

# Analisis Pengaruh Pindahkan Ruang Awak Kapal dari Geladak Kendaraan ke Geladak Bangunan Atas Terhadap Stabilitas Kapal Ferry Ro-Ro

Mushawwir Razak<sup>1\*</sup>, Syamsul Asri<sup>1</sup>, Daeng Paroka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino km.6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

\*Email: mushawwir\_razak@yahoo.com

DOI: 10.25042/jpe.112020.02

## Abstrak

Pemindahan ruangan ABK dari geladak kendaraan ke bangunan atas dilakukan dengan pertimbangan efisiensi peangkutan dengan dilakukan pemindahan tersebut akan menambah jumlah kendaran yang bisa diangkut, akan tetapi dengan penambahan tersebut justru akan memberikan pengaruh terhadap stabilitas kapal utama titik berat, penambahan berat dan sarat sehingga perlu dilakukan analisis. Metode analisa yang dilakukan adalah untuk menganalisis lengan stabilitas dengan bantuan Maxsurf stabilitas yakni metode benyamin space. Sedangkan untuk mengevaluasi lengan stabilitas berdasarkan kriteria umum dan kriteria cuaca sesuai dengan *intact stability code* 2009. Hasil yang didapat terjadi perubahan titik berat yang tidak signifikan mempengaruhi lengan stabilitas dan berdasarkan evaluasi masih memenuhi kriteria baik kriteria umum dan kriteria cuaca.

## Abstract

*Analysis of the Transfer of Crew Room from Car Deck to Deck House to the Stability of Ferry Ro-Ro.* The move of the ABK room from the deck of the vehicle to the top building is done in consideration of the efficiency of the transport by doing the transfer will increase the number of vehicles that can be transported, but with the addition will precisely affect the stability of the main ship heavy point, weight and overload. So it is necessary to do analysis. The adopted analysis method undertaken is to use to analyse the arm stability with the help of Maxsurf stability with Benjamin Space method which is moderate to evaluate the stability arm based on common criteria and weather criteria according to the Intact stability code, 2009. The result of an insignificant weight point change affects the stability of the arm and the based on the evaluation, it still met the criteria of both general criteria as well as weather criteria.

**Kata Kunci:** Ferry ro-ro, kriteria IMO, Maxsurf, pemindahan ruang, stabilitas kapal

## 1. Pendahuluan

Kelaiklautan kapal adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan keselamatan kapal dengan salah satu variabel keselamatan kapal adalah stabilitas. Stabilitas adalah kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali pada kedudukan semula setelah mendapat gangguan yang ditimbulkan oleh benda itu sendiri maupun gangguan dari luar. Ukuran stabilitas kapal adalah besarnya kopel yang terjadi sebagai akibat interaksi antara gaya berat dan gaya tekan. Stabilitas kapal erat hubungannya dengan bentuk kapal, ukuran pokok kapal yang terdiri dari; panjang (length), lebar (breadth), tinggi (depth), sarat (draft), dan tinggi lambung timbul kapal (freeboard).

Setiap kapal harus menunjukkan hasil perhitungan stabilitas yang sudah disetujui

(approved) oleh badan klasifikasi dimana kapal tersebut dikelaskan. Proses pemeriksaan stabilitas didasarkan pada kriteria stabilitas baik kriteria stabilitas dalam negeri untuk kapal pelayaran lokal atau kriteria stabilitas internasional untuk kapal pelayaran internasional.

Hal-hal yang mempengaruhi stabilitas kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu: faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk & ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan; Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai. Oleh karena itu maka stabilitas erat hubungannya dengan bentuk kapal, muatan, draft, dan ukuran dari nilai GM. Posisi M (metasentrum) hampir tetap sesuai dengan style kapal, pusat buoyancy B (buoyancy) digerakkan oleh draft sedangkan pusat gravitasi bervariasi



posisinya tergantung pada muatan. Sedangkan titik M (metasentrum) adalah tergantung dari bentuk kapal, hubungannya dengan bentuk kapal yaitu lebar dan tinggi kapal, bila lebar kapal melebar maka posisi M (metasentrum) bertambah tinggi dan akan menambah pengaruh terhadap stabilitas. Kaitannya dengan bentuk dan ukuran, maka dalam menghitung stabilitas kapal sangat tergantung dari beberapa ukuran pokok yang berkaitan dengan dimensi pokok kapal. Ukuran-ukuran pokok yang menjadi dasar dari pengukuran kapal adalah panjang (length), lebar (breadth), tinggi (depth) serta sarat (draft).

