

**ANALISIS SISTEM LASHING PADA FERRY
UNTUK KESELAMATAN TRANSPORTASI LAUT**

SKRIPSI

Oleh

PANJI KUSUMA
0403080222



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

**ANALISIS SISTEM LASHING PADA FERRY
UNTUK KESELAMATAN TRANSPORTASI LAUT**

SKRIPSI

Oleh

PANJI KUSUMA
0403080222



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

ANALISIS SISTEM LASHING PADA FERRY UNTUK KESELAMATAN TRANSPORTASI LAUT

Yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 7 Januari 2008

Panji Kusuma
NPM 0403080222

PENGESAHAN

ANALISIS SISTEM LASHING PADA FERRY UNTUK KESELAMATAN TRANSPORTASI LAUT

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia. Skripsi ini diajukan pada sidang ujian skripsi pada bulan desember 2007 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia.

Depok, 7 Januari 2008

Dosen Pembimbing

Dr.Ir.Sunaryo

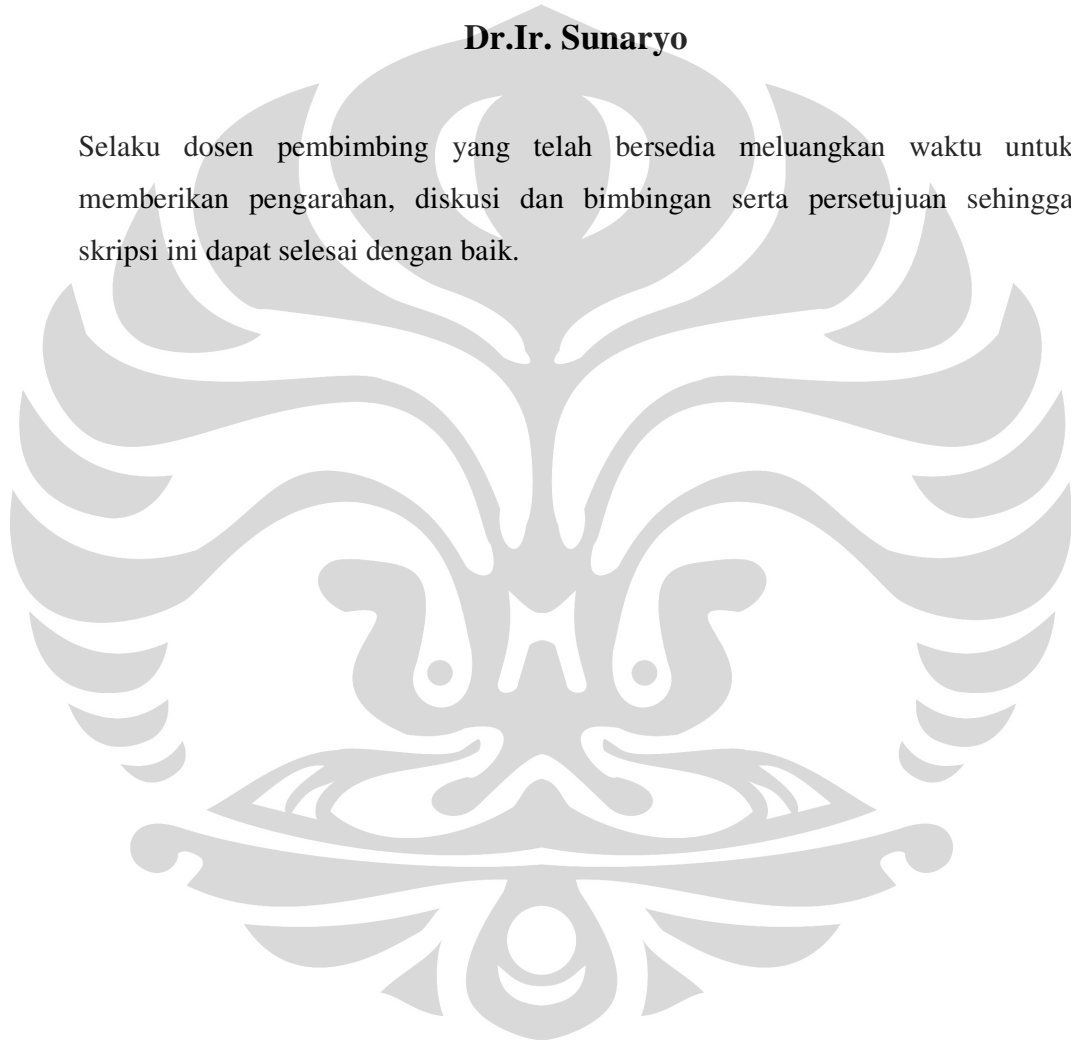
NiP 131 473 842

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr.Ir. Sunaryo

Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



Panji Kusuma

0403080222

Departemen Teknik Mesin

Dosen Pembimbing

Dr.Ir. Sunaryo

ANALISIS SISTEM LASHING PADA FERRY UNTUK KESELAMATAN TRANSPORTASI LAUT

ABSTRAK

Transportasi laut merupakan hal yang sangat diperlukan di negara kepulauan seperti Indonesia. Ketika ferry berlayar melintasi laut pasti akan menghadapi ombak yang dapat mengancam keselamatan. Faktor stabilitas merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada keselamatan kapal. Oleh karena itu penyusunan muatan dalam kapal sangat diperlukan. Namun penyusunan muatan saja masih belum cukup untuk menjaga keselamatan kapal, karena masih ada kemungkinan muatan tersebut bergeser. Oleh karena itu perlu juga diketahui mengenai sistem lashing pada muatan untuk keselamatan kapal.

Kata Kunci : Keselamatan, Ro-Ro, *lashing*, ferry.

Panji Kusuma

0403080222

Mechanical Department Engineering

Counsellor

Dr.Ir. Sunaryo

***ANALYSIS OF LASHING SYSTEM ON FERRY
FOR SEA TRANSPORTATION SAFETY***

ABSTRACT

Sea transportation is necessity in archipelago nation like Indonesia. When a ferry sail pass through the sea, surely will face some wave that can be dangerous the ship. Stability factor is the important factor for ship safety. Therefore, arranging loads on the ship is necessity. But, arranging loads is not enough to make the ship safe, because the loads still can be move on the ship. Therefore, sistem lashing in needed to be known for ship safety.

