



Analisis Stabilitas Fasilitas Loading Unloading Crane dan Ship Loader pada Kapal Konversi

Jihad Pramayoga^a, Wiwin Sulistyawati^{a,*}, Amir Marasabessy^a

^aTeknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia

Abstract

MV. Ratu Damai, originally designed as a bulk carrier, has undergone conversion into a Floating Loading Facility (FLF). This conversion involves significant additions of structures and cargo handling equipment, which can potentially affect the vessel's overall stability. This research aims to analyze the stability of MV. Ratu Damai post-conversion, focusing on the impact of the added cargo handling equipment on static and dynamic stability parameters. The methods employed include stability calculations based on vessel dimensions, weights, and center of gravity (KG) positions before and after conversion, as well as simulations of various loading and operational conditions. The analysis results are expected to identify changes in stability characteristics, assess compliance with applicable maritime regulations, and provide recommendations to ensure the vessel's operational safety.

Keywords: Stability; Ship Loader; Crane; Maxsurf Stability; FLF

Abstrak

Kapal MV. Ratu Damai, yang awalnya dirancang sebagai *bulk carrier*, telah mengalami konversi menjadi *Floating Loading Facility* (FLF). Konversi ini melibatkan penambahan struktur dan peralatan bongkar muat yang signifikan, yang berpotensi memengaruhi stabilitas kapal secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas MV. Ratu Damai pasca konversi, dengan fokus pada dampak penambahan alat bongkar muat terhadap parameter stabilitas statis dan dinamis. Metode yang digunakan meliputi perhitungan stabilitas berdasarkan data dimensi kapal, bobot, dan posisi pusat gravitasi (KG) sebelum dan sesudah konversi, serta simulasi berbagai kondisi pemuatan dan operasional. Hasil analisis diharapkan dapat mengidentifikasi perubahan karakteristik stabilitas, menilai kepatuhan terhadap regulasi maritim yang berlaku, dan memberikan rekomendasi untuk memastikan keselamatan operasional kapal.

Kata kunci: Stabilitas; Ship Loader; Crane; Maxsurf Stability; FLF

1. Latar Belakang

MV. Ratu Damai, yang dulunya berfungsi sebagai kapal pengangkut barang konvensional, telah mengalami konversi signifikan menjadi Fasilitas Pemuat Mengapung (FLF). Konversi ini bukan hanya perubahan tampilan, melainkan perubahan mendasar yang mempengaruhi fungsi dan kemampuan kapal secara keseluruhan. Alasan di balik keputusan konversi ini berasal dari perubahan kebutuhan logistik maritim yang terus berkembang, terutama dalam sektor pengangkutan barang curah (*bulk cargo*). Seringkali, lokasi sumber daya alam seperti tambang batu bara atau mineral terletak di daerah terpencil yang kurang memiliki akses langsung ke fasilitas pelabuhan laut dalam yang memadai. Mendirikan infrastruktur pelabuhan baru di tempat itu memerlukan investasi modal yang sangat besar, waktu pembangunan yang lama, dan sering kali menghadapi tantangan lingkungan serta sosial yang rumit. Sebagai hasilnya, timbul tantangan dalam memindahkan volume besar kargo curah dari lokasi produksi ke kapal-kapal laut yang lebih efisien untuk perjalanan jauh.

* Email Penulis Koresponden: wiwinsulistyawati@upnvj.ac.id

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Floating Loading Facilities

FLF berperan sebagai terminal terapung yang memungkinkan pemindahan muatan (seperti batu bara, mineral, atau komoditas curah lainnya) dari satu kapal (umumnya tongkang) ke kapal yang lebih besar (misalnya bulk carrier atau mother vessel) di tengah lautan atau perairan yang lebih dalam.

2.2 Ship Loader

Ship Loader Teleskopik merupakan tipe ship loader yang dilengkapi fitur teleskopik, di mana lengan atau corong pemuatnya dapat diperpanjang dan dipendekkan (seperti teleskop)

2.3 Crane

Floating Loading Facility (FLF), crane merupakan salah satu peralatan vital yang berperan sebagai alat utama untuk mengangkat dan memindahkan kargo curah mengangkat kargo curah dari satu kapal ke sistem pemrosesan dan kemudian ke kapal pengangkut yang lebih besar, memastikan proses transshipment berjalan efisien di lepas pantai.