Kapal-kapal penyeberangan (ferry ro-ro) milik PT. ASDP utamanya kapal dengan ukuran 750 dan 500 GT, lokasi dari ruang ABK berada di sisi kiri dan kanan pada geladak kendaraan. Keadaan ini membuat kapasitas dari kendaraan yang akan diangkut dalam satu pelayaran menjadi terbatas. Keterbatasan ini tentunya sangat berpengaruh terhadap sisi ekonomi yaitu keuntungan yang didapatkan dalam operasional kapal. Atas dasar itu, pemilik kapal (PT. ASDP) mempunyai keinginan untuk menambah luasan geladak kendaraan dengan memindahkan ruang ABK yang ada di sisi kiri dan kanan geladak kendaraan ke bangunan atas.

Dalam melaksanakan pemindahan ruang ABK tentu akan berpengaruh perubahan sarat dan lambung timbul, titik berat kapal yang lebih tinggi dan luas bidang tangkap angin menjadi lebih besar parameter tersebut berhubungan langsung terhadap stabilitas kapal.

Kapal feri ro-ro adalah kapal yang memiliki satu atau lebih geladak baik terbuka maupun tertutup yang digunakan untuk mengangkut segala jenis kendaraan sebagai muatan yang dimuat melalui system pintu rampa dibagian depan maupun belakang kapal dan dimuat serta dibongkar dari dan ke atas kapal menggunakan kendaraan atau platform yang dilengkapi dengan roda. Kapal feri berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan jaringan jalan dan/atau jaringan jalur kereta api yang dipisahkan oleh perairan untuk mengangkut penumpang dan kendaraan beserta muatannya. Kapal feri memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis kapal lain. Kapal feri memiliki pintu rol on rol off dibagian haluan dan buritan kapal, muatan kapal feri kebanyakan dimuat di atas bagian deck [1].

Stabilitas kapal merupakan kemampuan sebuah kapal untuk kembali ke posisi semula setelah mengalami keolengan. Stabilitas kapal terkait erat dengan distribusi muatan dan perhitungan nilai lengan penegak (GZ). Perbedaan distribusi muatan yang terjadi pada setiap kondisi pemuatan akan mengakibatkan terjadinya perubahan pada nilai KG, yaitu jarak vertikal antara titik K (keel) dan titik G (centre of gravity) yang selanjutnya akan mempengaruhi nilai lengan penegak (GZ) yang terbentuk.

Stabilitas kapal bergantung pada beberapa faktor antara lain dimensi kapal, bentuk badan kapal yang berada di dalam air, distribusi benda-benda di atas kapal dan sudut kemiringan kapal terhadap bidang horizontal [2].

Stabilitas kapal adalah keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat senget (kemiringan) yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar. Hubungan dengan bentuk kapal, muatan, draft, dan ukuran dari nilai GM. Posisi M hampir tetap sesuai dengan jenis kapal, pusat buoyancy B digerakkan oleh draft sedangkan pusat gravitasi bervariasi posisinya tergantung pada muatan. Sedangkan titik M adalah tergantung dari bentuk kapal, hubungannya dengan bentuk kapal yaitu lebar dan tinggi kapal, bila lebar kapal melebar maka posisi M bertambah tinggi dan akan menambah pengaruh terhadap stabilitas. Kaitannya dengan bentuk dan ukuran, maka dalam menghitung stabilitas kapal sangat tergantung dari beberapa ukuran pokok yang berkaitan dengan dimensi pokok kapal.

Stabilitas kapal terkait erat dengan distribusi muatan dan perhitungan nilai lengan penegak (GZ). Perbedaan distribusi muatan yang terjadi pada setiap kondisi pemuatan akan mengakibatkan terjadinya perubahan pada nilai KG, yaitu jarak vertikal antara titik K (keel) dan titik G (centre of gravity) yang selanjutnya akan mempengaruhi nilai lengan penegak (GZ) yang terbentuk. Stabilitas kapal bergantung pada beberapa faktor antara lain dimensi kapal, bentuk badan kapal yang berada di dalam air, distribusi benda-benda di atas kapal dan sudut kemiringan kapal terhadap bidang horizontal [3].



