kapal
- Akomodasi
- *Battery*
- *Workshop*

Dengan perencanaan ruangan pada kapal meliputi :

- *Galley*
- *Captain and Chief Engg Room*
- *Bath Room*

- *Crew Mess Room*
- *Officer Mess Room*
- *Food Storage*
- Diagram Angin dan Botol Angin

18. Perhitungan kapasitas daya listrik yang digunakan pada kapal meliputi :

- Kebutuhan penerangan
- Navigasi
- Lampu navigasi
- Dapur
- Kebutuhan tambat
- Kebutuhan Pompa
- Hiburan

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

- Menyala semua : 160,710 Kw
- Berlayar : 96,910 Kw
- Berlabuh : 154,586 Kw

20. Dengan perencanaan generator kapal sebesar 272 Kw yang sebelumnya telah direncanakan maka, dapat disimpulkan perbandingan daya generator dan kebutuhan listrik adalah :

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

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

22. 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 9.1 Stabilitas Pada 5 Load Condition

PARAMETER	LOADCONDITION				
	DEP 1	ARR 1	DEP 2	ARR 2	LIGHSHIP
DRAFT	4,846	4,610	3,267	3,175	1,755
LPP	83,000	83,000	83,000	83,000	83,000
DISPLACEMENT	83,000	83,000	83,000	83,000	83,000
VOLUME [Displacement / 1,025]	4956,620	4861,549	3345,558	3245,156	1717,866
METACENTRE ABOVE BASELINE (KM)	4835,727	4742,975	3263,959	3166,006	1675,967
CENTRE OF GRAVITY ABOVE BASELINE (KG)	6,195	6,247	6,977	7,070	10,794
METACENTRIC HEIGHT (GM) = KM - KG'	4,965	4,976	4,942	4,965	6,595
FREE SURFACE (GG')	1,230	1,271	2,035	2,105	4,199
METACENTRIC HEIGHT CORRECTION (GM _{corr}) = GM - GG'	0,000	0,021	0,000	0,031	0,000
CENTRE OF BOUYANCY ABOVE BASELINE (KB)	1,230	1,250	2,035	2,074	4,199
VBG = KG' - KB + GG'	2,513	2,389	1,691	1,644	0,892
LONGITUDINAL CENTRE GRAVITY (LCG)	2,451	2,608	3,251	3,352	5,703
LONGITUDINAL CENTRE BOUYANCY (LCB)	-3,777	-3,261	-8,273	-7,583	-18,235
HBG = LCG - LCB	0,286	0,394	0,934	0,932	1,333
MTC	-4,062	-3,655	-9,208	-8,515	-19,568
LONGITUDINAL CENTRE FLOATATION (LCF)	63,830	62,470	56,030	55,730	50,040
TR (ROLLING PERIODE) = (2 x c x B) ^{1/2} /GM	-1,034	-0,969	-0,012	0,073	0,622

Sumber : Data Hasil Olahan.

23. 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 9.2 Weather Criteria Pada 5 Load Condition

Load Condition	b(m ²)	a(m ²)	Syarat Koreksi	Hasil
Departure I	17,466	3,789	b > a	Memenuhi
Arrival I	18,264	2,257		Memenuhi
Departure II	39,029	7,649		Memenuhi
Arrival II	7,061	44,645		Memenuhi
Lightship	30,376	29,419		Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

24. Momen pengganggu stabilitas dan koreksi momen stabilitas adalah sebagai berikut :

$$\text{Koreksi} = \text{Momen Stabilitas (MS)} > \text{Momen Pengganggu (MP)}$$

Tabel 9.3 Koreksi Stabilitas Pada 5 Load Condition

Kondisi	Momen Cikar (Mc)	Momen Angin (Mw)	Momen Pengganggu (Mp)	Momen Stabilitas (MS)	Koreksi
I	76,590	9,115	85,706	2552,660	Memenuhi
II	78,964	10,411	89,375	2725,385	Memenuhi
III	67,288	20,088	87,376	3664,725	Memenuhi
IV	66,633	20,926	87,559	4069,426	Memenuhi
V	59,710	34,340	94,050	1655,336	Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

