

TUGAS AKHIR
ANALISA KESELAMATAN KAPAL RO-RO 1340 GT DITINJAU DARI
DAMAGE STABILITY

Diajukan Kepada Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada
Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan Pendidikan Sarjana S-1
Teknik Perkapalan



Disusun Oleh :

NAMA : YOGA CAKRA BUANA
NIM : 2016310906

JURUSAN TEKNIK PERKAPALN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. yang mana atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Dimana salah satu syarat untuk mencapai gelar strata I (S-1) adalah dengan menyelesaikan Tugas Akhir. Tugas Akhir merupakan salah satu mata kuliah yang wajib untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.

Selama proses penyelesaian tugas merancang berlangsung sampai terselesaikan, banyak orang – orang yang mendukung penulis baik itu secara moral maupun materiil.

Dalam kesempatan ini perkenankan saya untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang Tua saya, yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan kepercayaan yang besar untuk saya.
2. Yoseph Arya Dewanto,ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
3. Shanty Manullang, S.Pi, M. Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada sekaligus selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
4. Augustinus Pusaka,ST.,MT dosen pembimbing I Tugas Akhir.
5. Theresiana Dwirina Novita,ST.,M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik di Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
6. Seluruh dosen serta karyawan Fakultas Teknologi Kelautan.
7. Angkatan ekstensi UNDIP yang saling memberi dukungan dalam perkuliahan.
8. Angkatan angkatan 2013 yang banyak membantu dan memberi semangat khususnya anak-anak kosan FTK ceria.
9. Rekan - rekan Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
10. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun dalam penyampaian materi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan dan hasil yang baik untuk kedepannya. Penulis berharap semoga tugas merancang kapal ini dapat memberikan manfaat bagi semua

pihak, khususnya bagi kemajuan penulis dalam bidang perkapalan dan bagi Jurusan Teknik Perkapalan pada umumnya.

Akhir kata, Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam penyelesaian tugas merancang kapal ini, rekan – rekan seperjuangan, dosen - dosen beserta staf di Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.

Jakarta, Maret 2019

Yoga Cakra Buana



ABSTRAK

Secara umum stabilitas dapat diartikan bahwa stabilitas atau keseimbangan ialah suatu sifat atau kecenderungan sebuah kapal untuk kembali tegak seperti kedudukan semula setelah mendapatkan senget karena gaya dari luar. *Damage Stability* atau lebih dikenal dengan stabilitas kapal bocor merupakan keadaan dimana kapal mengalami kebocoran pada kompartemen kapal sehingga kondisi stabilitas kapal menjadi terganggu. Kondisi tersebut harus diatasi dengan memiliki perencanaan kompartemen yang mampu mencegah ketidakstabilan atau bahkan menyebabkan tenggelamnya kapal. Pada Tugas akhir ini kapal yang menjadi obyek penelitian adalah Kapal *Ro-Ro* 1340 GT yang beroperasi pada pelayaran Ketapang – Gilimanuk. Metode yang dipakai untuk menghitung *damage stability* adalah metode *lost buoyancy*. Metode ini mengasumsikan kondisi dimana ketika kapal mengalami kebocoran maka *buoyancy* kapal akan berkurang, hal ini terjadi karena ruang kosong dalam kapal akan terisi air sehingga tidak lagi menjadi bagian yang memberi kontribusi pada besarnya *buoyancy* sehingga sarat kapal akan bertambah dan dapat mengakibatkan *sinkage*. Sesuai perhitungan SOLAS (*Safety Of Life At Sea Consolidated Edition 2014 Chapter II-1 Part B-1*) terdapat dua index yang dibandingkan yaitu index R *Required index* yang tergantung pada panjang penyekatan kapal dan index A *Attained subdivision index*. Nilai index A tergantung pada faktor Pi yang menunjukkan kemungkinan bahwa kompartemen atau beberapa kompartemen berhubungan mengalami kebocoran serta faktor Si yang menunjukkan kemungkinan kapal akan selamat jika terjadi kebocoran. Dengan membandingkan nilai index A dan index R, maka dapat diketahui apakah *damage stability* dan penyekatan kapal sudah memenuhi standar SOLAS.