Karakteristik lengan stabilitas dapat ditinjau sebagai kriteria stabilitas yang dikeluarkan oleh IMO A.749 (18) atau dikenal dengan *first generation intact stability criteria* berdasarkan luasan dibawah kurva sampai pada sudut kemiringan tertentu dimana luasan di bawah sangat berpengaruh terhadap sudut oleng kapal ketika kapal mengalami gangguan dari luar yang dapat dijelaskan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Intact stability code (IMO A.749: 2008)**

Parameter	Kriteria	Satuan
Maks. Luasan GZ 0 to 30	$\geq 3.151$	m.deg
Maks. Luasan GZ 0 to 40	$\geq 5.156$	m.deg
Maks. Luasan GZ 30 to 40	$\geq 1.718$	m.deg
Maks. GZ 30 atau lebih besar	$\geq 0.2$	m
Sudut maksimum GZ	$\geq 25$	deg
Tinggi Metasentra awal	$\geq 0.15$	m

Kurva lengan stabilitas dapat juga diketahui lengan stabilitas maksimum dimana pada saat sudut kemiringan dengan jarak garis kerja gaya berat dan gaya apung terbesar, momen maksimum yang dapat ditimbulkan untuk mengembalikan kapal pada posisi semula setelah momen pengganggu ditiadakan dimana lengan stabilitas maksimum dipengaruhi oleh rasio lebar dan sarat kapal serta rasio lambung timbul dan lebar kapal dan sudut kemiringan dengan lengan stabilitas nol (angle of vanishing stability) [4].

Lengan stabilitas maksimum dipengaruhi oleh rasio *freeboard* terhadap lebar kapal dan rasio lebar terhadap sarat kapal, lengan maksimum terjadi pada rasio B/T yang besar dan rasio FB/B yang besar, penelitian tersebut berdasarkan tipe kapal ferry ro-ro [5]. Karakteristik lengan stabilitas merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan dalam menentukan kondisi batas lengan stabilitas yang memungkinkan kapal dapat beroperasi dengan aman adalah performa gerak *rolling* khususnya pada saat beroperasi pada gelombang samping. Perbedaan karakteristik lengan stabilitas seperti tinggi metacentra (GM), luasan dibawah kurva lengan stabilitas, sudut kemiringan dengan lengan stabilitas maksimum, sudut kemiringan sama dengan nol dapat berpengaruh terhadap karakteristik gerak *rolling* selain faktor redaman.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perubahan karakteristik lengan stabilitas

berdampak signifikan terhadap karakteristik gerak *roll* khususnya pada amplitudo yang cukup besar, gerak *roll* dapat menjadi tidak stabil dan dapat berdampak terhadap ketenggelaman [6].

Prinsip dasar dari kriteria cuaca adalah keseimbangan energi antara kemiringan angin dan momen yang terjadi dengan gerakan oleng. Salah satu metode yang memperlihatkan metode keseimbangan energi dapat ditentukan [7]. momen pengembali kapal lebih besar dibandingkan dengan momen kemiringan akibat angin. Sebuah kapal diasumsikan tiba-tiba mengalami momen kemiringan angin pada saat kondisi naik.

Pada kondisi terburuk, kapal diasumsikan menerima angin kencang ketika kapal bergerak searah dengan arah angin. Pada keadaan kapal mengalami oleng resonan (oleng dengan sudut tetap), momen oleng redaman dan momen akibat ombak dapat diabaikan. Kemudian, keseimbangan energi antara momen oleng angin dan momen pengembali dapat disahkan dengan sesuai kondisi diatas. Lalu pada bagian akhir terbaliknya sebuah kapal, sesuai dengan mekanisme resonansi yang mendekati sudut yang mengakibatkan stabilitas kapal hilang, efek dari momen gelombang dapat dianggap lebih kecil.

## 2. Metode

Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif dengan menentukan lengan stabilitas akibat permindahan ruang awak kapal dari geladak kendaraan ke geladak bangunan atas dilakukan berdasarkan data kapal KMP Lakaan (750 GT), KMP Bahtera Mas II (500 GT).