25. Hasil perhitungan trim adalah sebagai berikut :

Tabel 9.4 Perhitungan *Trim* Saat Beban Dibelakang Kapal

Beban (FPT)	=	92,003 Ton
Lpp	=	83,000 m
Displacement (D)	=	4956,620 Ton

No.	Notasi	Satuan	Keterangan	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V
1	T	m		4,846	4,610	3,267	3,175	1,755
2	MTM	t/m		6383,000	6247,000	5603,000	5573,000	5004,000
3	TPM	t/m		250,140	248,715	238,995	238,560	229,785
4	Paralell Sinkage	m	P/TPM	0,368	0,370	0,385	0,386	0,400
5	CG	m	Length P from Midship + LCF	37,772	37,837	38,794	38,879	39,428
6	moment	t-m	PxCG	3475,149	3481,129	3569,176	3576,997	3627,507
7	t	m	m/MTM	0,544	0,557	0,637	0,642	0,725
8	LCF FP	m	LBP2+LCF	40,466	40,531	41,488	41,573	42,122
9	LCF AP	m	LPP2-LCF	42,534	42,469	41,512	41,427	40,878
10	Perubahan Draft FP	m	tx LCF FP/LBP	0,265	0,272	0,318	0,321	0,368
11	Perubahan Draft AP	m	tx LCF AP/LBP	-0,279	-0,285	-0,319	-0,320	-0,357
12	Draft FP	m	(1)+(4)+(10)	5,479	5,252	3,970	3,882	2,523
13	Draft AP	m	(1)+(4)-(11)	5,493	5,265	3,970	3,881	2,512

Sumber : Data Hasil Olahan

Tabel 9.5 Perhitungan *Trim* Saat Beban Didepan Kapal

Beban (FPT)	=	92,003 Ton
Lpp	=	83,000 m
Displacement (D)	=	4956,620 Ton

No.	Notasi	Satuan	Keterangan	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V
1	T	m		4,846	4,610	3,267	3,175	1,755
2	MTM	t/m		6383,000	6247,000	5603,000	5573,000	5004,000
3	TPM	t/m		250,140	248,715	238,995	238,560	229,785
4	Paralell Sinkage	m	P/TPM	0,368	0,370	0,385	0,386	0,400
5	CG	m	Length P from Midship + LCF	37,772	37,837	38,794	38,879	39,428
6	moment	t-m	PxCG	3475,149	3481,129	3569,176	3576,997	3627,507
7	t	m	m/MTM	0,544	0,557	0,637	0,642	0,725
8	LCF FP	m	LBP2+LCF	40,466	40,531	41,488	41,573	42,122
9	LCF AP	m	LPP2-LCF	42,534	42,469	41,512	41,427	40,878
10	Perubahan Draft FP	m	tx LCF FP/LBP	0,265	0,272	0,318	0,321	0,368
11	Perubahan Draft AP	m	tx LCF AP/LBP	-0,279	-0,285	-0,319	-0,320	-0,357
12	Draft FP	m	(1)+(4)+(10)	5,479	5,252	3,970	3,882	2,523
13	Draft AP	m	(1)+(4)-(11)	5,493	5,265	3,970	3,881	2,512

Sumber : Data Hasil Olahan

Tabel 9.6 Perhitungan *Trim* Saat Beban Dibelakang dan Didepan

Beban (APT)	=	279,227
Beban (FPT)	=	92,003 Ton
Lpp	=	83,000 m
Displacement (D)	=	4956,620 Ton

No.	Notasi	Satuan	Keterangan	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V
1	T	m		4,846	4,610	3,267	3,175	1,755
2	MTM	t/m		6383,000	6247,000	5603,000	5573,000	5004,000
3	TPM	t/m		250,140	248,715	238,995	238,560	229,785
4	Paralell Sinkage	m	P/TPM	1,484	1,493	1,553	1,556	1,616
5	CG APT	m	Length P from Midship + LCF	-43,235	-43,170	-42,213	-42,128	-41,579
6	CG FPT	m		37,772	37,837	38,794	38,879	39,428
7	CG total	m		-5,463	-5,333	-3,419	-3,249	-2,151
8	moment	t-m	PxCG total	-2028,029	-1979,769	-1269,235	-1206,126	-798,515
9	t	m	m/MTM	-0,318	-0,317	-0,227	-0,216	-0,160
10	LCF FP	m	LBP2+LCF	40,466	40,531	41,488	41,573	42,122
11	LCF AP	m	LPP2-LCF	42,534	42,469	41,512	41,427	40,878
12	Perubahan Draft FP	m	tx LCF FP/LBP	-0,155	-0,155	-0,113	-0,108	-0,081
13	Perubahan Draft AP	m	tx LCF AP/LBP	-0,163	-0,162	-0,113	-0,108	-0,079
14	Draft FP	m	(1)+(4)+(10)	6,175	5,948	4,707	4,623	3,290
15	Draft AP	m	(1)+(4)-(11)	6,493	6,265	4,933	4,839	3,449

Sumber : Data Hasil Olahan

26. Perhitungan Kekuatan Memanjang diketahui sebagai berikut :

Tabel 9.7 Koreksi Tegangan Memanjang Kapal

No	Pengecekan Tegangan	Ketentuan	Perhitungan	Kesimpulan
1	s Dek total	$< 175 \text{ N/mm}^2$	$0,274 \text{ N/mm}^2$	Memenuhi
2	s <i>Bottom</i> total	$< 175 \text{ N/mm}^2$	$1,785 \text{ N/mm}^2$	Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