Kata Kunci: Kapal *Ro-Ro*, *Damage Stability*, SOLAS, *Lost Buoyancy*.

ABSTRACT

In general, stability can be interpreted that stability or balance is a characteristic or tendency of a ship to return upright as its original position after getting fierce due to external forces. Damage Stability, better known as leaky ship stability, is a condition where the vessel has a leak in the ship's compartment so that the stability condition of the ship becomes disturbed. This condition must be overcome by having a compartment plan that can prevent instability or even cause the sinking of the ship. In this final project, the ship that became the object of the research was the Ro-Ro 1340 GT vessel which operated on the Ketapang - Gilimanuk cruise. The method used to calculate damage stability is the lost buoyancy method. This method assumes a condition when the vessel has a leak the vessel buoyancy will decrease, occurs because the empty space in the vessel will be filled with water so it is no longer the part that contributes to the buoyancy so that the ship will increase and can result in sinkage. In accordance with the calculation of SOLAS (Safety of Life at Sea) Consolidated Edition 2014 Chapter II-1 Part B-1. there are two indexes compared, namely index R Required index which depends on the length of the insulation of the ship and index A Attained subdivision index. The index A value depends on the Pi factor which indicates the possibility that the compartments or some of the related compartments have a leak and the factor Si that indicates the possibility of the ship surviving in the event of a leak. By comparing index A and index R values, it can be seen whether damage stability and ship insulation meet SOLAS standards.

Keywords: Ro-Ro Ship, Damage Stability, SOLAS, Lost Buoyancy.