Key Note : Safety, Ro-Ro, lashing, ferry.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 PEMBatasan MASALAH	3
1.5 METODOLOGI PENULISAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 MACAM-MACAM KAPAL BERSISTEM RO-RO	5
2.2 MACAM-MACAM SAFETY DALAM KAPAL	6
2.3 GERAKAN-GERAKAN DAN GAYA PADA KAPAL	10
2.3.1 Fenomena yang terjadi di laut	10
2.3.2 Enam Derajat Kebebasan	10
2.3.3 Teori Gaya	13
2.4 RULES DAN REGULATIONS UNTUK CARGO SECURING	16
2.4.1 SOLAS	16
2.4.2 Persyaratan Umum Tentang Pengamanan Muatan untuk Jalan dan Angkutan Laut	16
2.4.3 Perbandingan <i>General Requirements of Cargo Securing</i>	

untuk Beberapa Transportasi.	18
2.5 METODE PEMARKIRAN MOBIL DALAM KAPAL	19
BAB III SYSTEM LASHING	23
3.1 DECK KENDARAAN DALAM FERRY	23
3.1.1 Cargo Securing Arrangements	23
3.1.2 Penataan Kendaraan dalam Deck	23
3.1.3 Berat Kendaraan dalam Deck	27
3.2 LASHING	28
3.2.1 Lashing dalam Kapal Ferry	28
3.2.2 Securing Fitting	30
3.2.3 Web Lashings	39
3.2.4 Chain Lashings	40
BAB IV PERHITUNGAN LASHING	42
4.1 PERHITUNGAN BEBAN	42
4.2 PELASHINGAN PADA KENDARAAN	45
4.3 DATA PERHITUNGAN	46
4.3.1 Spesifikasi Kapal KM Senopati Nusantara	46
4.3.2 Perhitungan Koefisien	47
4.3.4 Nilai Input Cargo Berupa Kendaraan	48
4.4 PERHITUNGAN MENGGUNAKAN LASHCON	52
BAB V KESIMPULAN	56
DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fire Pump	7
Gambar 2.2 Hydrant a) hydrant tertutup b) hydrant terbuka	8
Gambar 2.3 Rotasi gaya (a) berlawanan jarum jam (b) searah jarum jam	11
Gambar 2.4 Rotasi gaya (a) searah jarum jam (b) berlawanan jarum jam	11
Gambar 2.5 Rotasi gaya (a) berlawanan jarum jam (b) searah jarum jam	12
Gambar 2.6 Arah gaya (a) ke bawah (b) ke atas	12
Gambar 2.7 Arah gaya (a) ke kanan (b) ke kiri	12
Gambar 2.8 Arah gaya (a) ke depan (b) ke belakang	13
Gambar 2.9 Bidang miring	14
Gambar 2.10 Sliding dan tipping	18
Gambar 2.11 Tiang penyangga pada kapal RoRo	20
Gambar 2.12 Truk yang sedang diikat menggunakan pengikat	21
Gambar 2.13 Cincin untuk proses lashing	21
Gambar 3.1 Posisi kendaraan dalam deck kendaraan	24
Gambar 3.2 Skema pelabuhan sandar kapal ferry	25
Gambar 3.3 model bagian bawah kapal ferry	27
Gambar 3.4 Mobil dalam kapal yang menumpuk pada sisi kanan	29
Gambar 3.5 hook dengan <i>Breaking strength</i> : 40 kN / 40 kN / 80 kN / 80 kN (4 ton) / (4 ton) / (8 ton) / (8 ton)	30
Gambar 3.6 <i>Securing fitting</i> dengan <i>breaking strength</i> : 50 kN (5 ton)	31
Gambar 3.7 <i>Round fitting</i> dengan <i>breaking strength</i> : 80 kN (8 ton)	31
Gambar 3.8 <i>Forged securing fittings</i> dengan <i>breaking strength</i> : 60 kN (6 ton) dan <i>Weight</i> 1.2 kg	32
Gambar 3.9 <i>Forged hook for welding</i> dengan <i>breaking strength</i> : 60 kN (6 ton) dan <i>Weight</i> 0.35 kg	32
Gambar 3.10 <i>Rope hook (48x60 mm) for welding</i> dengan	

	<i>breaking strength: 20 kN (2 ton)</i>	32
Gambar 3.11	<i>Recessed galvanised lashing ring dengan</i>	
	<i>breaking strength: 20 kN (2 ton) dan Weight 0.75 — 1.2 kg</i>	33
Gambar 3.12	<i>Lashing eye for welding dengan</i>	
	<i>breaking strength: 40 kN (4 ton)</i>	33
Gambar 3.13	<i>Fitting fully inserted in the floor dengan di las pada</i>	
	<i>structure dan besar breaking strength: 60 kN (6 ton)</i>	34
Gambar 3.14	<i>D-ring dengan breaking strength: 360 kN (36 ton),</i>	
	<i>Forged and untreated, to be welded, weight 3 kg</i>	34
Gambar 3.15	<i>D-nng dengan breaking strength: 200 kN (20 ton),</i>	
	<i>Forged eye and sheet steel in hold, untreated, to be welded, weight L8 kg.</i>	35
Gambar 3.16	<i>D-nng dengan breaking strength:</i>	
	<i>100 kN (10 ton), forged eye and sheet steel in hold, untreated, to be welded, weight 1.5 kg</i>	35
Gambar 3.17	<i>Fitting originally used as lifting equipment</i>	
	<i>dengan breaking strength: 200 kN (20 ton), eye of alloy steel (Grade 8) and hold of St 52, untreated, to be welded, weight 1.3 kg</i>	36
Gambar 3.18	<i>Fitting with ball bearing dengan breaking strength 320 kN (32 ton), to be screwed, weight 3.4 kg</i>	36
Gambar 3.19	<i>Lashing fitting for support hole for stanchion</i>	
	<i>dengan breaking strength: up to 320 kN (32 ton)</i>	37
Gambar 3.20	<i>Container stacking cone for support hole for stanchion</i>	
	<i>dengan breaking strength: 100 kN (10 ton)</i>	37
Gambar 3.21	<i>Web lashing(4-tons (40 kN)) including ratchet with a long part of 9.5 m and a short part of 0.5 m</i>	39
Gambar 3.22	<i>Contoh macam-macam tipe hooks dan fittings</i>	39
Gambar 3.23	<i>Turnbuckle & Chain tensioner</i>	41
Gambar 4.1	<i>Simulasi kapal yang terkena ombak</i>	42
Gambar 4.2	<i>Bidang miring</i>	43