Tabel 9.8 Koreksi Modulus Memanjang Kapal

No	Pengecekan Modulus	Ketentuan	Perhitungan	Kesimpulan
1	W Dek	$\geq 1,211 \text{ m}^3$	$31,848 \text{ m}^3$	Memenuhi
2	W <i>Bottom</i>	$\geq 1,211 \text{ m}^3$	$4,878 \text{ m}^3$	Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

Tabel 9.9 Koreksi Momen Inersia Memanjang Kapal

No	Pengecekan Momen Inersia	Ketentuan	Perhitungan	Kesimpulan
1	Momen Inersia	$\geq 3,866 \text{ m}^4$	$30,460 \text{ m}^4$	Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

27. Perhitungan Kekuatan Melintang diketahui sebagai berikut :

Tabel 9.10 Koreksi Tegangan Melintang Kapal

No	Pengecekan Tegangan	Ketentuan	Perhitungan	Kesimpulan
1	s Dek total	$< 175 \text{ N/mm}^2$	$0,591 \text{ N/mm}^2$	Memenuhi
2	s <i>Bottom</i> total	$< 175 \text{ N/mm}^2$	$5,077 \text{ N/mm}^2$	Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

Tabel 9.11 Koreksi Modulus Melintang Kapal

No	Pengecekan Modulus	Ketentuan	Perhitungan	Kesimpulan
1	W Dek	$\geq 1,238 \text{ m}^3$	$37,66 \text{ m}^3$	Memenuhi
2	W <i>Bottom</i>	$\geq 1,238 \text{ m}^3$	$4,38 \text{ m}^3$	Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

Tabel 9.12 Koreksi Momen Inersia Melintang Kapal

No	Pengecekan Momen Inersia	Ketentuan	Perhitungan	Kesimpulan
1	Momen Inersia	$\geq 13,342 \text{ m}^4$	$27,650 \text{ m}^4$	Memenuhi

Sumber : Data Hasil Olahan

28. Diketahui rincian perhitungan kekuatan kapal adalah sebagai berikut :

Tabel 9.13 Hasil Perhitungan Kekuatan Kapal

Kekuatan Memanjang Kapal							
Kriteria			Kondisi			Satuan	Koreksi
			Tanang	Sagging	Hogging		
Tegangan	δ Max =	δ Deck	0,24	0,181	0,273	N/mm ²	δ Deck < δ Max
	175,000	δ Bottom	1,597	1,183	1,785	N/mm ²	δ Bottom < δ Max
Modulus	W min =	W Deck	31,849			m ³	W Deck > W min
	0,000	W Bottom	4,879			m ³	W Bottom > W min
Moment Inertia	J min =	3,866	30,460			m ⁴	Ina > J min
Kekuatan Melintang Kapal							
Kriteria			Kondisi			Satuan	Koreksi
			Tanang	Sagging	Hogging		
Tegangan	δ Max =	δ Deck	0,207	0,153	0,231	N/mm ²	δ Deck < δ Max
	175,000	δ Bottom	1,776	1,315	1,985	N/mm ²	δ Bottom < δ Max
Modulus	W min =	W Deck	37,666			m ³	W Deck > W min
	1,238	W Bottom	4,387			m ³	W Bottom > W min
Moment Inertia	J min =	3,953	28,292			m ⁴	Ina > J min

Sumber : Data Hasil Olahan



9.2 SARAN

1. Penulisan Tugas Desain Kapal dirasa masih banyak kekurangan, dalam hal ini berkaitan dengan terbatasnya data yang dimiliki, sehingga diharapkan terdapat penyempurnaan pada detail tertentu guna menghasilkan kapal rancangan yang *up to date*.
2. Sebelum mengambil mata kuliah Tugas Desain Kapal, harus diperhatikan dalam pemahaman mengenai dasar-dasar teori kapal, *rules* dan peraturan-peraturan yang digunakan dalam perhitungan maupun desain dari kapal rancangan.
3. Perlu kesadaran sebagai mahasiswa, bahwa penting adanya semangat dan tidak menunda – nunda dalam proses pengerjaan Tugas Desain Kapal, sebaiknya dilakukan perencanaan dalam pengerjaan agar asistensi berjalan sistematis dan terstruktur, dengan begitu tugas dapat terselesaikan tepat waktu.
4. Untuk menambah wawasan dan ide mengenai perencanaan kapal rancangan, sangat disarankan untuk mempelajari *software-software* yang berkaitan dengan perhitungan desain maupun konstruksi kapal.
5. Apabila mahasiswa mengalami kesulitan dalam pemahaman maupun pengerjaan Tugas Desain Kapal, sebaiknya tidak malu dan ragu untuk bertanya kepada dosen pembimbing, dan *Sharing* dengan rekan mahasiswa yang pernah lulus mata kuliah ini, karena memang diperlukan pemahaman yang lebih mengenai berbagai aspek berkaitan dengan perencanaan kapal.