DAFTAR ISI

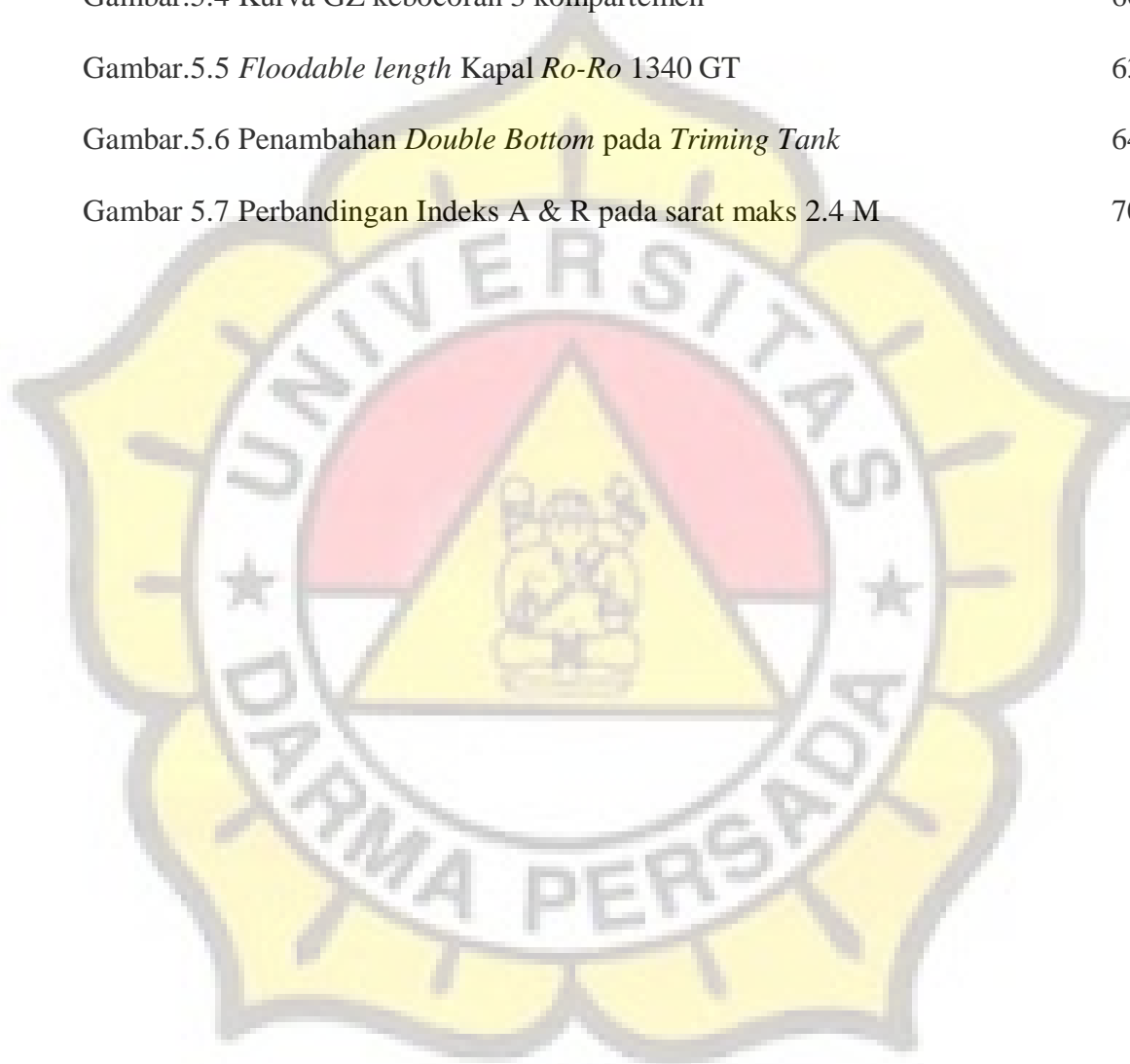
COVER	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kapal <i>Ro-Ro</i>	5
2.2 Stabilitas Kapal	9
2.3 Pengertian Dasar Kebocoran (<i>Flooding</i>)	13
2.4 Pendekatan <i>Probabilistic</i>	15
2.5 <i>Damage Stability</i>	17
2.6 Metode Perhitungan <i>Damage Stability</i>	17
2.7 Persyaratan <i>SOLAS Consolidated Edition Chapter II-1 Part B-1</i>	18
2.8 Perhitungan <i>Damage Stability</i>	19
2.9 <i>Permeabilitas</i>	25
2.10 <i>Floodable Length</i>	25
2.11 <i>Software Maxsurf</i>	26

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1	<i>Flow Chart</i>	28
BAB IV	PENGOLAHAN DATA	32
4.1	Pembuatan Lambung, Tangki dan Kompartemen Kapal	32
4.2	Rencana Kondisi Pemuatan dan Penentuan Sarat Kapal	37
4.3	Perhitungan <i>Intact Stability</i>	39
4.4	Perencanaan Kebocoran	42
4.5	Menghitung Nilai Indeks <i>Damage Stability</i> Berdasarkan SOLAS	51
BAB V	ANALISA DATA	57
5.1	Analisa Indeks A dan Indeks R	57
5.2	Analisa <i>Floodable length</i>	61
5.3	Penambahan Sekat Kapal Ro-Ro 1340 GT	64
BAB VI	PENUTUP	71
6.1	Kesimpulan	71
6.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tenggelamnya KM. Wihan Sejahtera	1
Gambar 2.1. Tampak Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	6
Gambar 2.2. Radius Pelayaran Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT (Ketapang-Gilimanuk)	6
Gambar 2.3. <i>Lines Plan</i> Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	7
Gambar 2.4. <i>General Arrangement</i> Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	8
Gambar 2.5 titik stabilitas Kapal	10
Gambar 2.6. Kapal saat kondisi stabil	11
Gambar 2.7. Kapal saat kondisi labil	11
Gambar 2.8. Kapal saat kondisi netral	12
Gambar 2.9. Kondisi KMP Mariasa Nusantara Setelah Tabrakan	14
Gambar 2.10 Kapal Lestari Tenggelam akibat bocor pada bagian lambung	14
Gambar 2.11 <i>Damage Stability</i>	17
Gambar 2.12 Panjang Subdivisi (Ls) kapal	19
Gambar 2.13 Kondisi Kapal saat sarat pemuatan	22
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	28
Gambar 4.1 Tampilan pada <i>Software Maxsurf</i> .	33
Gambar 4.2 Tampak Badan Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT pada <i>Software Maxsurf</i> .	33
Gambar 4.3 Tangki Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	35
Gambar 4.4 Kurva GZ Kondisi <i>lightship</i> (dl)	39
Gambar 4.5 Kurva GZ Kondisi <i>partial</i> (dp)	40
Gambar 4.6 Kurva GZ Kondisi <i>deepest</i> (ds)	41
Gambar 4.7 Menu <i>Probabilistic damage</i> pada <i>software Maxsurf Stability</i>	42
Gambar 4.8 <i>Global Probabilistic Damage</i>	43
Gambar 4.9 <i>Indeks R</i>	44
Gambar 4.10 Posisi <i>Damage Zone</i> dan segitiga kebocoran nya	45
Gambar 4.11 Kebocoran satu zona	48