Gambar 4.3 Pelashingan pada sebuah mobil	45
Gambar 4.4 (a) dan (b). Pelashingan dilihat dari samping	46
Gambar 4.6 Input dan hasil perhitungan LASHCON v 9.1	54
Gambar 4.7 Grafik berdasarkan input data sebelumnya	55
Gambar 4.8 Hasil perhitungan pada LASHCON v 9.1	55



DAFTAR TABLE

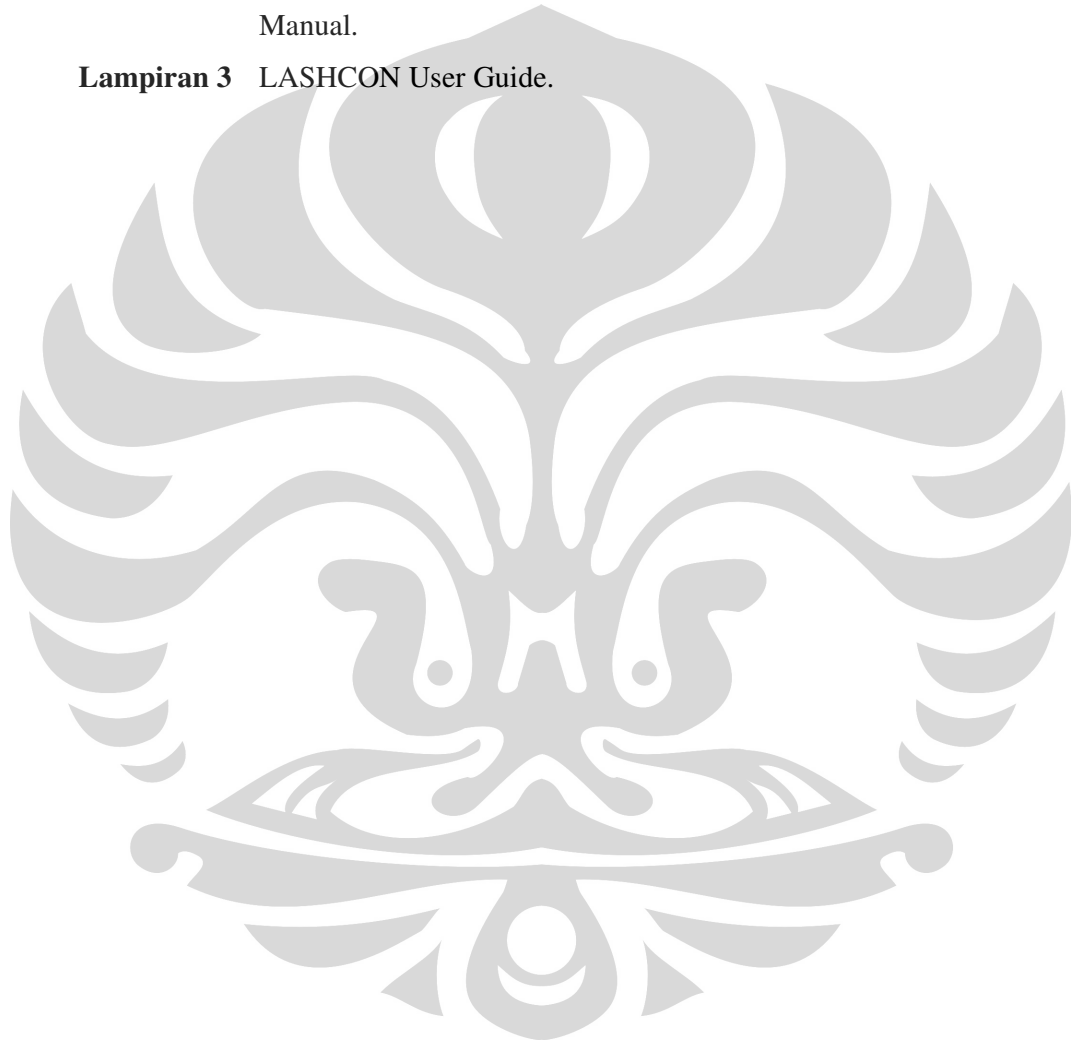
Tabel 2.1 Jenis dan tipe persamaan gesek	15
Tabel 2.2 Cargo securing	18
Tabel 2.3 Sliding	19
Tabel 2.4 Tipping	19
Tabel 3.1 Muatan KMP Wimala Dharma	28
Tabel 3.2 Data Lashing	38
Tabel 3.3 <i>Design breaking loads and proof loads</i>	38
Tabel 3.4 <i>Lashing capacity</i> untuk <i>lashing steel wire ropes</i> dengan ukuran konstruksi 6 x 19 dan 6 x 36 dengan fibre core	40
Tabel 3.5 <i>Chain tensioners</i>	40
Tabel 3.6 <i>Lashing capacity</i>	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS).