Setelah semua data yang dibutuhkan diperoleh, kemudian data tersebut dikumpulkan dan diolah pada permodelan Maxsurf versi 20 dengan tahapan:

### 1) Pembuatan desain model

Dari data awal yang telah diambil, kemudian dilakukan pembuatan model dengan menggunakan program *Maxsurf* versi 20. Pembuatan model dilakukan dengan prosedur pemodelan *Maxsurf* versi 20 yaitu :

- a) Membuat Sections, waterlines, Buttoclines, dan garis sent. Proses ini bisa dilakukan dengan *Maxsurf modeler* versi 20.



- b) Pembuatan model 3 dimensi dari kapal bertujuan untuk melihat bentuk dari bodi keseluruhan kapal tersebut.
  - c) Pengecekan model dimaksudkan untuk menjamin bagian-bagian sudah terkoneksi secara benar sebelum melakukan analisis.
- 2) Tahapan pengolahan data
- a) Karakteristik hidrostatik  
Menghitung nilai KB, MB, dan MK pada setiap kombinasi letak ABK room pada tiap GT menggunakan program *Maxsurf stability* versi 20 dengan mode analysis *upright hydrostatic*.
  - b) Evaluasi Stabilitas  
Menghitung lengan stabilitas dan parameter stabilitas menggunakan *Maxsurf stability* versi 20 dengan mode analysis *large angle stability* untuk setiap kombinasi, kemudian dievaluasi berdasarkan kriteria *IS Code*.
  - c) Analisa korelasi posisi ABK room terhadap stabilitas kapal. Dari hasil kurva stabilitas dan parameter stabilitas dapat dilihat pengaruh perpindahan posisi ABK Room terhadap stabilitas kapal, serta mengetahui batasan nilai KG yang memungkinkan stabilitas kapal memenuhi kriteria *IS Code*.

### 3. Pembahasan

Kapal yang digunakan sebagai objek penelitian adalah kapal ferry KMP Lakaan (750

GT) yang telah dibangun oleh PT. Industri Kapal Indonesia Makassar (PT.IKI Makassar) Data ukuran utama dan data lainnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

**Tabel 2. Ukuran utama kapal**

Panjang Keseluruhan kapal (LOA)	56,70 m
Panjang garis Tegak (LBP)	50,50 m
Panjang garis Air (LWL)	52,70 m
Lebar Kapal (B)	14 m
Tinggi Kapal (H)	3,8 m
Sarat Kapal (T)	2,7 m

**Tabel 3. Muatan, daya mesin dan kecepatan dinas**

Awak Kapal	22 orang
Penumpang	196 orang
Muatan mobil	15 truk, 10 sedan
Daya Mesin	2 x 1100 HP
Kecepatan Servis Kapal	11 Knot

Data hidrostatik merupakan data yang harus diketahui sebelum dilakukan perhitungan dimana, parameter-parameter hidrostatik yang diketahui seperti displasemen, koefisien bentuk, dan titik KB, MB baik secara transverse dan longitudinal harus diketahui. Hasil perhitungan masing-masing parameter hidrostatik dihitung dengan bantuan program aplikasi *Maxsurf stability*, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hisrostatik KMP. Lakaan**