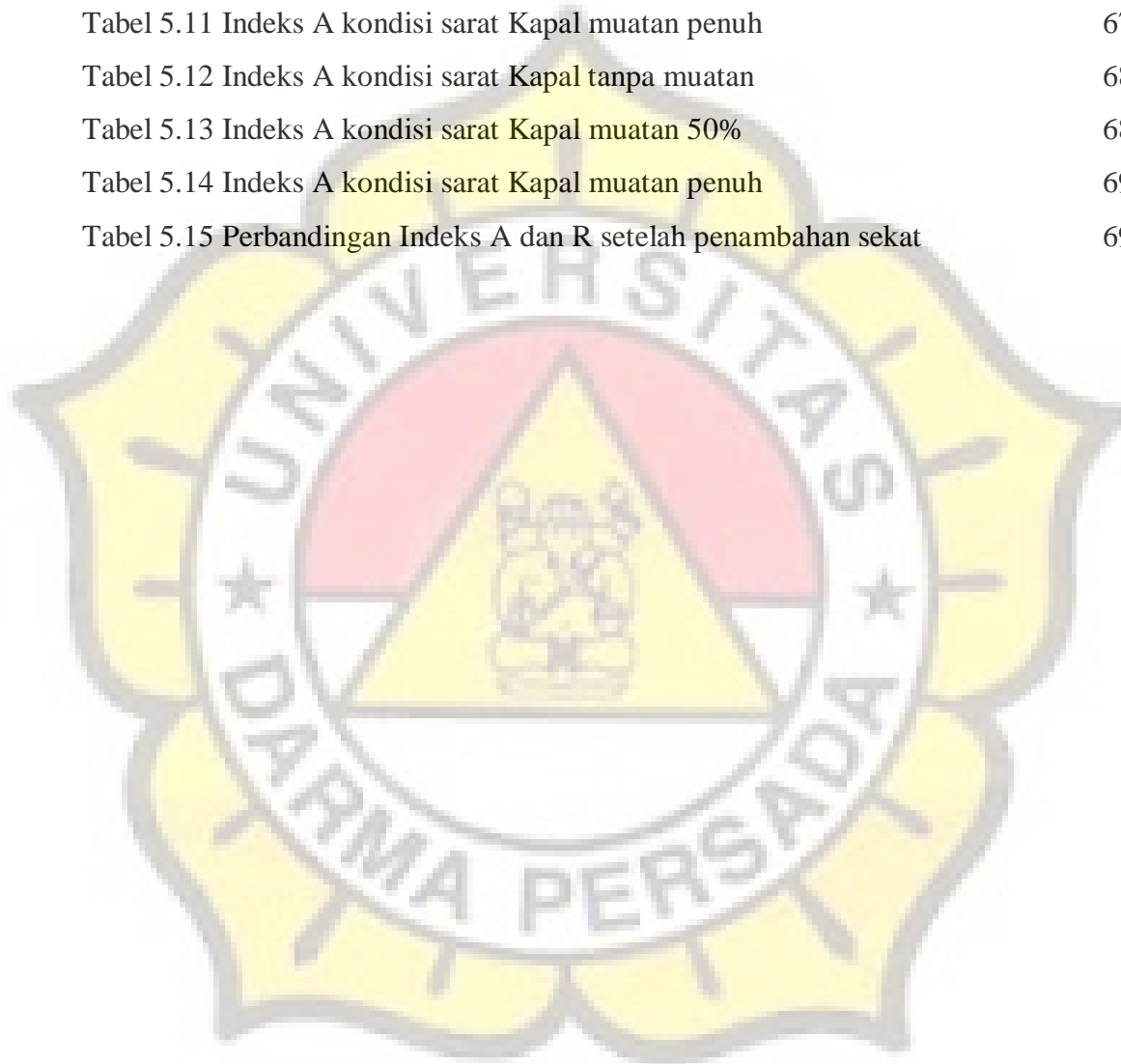
Gambar 4.12 Kebocoran dua zona yang berdekatan.	49
Gambar 4.13 Kebocoran tiga zona yang berdekatan	50
Gambar 5.1 Grafik Perbandingan Parsial pada sarat maks 2.4 M	57
Gambar 5.2 Perbandingan Indeks A & R pada sarat maks 2.4 M	58
Gambar.5.3 Indeks A Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	59
Gambar.5.4 Kurva GZ kebocoran 3 kompartemen	60
Gambar.5.5 <i>Floodable length</i> Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	63
Gambar.5.6 Penambahan <i>Double Bottom</i> pada <i>Triming Tank</i>	64
Gambar 5.7 Perbandingan Indeks A & R pada sarat maks 2.4 M	70