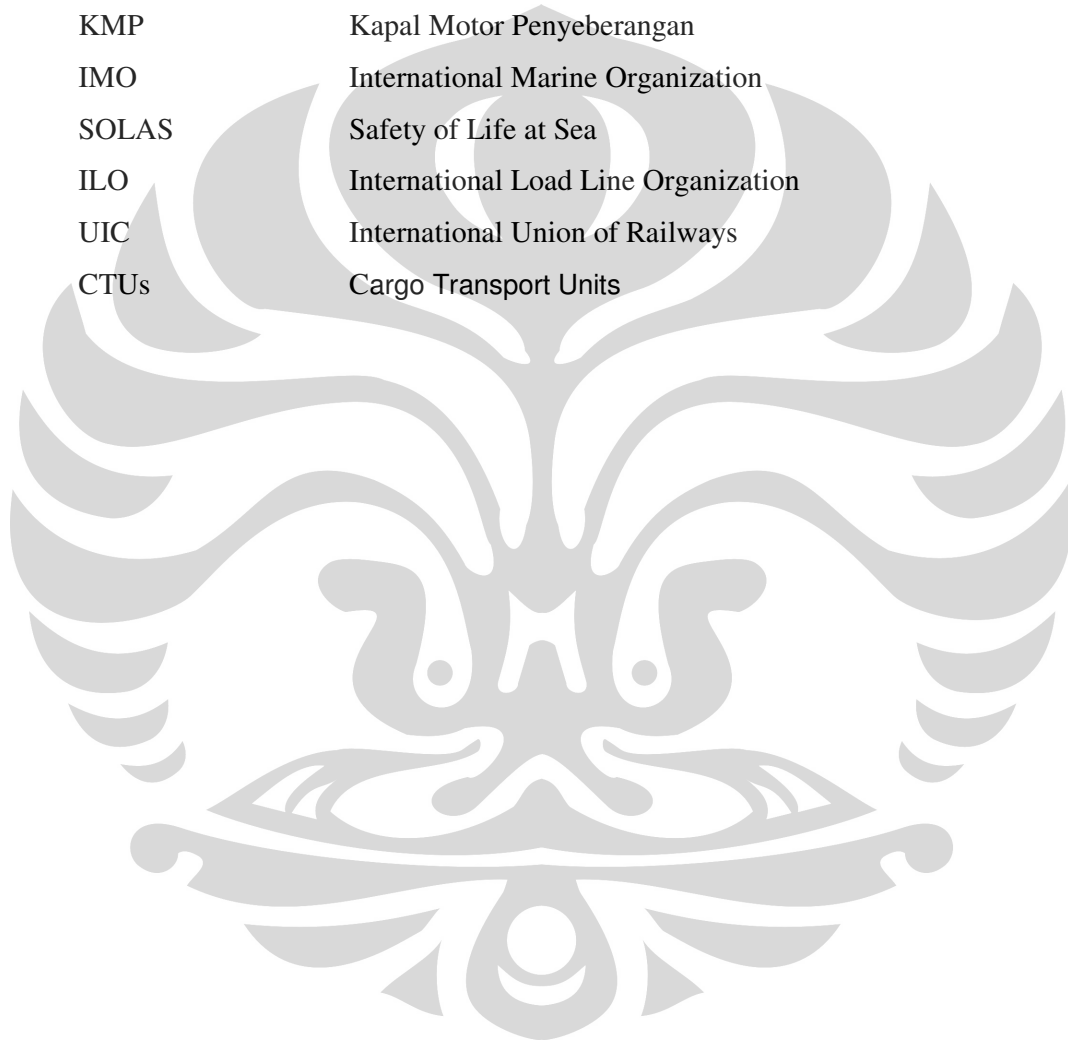
Lampiran 2 ANNEX Guidelines for the Preparation of the Cargo Securing Manual.

Lampiran 3 LASHCON User Guide.



DAFTAR SINGKATAN

Ro-Ro	Roll on Roll over
KM	Kapal Motor
KMP	Kapal Motor Penyeberangan
IMO	International Marine Organization
SOLAS	Safety of Life at Sea
ILO	International Load Line Organization
UIC	International Union of Railways
CTUs	Cargo Transport Units



DAFTAR SYMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
LPP	Length Between Perpendiculars	m
B	Breadth of the ship hull	m
T	Draft of the ship	m
GM	Metacentric height	m
f_s	Gesekan Statik	N
f_k	Gesekan Dinamik	N
μ_k	Koefisien Gesek Dinamik	
μ_s	Koefisien Gesek Statik	
CB	Koefisien Balok	
CW	Coefficient Waterplane	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Indonesia merupakan Negeri Bahari yang terletak di antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Luas laut Indonesia mencapai 75 persen dari luas wilayahnya. Indonesia merupakan negara kepulauan sehingga transportasi laut sangat diperlukan sebagai distributor antar pulau. Transportasi laut yang akan dibahas di sini yaitu kapal ferry. Banyaknya kecelakaan ferry yang terjadi di Indonesia dewasa ini sudah sangat meresahkan, sehingga sudah pantaslah untuk kita peduli akan hal tersebut dan ikut serta memikirkannya bersama. Penyebab dari kecelakaan itu sendiri terdiri dari berbagai macam hal misalnya rusaknya alat navigasi, stabilitas kapal yang berubah karena pembebanan yang tidak merata di kapal dan lain-lain. Yang akan dibahas dalam skripsi ini yaitu mengenai usaha pencegahan kecelakaan khususnya pada ferry akibat stabilitas kapal yang berubah karena pembebanan yang tidak merata.

Contoh kapal yang mengalami kecelakaan yaitu KM Senopati Nusantara yang dioperasikan perusahaan pelayaran PT Prisma Vista. KM Senopati Nusantara adalah kapal ferri yang diperkirakan tenggelam 24 mil laut dari Pulau Mandalika, perairan Kepulauan Karimunjawa, Jepara, Jawa Tengah. KM Senopati Nusantara adalah kapal berjenis Ro-Ro berbobot 2.718 GT dan memiliki kapasitas penumpang 1.250 orang yang dibagi menjadi kelas VIP dan ekonomi. Kapal ini dinyatakan hilang sekitar pukul 03.00, 30 Desember 2006. Dugaan hilangnya kapal ini akibat cuaca yang buruk, namun patut diduga juga bahwa kapal mengalami gangguan stabilitas yang mungkin disebabkan lepasnya pengikat kendaraan khususnya truk-truk besar sehingga kendaraan terempas ke kiri dan ke kanan menumpuk di sisi lambung kapal menyebabkan kapal oleng melebihi batas

maksimum. Bahkan, mungkin lambung kapal robek akibat benturan dan akhirnya kapal terbalik.

Dengan melihat dari kecelakaan-kecelakaan yang terjadi pada kapal ferry, diduga hal ini disebabkan karena pergeseran mobil yang berada di deck kendaraan dalam ferry karena tidak kokohnya dudukan mobil sehingga dapat bergeser akibat ombak besar. Beberapa usaha telah dilakukan untuk mencegah kejadian tersebut. Namun dalam pelaksanaannya pada kapal ferry penyeberangan, usaha pengamanan kendaraan dalam deck kendaraan sulit dilaksanakan karena keterbatasan waktu akibat banyaknya pengguna jasa transportasi ferry tersebut. Terbatasnya waktu tersebut disebabkan pelayaran kapal ferry yang hanya menempuh jarak cukup dekat. Akibat terbatasnya waktu tersebut diduga membuat pekerja merasa enggan untuk mengamankan deck kendaraan seperti memberikan lashing pada mobil-mobil yang ada di dalam deck tersebut.

Seperti yang kita ketahui bahwa kapal yang memakai sistem Ro-Ro adalah kapal yang didesain untuk bongkar muat barang ke kapal diatas kendaraan beroda. Ruang yang ada dalam kapal Ro-Ro yang masih luang sering menimbulkan persoalan tentang operasi muatan kapal. Operasi muatan kapal pada prinsipnya merupakan prosedur pemadatan muatan di kapal. Sedangkan pemadatan muatan di kapal merupakan kegiatan untuk menyusun muatan di ruangan muatan kapal sehingga memenuhi syarat pemadatan yang baik (*good stowage*). Dalam arti muatan yang satu dengan yang lainnya tidak saling merusak akibat pemadatan yang salah, juga muatan terhindar dari cuaca dan tidak bergeser.