2.4 Rumus Stabilitas

GZ (Arms of the Righting Lever) merupakan salah satu faktor terpenting dalam pengkajian stabilitas kapal. Ini menggambarkan jarak horizontal antara garis aksi gaya apung yang baru (setelah kapal miring) dan garis aksi gaya gravitasi kapal (yang berfungsi melalui titik G). GZ yang positif mengindikasikan bahwa terdapat momen penegak (righting moment) yang berfungsi untuk memulihkan kapal ke posisi tegak.

$$GZ=GM \times \sin \theta$$

2.1

3. Metodologi

3.1 Studi Literatur

Pada langkah ini dilakukan pengumpulan informasi terkait dengan permasalahan yang akan dianalisa agar lebih mudah dipahami serta untuk mengetahui informasi pendukung lainnya.

3.2 pengumpulan Data Kapal

Ukuran utama dan General Arrangement Kapal MV.Ratu Damai didapatkan pada tabel berikut ini:

MV.Ratu Damai	
LOA	229 m
LPP	225.5 m
Breadth	32.36 m
Depth	20.05 m
Designed Draft	12.20 m
Scantling Draft	14.45 m
Deadweight	82.000 ton
Classification	RINA

3.3 Pemodelan Kapal

Pemodelan kapal MV.Ratu Damai menggunakan Maxsurf Modeller Advance yang akan dilanjutkan dianalisis di Maxsurf stability.

3.4 Analisis Stabilitas Menggunakan Maxsurf Stability

Analisis Menggunakan Maxsurf stability dengan menginputkan room definition terlebih dahulu lalu menganalisis pada bagian Large Angle Stability

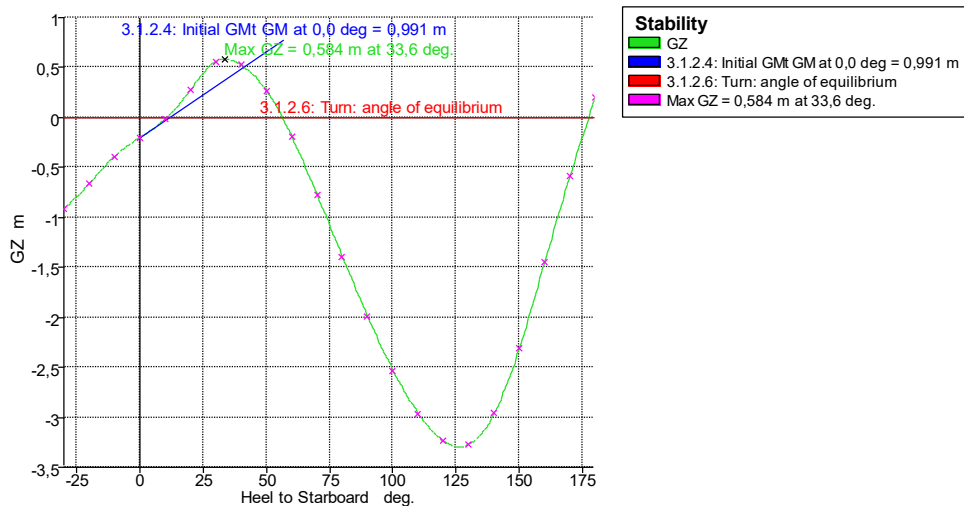
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Variasi Stabilitas Muatan Penuh