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Permeability</i>	25
Tabel 4.1 Data Ukuran Utama Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	32
Tabel 4.2 Kapasitas Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	32
Tabel 4.3 Ukuran-ukuran Tangki dan Kompartemen Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	34
Tabel 4.5 Tabel hidrostatis Kapal <i>Ro-Ro</i> 1340 GT	36
Tabel 4.6 Kondisi sarat kapal tanpa muatan atau <i>lightweight</i> (dl)	37
Tabel 4.7 Kondisi sarat Kapal muatan 50% atau <i>partial subdivision</i> (dp)	38
Tabel 4.8 Kondisi sarat Kapal muatan penuh atau <i>deepest subdivision</i> (ds)	38
Tabel 4.9 Tabel Kondisi <i>lightship</i> (dl)	40
Tabel 4.10 Tabel Kondisi <i>partial</i> (dp)	41
Tabel 4.11 Tabel Kondisi <i>deepest</i> (ds)	42
Tabel 4.12 <i>Damage Zone</i>	45
Tabel 4.13 <i>Longitudinal Bulkhead</i>	46
Tabel 4.14 Posisi <i>Deck</i>	46
Tabel 4.15 Perencanaan Kebocoran 1 zona	47
Tabel 4.16 Perencanaan Kebocoran 2 zona	49
Tabel 4.17 Perencanaan Kebocoran 3 zona	50
Tabel 4.18 Perencanaan <i>Damage Case</i>	51
Tabel 4.19 Indeks A kondisi sarat Kapal tanpa muatan	52
Tabel 4.20 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan 50%	52
Tabel 4.21 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan penuh	53
Tabel 4.22 Indeks A kondisi sarat Kapal tanpa muatan	53
Tabel 4.23 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan 50%	54
Tabel 4.24 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan penuh	54
Tabel 4.25 Indeks A kondisi sarat Kapal tanpa muatan	55
Tabel 4.26 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan 50%	55
Tabel 4.27 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan penuh	56
Tabel 5.1 Nilai indeks Parsial	57
Tabel 5.2 Perbandingan Indeks A dan R	58
Tabel 5.3 Tabel kondisi Loadcase kapal saat terjadi <i>damage</i>	58