Selain penyusunan kendaraan dalam deck kendaraan, masalah yang dihadapi kapal RoRo seperti penumpang yang beristirahat dalam deck kendaraan cukup menyulitkan petugas untuk melakukan tugasnya mengamankan deck kendaraan. Sudah seharusnya dibuat peraturan untuk mengatasi hal tersebut demi kebaikan bersama. Selain hal tersebut berbahaya bagi kapal, gas buang kendaraan juga berbahaya bagi penumpang yang beristirahat dalam deck kendaraan. Terkadang didapati peralatan yang rusak bahkan hilang yang diduga dilakukan oleh penumpang kapal. Rusaknya peralatan tersebut sudah pasti memperbesar resiko kecelakaan.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

1. Pengetahuan masyarakat yang masih minim tentang keselamatan di dalam ferry.
2. System pelashingan kendaraan dalam ferry yang dinilai belum cukup untuk mengamankan kapal.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui macam-macam cara pengamanan mobil di deck kendaraan dalam kapal RoRo khususnya ferry agar tidak menyebabkan terjadinya kecelakaan kapal.
2. Mengetahui system pelashingan kendaraan yang layak menurut Cargo Securing Manual yang dikeluarkan oleh IMO.

1.4 PEMBATAHAN MASALAH

Dalam penelitian ini pembatasan masalah dilakukan untuk menghindari hal-hal yang tidak perlu atau di luar lingkup penelitian. Adapun pembatasan masalah yang dilakukan meliputi :

- Safety yang dibahas hanya untuk kapal ferry yang ada di Indonesia.
- Penyebab kecelakaan yang di bahas hanya yang terjadi akibat mobil yang ada dalam kapal Ro-Ro.
- Tidak membahas apakah kecelakaan terjadi karena ada kaitannya dengan klaim asuransi yang akan menguntungkan pihak pemilik kapal.
- Tidak membahas pihak mana yang berwenang melakukan penyelidikan bila terjadi kecelakaan, juga pihak yang disalahkan.

1.5 METODOLOGI PENULISAN

Dalam menyelesaikan masalah pada skripsi ini penulis menggunakan metode studi literatur dari berbagai buku dan internet.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk memberikan kerangka berfikir yang jelas dan sistematis, maka penulisan skripsi ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi pemecahan masalah dan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penulisan skripsi, yaitu tentang hal-hal apa saja yang perlu diketahui dari pembahasan skripsi ini. Macam-macam safety dalam kapal, gaya-gaya yang mempengaruhi gerak ferry, peraturan mengatur tentang *cargo securing*.

BAB III SYSTEM LASHING

Bab ini menjelaskan tentang dan berbagai macam jenis atau tipe lashing.

BAB IV PERHITUNGAN LASHING

Pada bab ini menjelaskan tentang perhitungan lashing untuk mendapatkan akselerasi lashing yang diperlukan untuk mengamankan kendaraan.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini merupakan bagian akhir dari skripsi yang berisi kesimpulan dari rancangan yang dibahas.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 MACAM-MACAM KAPAL BERSISTEM RO-RO

Kapal *roll on roll over* atau biasa disebut sebagai Ro-Ro merupakan kapal yang memiliki rampdoor untuk keluar masuknya kendaraan ketika berada di pelabuhan. Kapal ferry merupakan jasa angkutan penyeberangan yang berperan sebagai alat transportasi laut. Dari beberapa tipe kapal yang bersistem Ro-Ro dapat dibedakan menjadi beberapa macam yaitu :

1. Kapal pengangkut mobil (*car carrier*).

Kapal pengangkut mobil yaitu kapal yang dikhususkan untuk memasarkan mobil-mobil baru hasil produksi yang siap dipasarkan. Umumnya kapal ini telah dilengkapi dengan safety di deck kendaraan yang cukup lengkap, sehingga jarang terdengar kecelakaan kapal yang mengangkut mobil ini. Tingkat kepedulian pihak pengirim mobil juga cukup tinggi sehingga pengamanan palka kendaraan diawasi dengan ketat. Resiko mengalami kerugian akibat tenggelamnya kapal bagi pihak pengirim lebih besar bila dibandingkan dengan biaya pengamanan palka sehingga untuk pengiriman mobil, pihak pengirim akan lebih memfokuskan pengamanan palka untuk keselamatan pengirimannya.

2. Kapal general cargo yang beroperasi dengan sistem Ro-Ro.

Kapal general cargo merupakan kapal jenis pengangkut barang yang beraneka ragam baik jenis barang dalam bentuk kotak, *crate*(peti kayu), *bundle*, dan lain lain. Kapal-kapal jenis ini umumnya berlayar *trampers*(bertualang) dan tidak memiliki rute khusus tetapi ada juga yang berlayar *linier*(sesuai dengan rute) dengan rute tetap. Jenis kapal cargo ini ada juga yang di fungsikan sebagai kapal Ro-Ro yang beroperasi mengangkut mobil.

3. Kapal ferry penyeberangan antar pulau.

Kapal ferry dalam operasinya mengangkut penumpang beserta kendaranya. Umumnya kendaraan yang diangkut yaitu kendaraan milik pribadi penumpang, bus angkutan antar kota, truk-truk pengangkut barang, dan lain lain. Ferry berfungsi sebagai transportasi laut yang menghubungkan dua pulau pada negara-negara kepulauan. Kalau dilihat fungsinya, kapal ferry ini berfungsi layaknya jembatan penyeberangan. Untuk keluar masuknya kendaraan, ferry memiliki rampdoor yang dibuka saat kapal bersandar di pelabuhan.

2.2 MACAM-MACAM SAFETY DALAM KAPAL

Faktor keselamatan sangatlah penting pada kapal yang sedang berlayar, sehingga banyak peraturan mengenai keselamatan yang telah dibuat untuk melindungi kapal dan juga penumpangnya. Dalam dunia perkapalan terdapat beberapa macam *safety*, diantaranya yaitu *life safety*, *fire safety*, *navigation safety* dan lain-lain.

1. Life Safety

- Lifeboat.