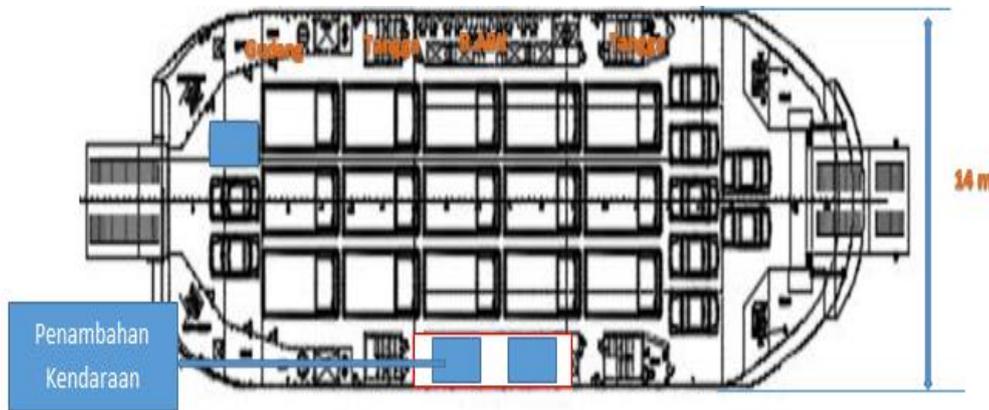
Parameter	Sarat					
	0	0,54	1,08	1,62	2,16	2,7
Displacement	0	122,3	395,6	704,9	1036	1391
Draft m	0	0,54	1,08	1,62	2,16	2,7
WL Length m	32,557	43,883	46,121	48,181	50,676	52,512
Beam max extents on WL m	0	12,344	13,921	13,987	13,992	13,995
Wetted Area m <sup>2</sup>	0	430,652	547,119	625,646	705,222	791,027
Waterplan Area m <sup>2</sup>	0	427,63	528,845	571,18	606,857	643,908
Prismatic Coefficient (Cp)	0	0,784	0,778	0,779	0,771	0,774
Block Coefficient (Cb)	0	0,408	0,557	0,629	0,66	0,684
Max Sect. Area Coeff. (Cm)		0,52	0,716	0,808	0,86	0,884
Waterpl. Area Coeff. (Cwp)	0	0,789	0,824	0,848	0,856	0,876
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0	25,87	25,801	25,633	25,379	25,039
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	0	25,861	25,616	25,111	24,454	23,627
KB m	0	0,36	0,676	0,971	1,264	1,56
KG m	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
BMt m	0	40,459	20,072	12,37	8,964	7,064
BML m	0	384,696	176,172	123,603	100,551	89,573
GMt m	-2,7	38,118	18,048	10,641	7,528	5,924
GML m	-2,7	382,355	174,148	121,874	99,115	88,433
KMt m	0	40,818	20,748	13,341	10,228	8,624
Immersion (TPc) Tonne/cm	0	4,383	5,421	5,855	6,22	6,6



Hasil dari perhitungan berat konstruksi ruang ABK setelah pemindahan didapatkan sebesar 4.540 ton. Penambahan ini akan diakumulasi dengan berat kapal kosong yang sebelumnya 834,199 ton menjadi 845,23 ton. Nilai ini yang digunakan menganalisis pengaruh pemindahan ruang ABK ke navigation dek.

Jumlah penambahan kendaran yang dapat ditempat disesuaikan dengan ukuran ruang ABK yang dibongkar yakni 2 x 13 meter berdasarkan

lebar tersebut maka golongan kendaraan yang dapat ditempati ialah golongan IV (Sedan) dengan ukuran panjang 5 meter dan lebar 1,5 berdasarkan Peraturan Menteri 66 tahun 2019 Mekanisme Penetapan dan Formulasi perhitungan tarif angkutan penyeberangan, sehingga jumlah kendaraan yang bisa sebanyak 4 unit, 2 unit sisi kanan dan 2 unit sisi kiri, sketsa penambahan ditunjukkan pada Gambar 1.