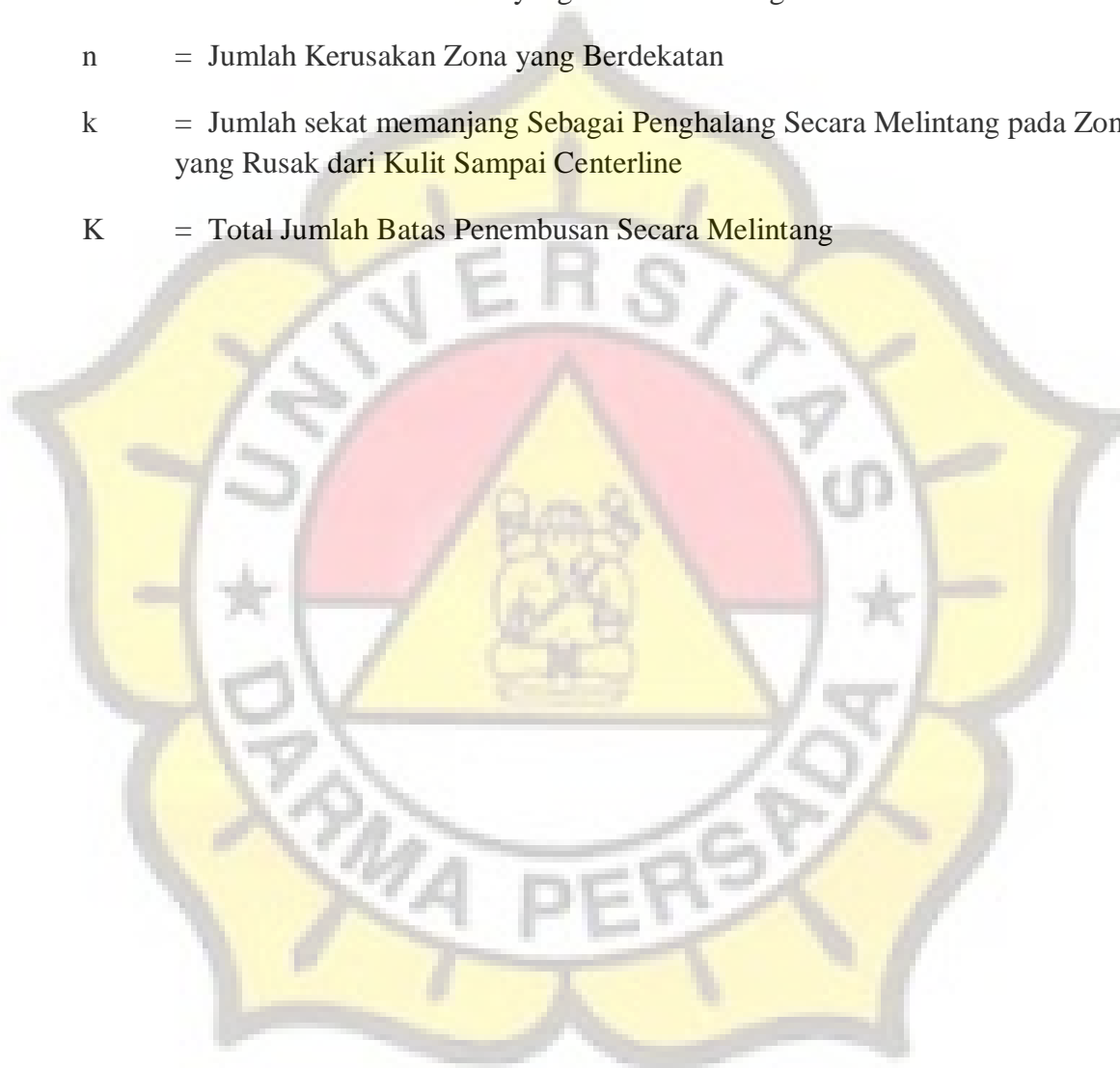
Tabel 5.4 Kurva GZ kebocoran 3 kompartemen	61
Tabel 5.5 <i>Floodable length</i> Kapal Ro-Ro 1340 GT	61
Tabel 5.6 Kondisi sarat kapal tanpa muatan atau <i>lightweight</i> (dl)	65
Tabel 5.7 Kondisi sarat Kapal muatan 50% atau partial subdivision (dp)	65
Tabel 5.8 Kondisi sarat Kapal muatan penuh atau deepest subdivision (ds)	66
Tabel 5.9 Indeks A kondisi sarat Kapal tanpa muatan	66
Tabel 5.10 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan 50%	67
Tabel 5.11 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan penuh	67
Tabel 5.12 Indeks A kondisi sarat Kapal tanpa muatan	68
Tabel 5.13 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan 50%	68
Tabel 5.14 Indeks A kondisi sarat Kapal muatan penuh	69
Tabel 5.15 Perbandingan Indeks A dan R setelah penambahan sekat	69