Lifeboat merupakan sebuah perahu yang didesain untuk menyelamatkan nyawa penumpang saat terjadi masalah di laut. Biasanya lifeboat ini tersedia di kapal untuk berjaga-jaga dari hal yang dapat membahayakan keselamatan penumpang. Lifeboat yang modern memiliki motor untuk menjalankan boat tersebut.

- Life raft.

Lifeboat dengan sistem pemompaan otomatis atau dikenal sebagai inflatable lifeboat disebut sebagai life rafts. Life raft terbuat dari fiberglass sedangkan gas yang digunakan untuk mekanisme pompa yaitu karbon dioksida. Bila terjadi kecelakaan dan kapal tenggelam, maka mekanisme pompa akan bekerja untuk melepaskan life raft pada kapal tersebut. Life raft dapat secara manual dilepaskan dan otomatis jika kapal tenggelam. Otomatis ini diperlukan untuk mngantisipasi bila crew tidak cukup waktu untuk melepaskan lifeboat atau life

raft tersebut, sehingga tidak terjadi kekurangan fasilitas untuk menyelamatkan nyawa penumpang.

- Life jacket

Life Jacket merupakan jacket yang didesain untuk menolong manusia mengapung dalam air. Walaupun penumpang bisa berenang, dia masih memerlukan life jacket karena bisa saja dia tenggelam karena kehabisan tenaga untuk mengapung. Life jacket juga membantu mempertahankan panas tubuh. Warna life jacket didesain khusus agar mudah terlihat oleh penyelamat dengan warna yang terang.

2. Fire Safety.

- Fire pump

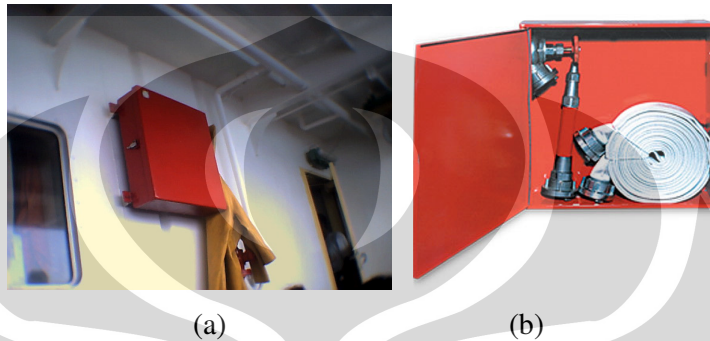
Fire pump digunakan saat terjadi kebakaran, *fire pump* wajib tersedia dalam kapal untuk berjaga-jaga dari kebakaran yang tidak dapat diprediksi kedatangannya. *Fire Pump* merupakan pompa yang digunakan saat terjadinya kebakaran. Biasanya di beri cat berwarna merah untuk membedakan dengan pompa yang lain. *Fire pump* digerakkan dengan motor elektrik atau mesin diesel. Beberapa tipe pompa yaitu : horizontal split case, vertical split case, vertical inline, vertical turbine, and end suction.



Gambar 2.1 Fire Pump

- Hydrants

Hydrant umumnya menempel pada dinding dan diberi warna merah. Gambar dibawah ini merupakan contoh hydrant yang diambil dari sebuah ferry. Pada ujung pipa terdapat nozzle yang berguna untuk mengatur besar kecilnya air yang dikeluarkan.



Gambar 2.2 Hydrant (a) hydrant tertutup (b) hydrant terbuka

- Hoses

Hoses merupakan selang air yang dipakai untuk mengalirkan air untuk pemadaman jika terjadi kebakaran. Untuk mencapai daerah yang jauh dari *fire pump*, maka diperlukan pipa yang dapat menyalurkan air sehingga dapat mencapai tempat-tempat yang rawan terjadinya kebakaran.

- Firemen Outfit

Yaitu berupa baju pemadam yang digunakan saat pemadaman lengkap dengan *safety lamp*, *life line*, *axe*, *helmet*, baju, celana, sepatu dan sarung tangan tahan api. Alat pernafasan (oksigen) yang terdiri dari masker dan tabung oksigen yang dapat dikenakan saat pemadaman lengkap dengan beberapa tabung cadangan.

3. *Navigation Safety*

Alat keselamatan (*Safety tool*) ini terdiri dari peralatan yang digunakan sebagai petunjuk arah juga peralatan untuk memberikan informasi pergerakan kapal.

- *Gyro compass*
- *Compass bearing device*
- *Echo sounder*
- *Magnetic compass*
- *Indicator of speed and distance, rudder angle, propeller revolutions, propeller pitch and mode, rate of turn.*

Alat-alat yang disebutkan di atas masuk dalam kategori *safety equipment* yang sudah seharusnya ada dalam kapal..

2.3 GERAKAN-GERAKAN DAN GAYA PADA KAPAL

2.3.1 Fenomena yang terjadi di laut

Kapal yang berlayar menghadapi gelombang-gelombang dengan periode gelombang yang panjang mengalami situasi yang berbahaya seperti :

- **Surf-riding and broaching-to**

Ketika suatu kapal berada dalam posisi garis terdepan dari suatu gelombang yang tinggi, kapal mendapat percepatan karena naik di atas gelombang tersebut. Ini dikenal sebagai berselancar di atas gelombang (*Surf-riding*). Pada situasi ini yang disebut peristiwa *broaching-to* dapat membahayakan kapal karena perubahan tiba-tiba *ship's heading* dan kecuraman ombak yang tidak diinginkan.

- **Berkurangnya stabilitas ketika kapal berada di atas gelombang**

Pengurangan stabilitas ini akan mencapai tingkat kritika ketika panjang gelombang mencapai range antara 0.6 L sampai 2.3 L (L merupakan panjang kapal dalam m). Dalam range tersebut, pengurangan stabilitas akan proportional dengan tinggi gelombang. Situasi ini berbahaya karena durasi saat di puncak ombak menjadi lama sehingga kapal mengalami penurunan stabilitas dalam durasi yang lama.

- **Synchronous rolling motion**

Gerak *rolling* yang besar dapat terjadi bila *natural rolling period* kapal bertemu dengan periode gelombang. Hal tersebut terjadi karena *transverse stability* kapal yang kecil sehingga *natural roll period* menjadi lebih lama.

- **Parametric roll motions**

Parametric roll motions dengan amplitudo yang besar dan berbahaya pada gelombang yang berkaitan dengan variasi stabilitas antara posisi di puncak gelombang dengan posisi diantara gelombang. Parametric rolling dapat terjadi dengan dua situasi yaitu :

- *Asymetric rolling*. Stabilitas mencapai minimum sekali dalam periode *rolling*.
- *Symetric rolling*.. Stabilitas mencapai minimum dua kali dalam periode *rolling*.