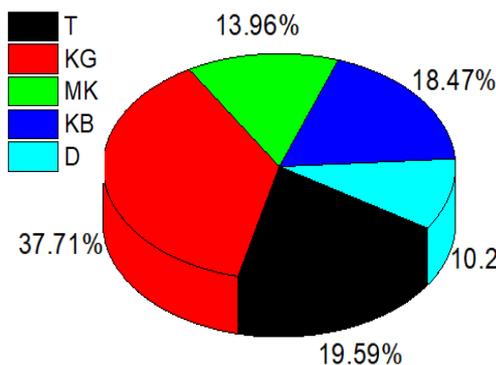


Gambar 1. Penambahan ruang ABK ke deck

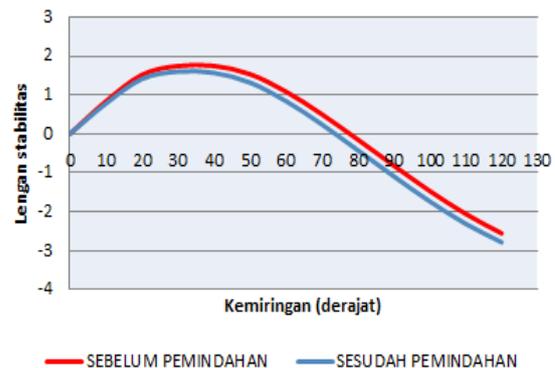
Akibat pemindahan ruang ABK juga akan mempengaruhi titik berat kapal sebelumnya 4,725 meter naik menjadi 4,997 meter. perubahan titik berat akan berpengaruh terhadap lengan stabilitas karena jarak metasentra akan mengecil yang sebelumnya 9.478 meter menjadi 9.276 meter, sehingga titik apung dari 1.383 menjadi 1.422 hal ini terjadi karena perubahan tinggi sarat sebelumnya 2.374 menjadi 2.455 dengan penambahan kendaraan dan bangunan atas juga akan mempengaruhi total displacement sebelumnya 1213,35 ton menjadi 1232,5 ton. Pesentase perubahan dari semua variable yang mempengaruhi lengan stabilitas dapat dilihat pada gambar dibawah Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, variable titik berat kapal memberikan pengaruh yang besar terhadap perubahan lengan stabilitas sebesar 37.71% dari semua variable dan perubahan tinggi sarat kapal sebesar 19.59% dan 13,96% akibat perubahan tinggi metasentra dan perubahan displacement kapal tidak signifikan memberikan pengaruh terhadap pemindahan ruang ABK.

Setelah diketahui penambahakan komponen berat dan masing-masing perubahan titik KG kapal maka dilakukan perhitungan lengan stabilitas berdasarkan komponen tersebut. Perbedaan kurva lengan stabilitas dapat kita lihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Presentase variable yang mempengaruhi lengan stabilitas



Gambar 3. Perbedaan kurva lengan stabilitas sebelum dan sesudah penambahan

Berdasarkan Gambar 3, terlihat perbedaan sebelum dan sesudah pemindahan ruang ABK dari dek kendaraan ke bangunan atas, perbedaan setelah pemindahan terjadi perubahan lengan stabilitas yang lebih kecil/luasan kurva lengan stabilitas yang lebih sebelum pemindahan, perubahan luasan lengan stabilitas 0-30 derajat presentase perubahan 1.09%, untuk luasan 0-40 peresentase perubahn 1.11% hal ini menandakan bahwa perubahan lengan stabilitas tidak signifikan akibat pemindahan ruang ABK ke ruang bangunan atas.

Setelah perhitungan lengan stabilitas, kemudian dievaluasi berdasarkan kriteria stabilitas berdasarkan luasan lengan stabilitas. Hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Kriteria cuaca yang dikeluarkan oleh IMO ialah kriteria perubahan lengan stabilitas akibat adanya factor luar seperti gelombang dan angin, kriteria apabila luasan b lebih besar dari luasa a maka dikatakan memenuhi, hal ini karena pertimbangan keseimbangan energy untuk menghitung variable tersebut dapat dilihat pada MSC 2.67(85). Hasil evaluasi berdasarkan kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 5. Evaluasi kriteria umum intact stability sebelum dan setelah pemindahan ruang ABK**

Parameter	Kriteria	Evaluasi Sebelum Kriteria	Memenuhi (Ya/Tidak)	Evaluasi Setelah Kriteria	Memenuhi (Ya/Tidak)	Satuan
Maks. Luasan GZ 0 to 30	$\geq 3.151$	32.90	Ya	30.49	Ya	m.deg
Maks. Luasan GZ 0 to 40	$\geq 5.156$	50.49	Ya	46.47	Ya	m.deg
Maks. Luasan GZ 30 to 40	$\geq 1.718$	17.58	Ya	15.97	Ya	m.deg
Maks. Luasan GZ 30 atau lebih besar	$\geq 0.2$	1.764	Ya	1.60	Ya	m
Sudut Maksimum GZ	$\geq 25$	35.5	Ya	32.7	Ya	deg
Tinggi Metasentra awal	$\geq 0.15$	4.821	ya	4.48	ya	m

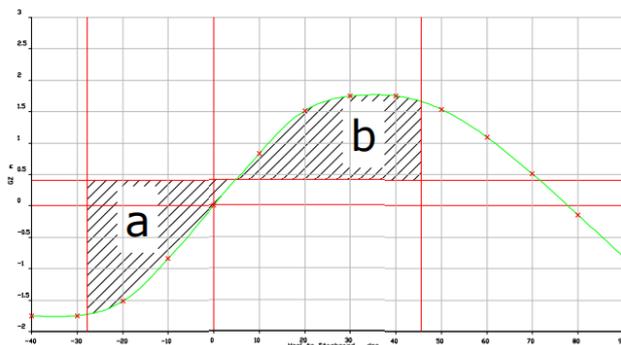
**Tabel 6. Evaluasi lengan stabilitas berdasarkan kriteria cuaca IMO**