Name	Qty	Unit Mass	Total	Long. Arm	Trans.	Vert.arm
Lightship	1	13411,3	13411,3	113	0	10,025
C1	1	103	103	29,375	14,139	20,05
C2	1	103	103	80,41	14,139	20,05
C3	1	103	103	132,31	14,139	20,05
C4	1	103	103	185,94	14,139	20,05
SL1	1	271,52	271,52	53,595	12,124	20,05
SL2	1	271,52	271,52	159,125	12,124	20,05
cargo 1	10	1000	10000	199,78	0	12,49
cargo 2	10	1000	10000	172,965	0	12,49
cargo 3	10	1000	10000	145,285	0	12,49
cargo 4	10	1000	10000	120,2	0	12,49
cargo 5	10	1000	10000	92,52	0	12,49
cargo 6	10	1000	10000	65,705	0	12,49
cargo 7	10	1000	10000	39,755	0	12,49
WB.WT	0	7,55	0	196,759	12,02	18,738
WB.WT	0	7,55	0	196,759	-12,02	18,738
WB.WT	0	7,715	0	170,37	11,723	17,467
WB.WT	0	7,715	0	170,37	-11,723	17,467
WB.WT	0	15,524	0	131,877	11,723	17,467
WB.WT	0	15,524	0	131,877	-11,723	17,467
WB.WT	0	7,74	0	92,52	11,723	17,467
WB.WT	0	7,74	0	92,52	-11,723	17,467
WB.DB 1S	0	7,55	0	197,876	6,715	2,503
WB.DB 1P	0	7,55	0	197,876	-6,715	2,503
WB.DB 2S	0	7,715	0	170,289	11,666	3,038
WB.DB 2P	0	7,715	0	170,289	-11,666	3,038
WB.DB 3S	0	15,524	0	130,579	11,697	2,998
WB.DB 3P	0	15,524	0	130,579	-11,697	2,998

WB.DB 4S	0	7,74	0	80,085	11,677	3,022
WB.DB 4P	0	7,74	0	80,085	-11,677	3,022
WB.DB 5S	0	11	0	40,98	11,288	3,199
WB.DB 5P	0	11	0	40,98	-11,288	3,199
WB. APT	50	10,57	528,5	2,032	10,405	17,951
WB. FPT	50	15,67	783,5	217,183	0	6,77
FOT 1S	50	5	250	38,89	11,723	17,467
FOT 1P	50	5	250	38,89	-11,723	17,467
FOT 2S	50	5	250	65,705	11,723	17,467
FOT 2P	50	5	250	65,705	-11,723	17,467
FW P	1	178,3	178,3	5,689	-10,797	17,653
FW S	1	178,3	178,3	5,689	10,797	17,653
Total		87034,94	117,252	0,206	12,253	
FS					0	
VCG fluid						12,253

4.2 Grafik GZ Variasi Stabilitas Muatan Penuh



4.3 Stability Criteria IMO Criteria A.749(18) Ch3

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	4,3927	Pass	+39,39
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,0725	Pass	+95,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	5,6799	Pass	+230,44
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,584	Pass	+192,00

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	33,6	Pass	+34,54
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	0,991	Pass	+560,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	10,6	Fail	-6,46

5. Kesimpulan

Kesimpulan penting mengenai dampak operasional alat bongkar muat terhadap stabilitas MV. Ratu Damai yang telah diubah menjadi Fasilitas Muat Mengapung mencakup beberapa poin. Perubahan dari Bulk Carrier menjadi FLF mengakibatkan peningkatan ketinggian titik berat vertikal kapal dan momen inersia massa, yang berdampak pada nilai metasentra dan kurva stabilitas kapal.

Referensi

- Registro Italiano Navale. (2025). RINA RULES FOR COMMON STRUCTURAL RULES FOR BULK CARRIERS AND OIL TANKER.
- Molland, A. F., & Turnock, S. R. (2011). *Marine Rudders and Control Surfaces*. Elsevier.
- Fossen, T. I. (2021). *Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control*. John Wiley & Sons.
- Izatullah, K., Fadillah, A., & Theresiana, D. N. (2022). Design of Floating Terminal for Coal Transportation Optimization. *Advances in Engineering Research*, 210(1), 100-101.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture*. Society of Naval Architects & Marine Engineers.
- CEMA. (2014). *Belt Conveyors for Bulk Materials*. Conveyor Equipment Manufacturers Association
- ABS. (2020). *Guide for Certification of Offshore Cranes*.
- Biran, A., & López-Pulido, R. (2014). *Ship Hydrostatics and Stability* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Port Equipment Manufacturers Association (PEMA). (2016). *Guidelines for Safe Operation of Bulk Material Handling Equipment*. PEMA.
- Spivakovsky, A., & Dyachkov, V. (1985). *Conveyors and Related Equipment*. CRC Press.
- Rawson, K. J., & Tupper, E. C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th ed.). Butterworth-Heinemann.