- **Combination of various dangerous phenomena**

Gerakan kapal yang dinamis sangat kompleks sehingga dapat merugikan atau bahkan membahayakan kapal tersebut. Ombak yang tinggi dan curam, memungkinkan air masuk dalam deck. Saat itu jika terjadi *roll motion* dan juga air yang masuk dalam deck, akan tercipta kombinasi yang berbahaya yang dapat menyebabkan kapal terbalik.

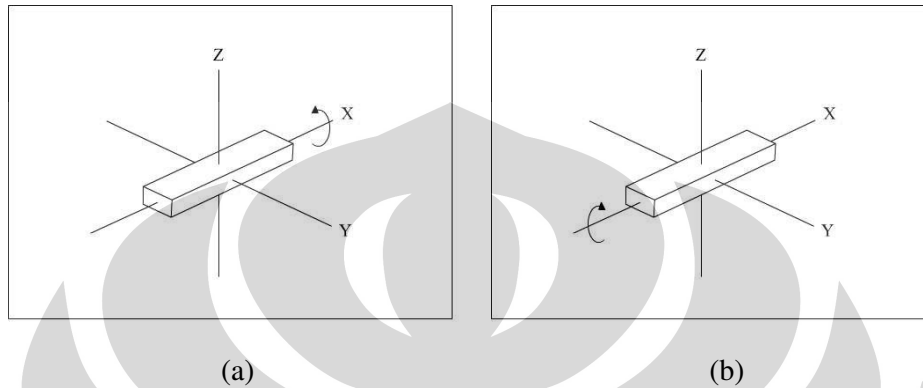
2.3.2 Enam Derajat Kebebasan

Ketika kapal berlayar atau hanya terkena ombak, maka kapal tersebut akan bergerak sesuai dengan gaya yang bekerja padanya. Gaya-gaya yang timbul akibat ombak ini membuat kapal bergerak dengan arah gerak yang tidak teratur. Namun dari gerak yang tidak beraturan tersebut dapat dibedakan menjadi beberapa gerak. Kondisi tersebut sering disebut sebagai keadaan dinamis, pada kondisi seperti itu, kapal akan dipengaruhi oleh gaya yang menimbulkan gerak yang biasa disebut 6 derajat kebebasan.

Enam derajat kebebasan itu yaitu :

- *Roll (Rolling)*

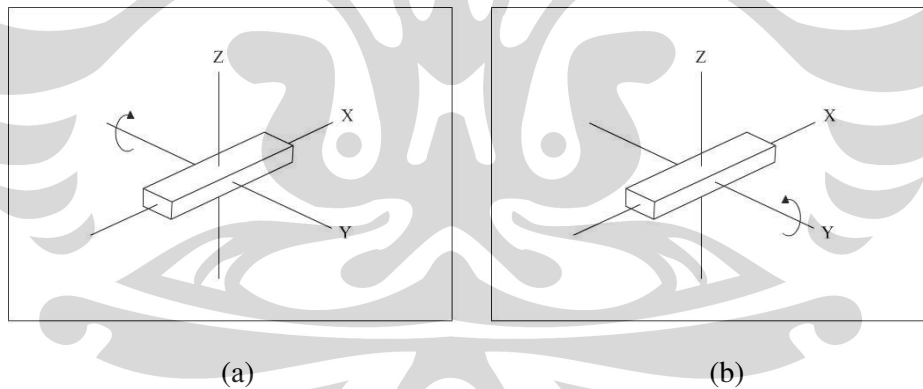
Kapal bergerak berotasi dengan sumbu rotasi sumbu x akibat ombak.



Gambar 2.3 Rotasi gaya (a) berlawanan jarum jam (b) searah jarum jam

- *Pitch (Pitching)*

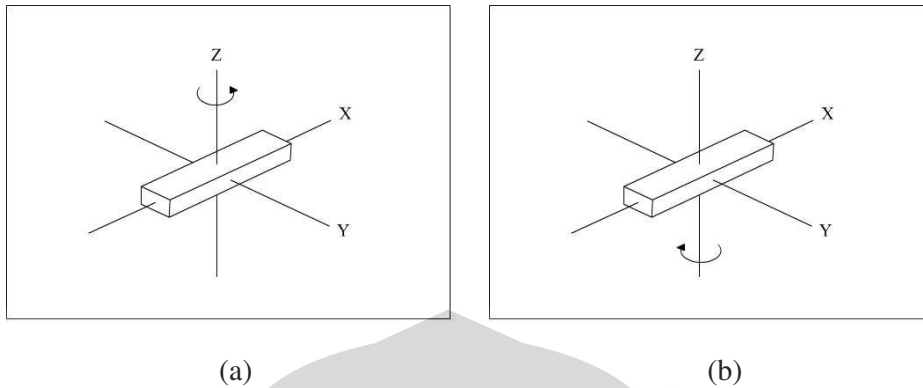
Kapal bergerak berotasi dengan sumbu rotasi sumbu y akibat ombak.



Gambar 2.4. Rotasi gaya (a) searah jarum jam (b) berlawanan jarum jam.

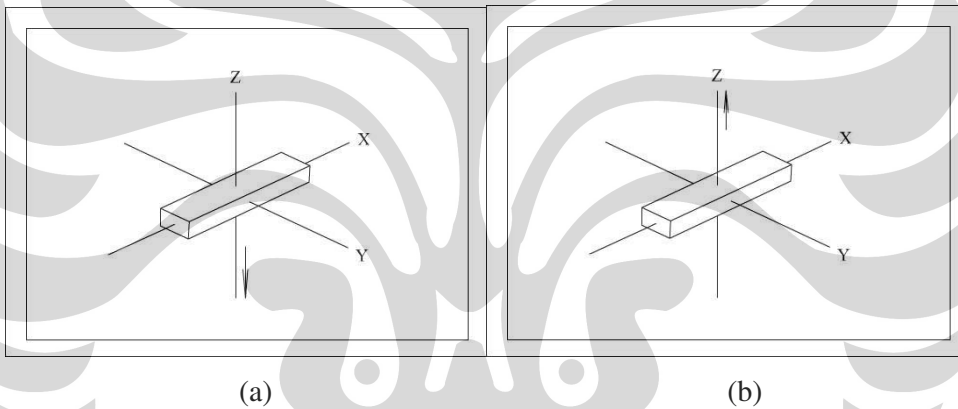
- *Yaw (Yawing)*

Kapal bergerak berotasi dengan sumbu rotasi sumbu z akibat ombak.