Parameter	T	K	x1	x2	s	r	$\Phi 0$	$\Phi 1$	$\Phi 2$
Sebelum Pemindahan	5.138	1	0.8	0.97	0.1	1.180	5	29.056	45
Setelah Pemindahan	5.14	1	0.8	0.97	0.1	1.2404	5	29.790	45

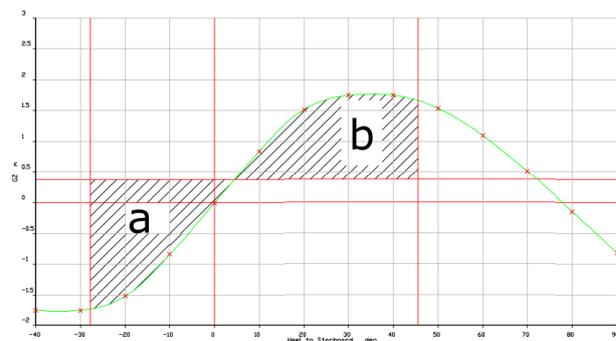
  

Parameter	P	A	Z	LWL1	LWL2	a	b	b/a	Ket
Sebelum Pemindahan	300	3616.6	4.59	0.412	0.6178	1.0287	0.8752	0.8508	Tidak memenuhi
Setelah Pemindahan	300	3616.6	4.59	0.4119	0.6178	1.0224	0.7447	0.7284	Tidak memenuhi

Perbedaan kurva evaluasi lengan stabilitas dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



**Gambar 4. Kurva evaluasi lengan stabilitas berdasarkan IMO (Sebelum)**



**Gambar 5. Kurva evaluasi lengan stabilitas berdasarkan IMO (Sesudah)**



#### 4. Kesimpulan

- a) Lengan stabilitas setelah pemindahan ruang awak kapal dari geladak kendaraan ke bangunan atas menjadi lebih kecil sehingga luasan dibawah kurva lengan stabilitas juga mengecil hal ini terjadi pada kedua sampel. Penyebab kecilnya lengan stabilitas dari analisis variable yang sangat berpengaruh seperti perubahan titik berat, perubahan displacement kapal, perubahan tinggi sarat dan perubahan titik MK dan KB dari variable tersebut didapatkan presentase perubahan terbesar dari semua variable yang adalah ialah titik berat kapal untuk sebesar 37.71% sedangkan presentase pengurangan luasan lengan stabilitas terjadi pada sudut kemiringan 0-40 derajat sebesar 4%.
- b) Berdasarkan hasil lengan stabilitas yang didapatkan dari semua sampel kapal masih memenuhi kriteria umum didalam intact stability code setelah pemindahan ruang awak kapal, Akan tetapi pada analisis kriteria cuaca akibat gelombang dan angin semua sampel kapal tidak memenuhi kriteria dengan rasion luasa a dan b dibawah dari 1.0 yang dipersyaratkan didalam kriteria cuaca yang di keluarkan oleh IMO.

#### Referensi

- [1] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 115, *Tata Cara Pengangkutan Kendaraan diatas Kapal*. Indonesia, 2016.
- [2] J. Fyson, *Design of Small Fishing Vessel*. England: Fishing News (Books) Ltd., 1985.
- [3] A. S. Farhum, "Kajian Stabilitas Empat Tipe Kasko Kapal Pole and Line," *J. Ilmu dan Teknol. Trop.*, vol. 2, no. 2, pp. 53–61, 2010.
- [4] International Maritime Organization, *Intact Stability Code*. London, 2008.
- [5] S. Asri, M. S. Pallu, M. A. Thaha, and M. Idrus, "Intact Stability Criteria and its Impact on Design of Indonesian Ro-Ro Ferries," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 1774–1779, 2014.
- [6] D. Paroka, "Karakteristik Lingkungan Perairan Indonesia: Dasar Penentuan Kriteria Stabilitas Kapal Dalam Negeri," *J. Tek. BKI Propulsi*, vol. 1, 2014.
- [7] E. Pierrottet, "Standards of Stability for Ships," *Trans. R. Inst. Nav. Archit.*, vol. 77, pp. 208–222, 1935.