DAFTAR SIMBOL

W	=	Displasmen Kapal
ΔT	=	Penambahan Sarat Kapal Akibat Kebocoran
μ	=	Permeabilitas Ruangan
WL	=	Garis Air Sebelum Bocor
W'L'	=	Garis Air Setelah Bocor
V	=	Isi Carena Kapal Sebelum Bocor
V'	=	Isi Lapisan Bocor Sampai W'L'
Vo	=	Isi Ruangan Bocor Sampai WL
Awl	=	Luas Garis Air Sebelum Bocor
Awl'	=	Luas Garis Air Ruang Bocor
f	=	Titik Berat Ruang yang Bocor Terbatas Sampai WL
z	=	Titik Berat dari isi Lapisan Air Antara Wl dan W'L'
BB'	=	Pergeseran Titik Tekan Kapal Akibat Kebocoran
Z	=	Pergeseran Tegak Keatas (h)
X	=	Pergeseran Datar Memanjang (l)
Y	=	Pergeseran Datar Melintang (b)
A	=	Nilai Indeks yang Dicapai Indeks A (Attained Subdivision)
R	=	Nilai Indeks R yang disyaratkan (Required Subdivion)
Pi	=	Hasil Perhitungan yang Menunjukkan Probabilitas/Kemungkinan bahwa kompartemen yang dipilih akan dapat mengalami Kebocoran dan dipengaruhi oleh Panjang Kebocoran Kompartemen.
Si	=	Hasil Perhitungan yang Menunjukkan Probabilitas/Kemungkinan Kapal Selamat Setelah Kompartemen yang dipilih Mengalami Kebocoran dan Dipengaruhi oleh Besarnya Momen oleng yang ditimbulkan serta Ditentukan oleh Luasan Energi Pengembali dan Lengan GZ Maksimum.
Vi	=	Hasil yang didapatkan pada Geometri dari Perencanaan ruang Kedap dari Kapal dan Kondisi Pembebanan Awal. Ini Mewakili Kemungkinan Bahwa Ruang Diatas Subdivisi Horizontal

- Ri = Hasil nilai yang didapat dari Penetrasi Kebocoran pada Kompartemen
- Ls = Panjang Subdivisi Kapal
- As = Nilai Indeks A pada Kondisi Deepest Subdivison
- Ap = Nilai Indeks A pada Kondisi Partial Subdivion
- Al = Nilai Indeks A pada Kondisi Lightweight
- J = Nomor Kerusakan Zona yang dimulai dihitung dari Buritan
- n = Jumlah Kerusakan Zona yang Berdekatan
- k = Jumlah sekat memanjang Sebagai Penghalang Secara Melintang pada Zona yang Rusak dari Kulit Sampai Centerline
- K = Total Jumlah Batas Penembusan Secara Melintang



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Peraturan *SOLAS* 2014 tentang *Damage Stability*

Lampiran 2 : Perhitungan Bobot Mati Kapal *Ro-Ro* 1340 GT

Lampiran 3 : *Hidrostatic Curve*

Lampiran 4 : Hasil *Running Damage Stability* pada *Maxsurf*