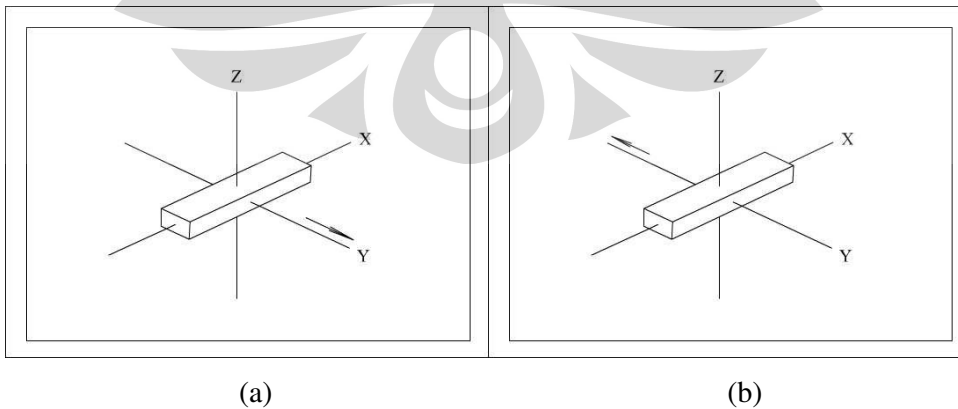
Gambar 2.5 Rotasi gaya (a) berlawanan jarum jam (b) searah jarum jam.

- *Heave (Heaving)*
Kapal bergerak naik dan turun sesuai dengan sumbu z.



Gambar 2.6. Arah gaya (a) ke bawah (b) ke atas

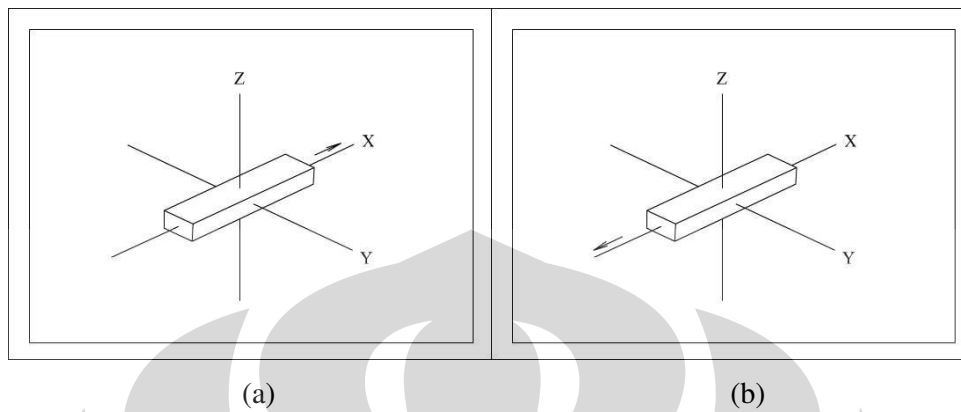
- *Sway (Swaying)*
Kapal bergerak ke kanan dan ke kiri sesuai dengan sumbu y.



Gambar 2.7. Arah gaya (a) ke kanan (b) ke kiri.

- *Surge (Surging)*

Kapal bergerak maju mundur sesuai dengan sumbu x.



Gambar 2.8 Arah gaya (a) ke depan (b) ke belakang

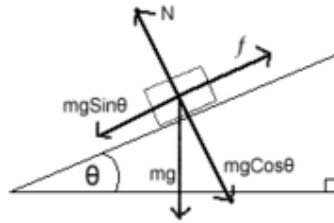
Diantara gerakan-gerakan yang bekerja pada kapal, gerakan yang besar pengaruhnya terhadap kendaraan dalam deck kendaraan yaitu gerak yang berotasi dengan sumbu x, y, z (*Rolling, pitching, yawing*) karena dengan gerakan itu akan timbul bidang miring. Apabila kemiringan ini cukup besar, maka ada kemungkinan kendaraan yang ada dalam deck akan bergeser sehingga bisa saja menumpuk pada salah satu sisi sehingga stabilitas kapal terganggu. Kemungkinan kapal akan tenggelam menjadi lebih besar akibat stabilitas kapal yang terganggu.

2.3.3 Teori Gaya

Ketika mobil dalam keadaan miring, maka terlibat beberapa gaya yang mempengaruhi keadaan mobil tersebut. Pengertian gaya dalam fisika sering diartikan sebagai dorongan atau tarikan. Gaya dapat mengakibatkan perubahan pada suatu benda, misalnya perubahan arah gerak, bentuk dan kecepatan. Gaya termasuk dalam besaran vektor.

Secara umum ada 2 macam gaya:

1. Gaya sentuh yaitu gaya yang mengakibatkan benda bergerak karena sentuhan.
Contoh : Gaya otot, gaya mesin, gaya gesekan dan gaya pegas.
2. Gaya tak sentuh yaitu gaya ketika bekerja pada benda tidak terjadi sentuhan pada benda atau jarak antara benda dan gaya. Contoh gaya listrik, magnet dan gaya gravitasi.



Gambar 2.9 Bidang miring

Bidang miring adalah suatu permukaan datar yang memiliki suatu sudut, yang bukan sudut tegak lurus, terhadap permukaan horizontal. Penerapan bidang miring dapat mengatasi hambatan besar dengan menerapkan gaya yang relatif lebih kecil melalui jarak yang lebih jauh, dari pada jika beban itu diangkat vertikal. Gaya normal adalah gaya reaksi dari gaya berat yang dikerjakan pada benda terhadap bidang dimana benda itu berada dan tegak lurus bidang.

$$N = m g \text{ atau } N = mg \cos \theta$$

Gaya gesek adalah gaya yang bekerja pada benda dan arahnya selalu melawan arah gerak benda. Gaya gesek hanya akan bekerja pada benda jika ada gaya luar yang bekerja pada benda tersebut. Gaya dapat berupa zat padat dengan zat padat dan zat cair dengan zat padat. Gaya gesek dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu keadaan permukaan, kecepatan relatif, gaya yang bekerja, dan sebagainya. Gaya gesek dinyatakan dengan persamaan seperti dibawah ini.

$$\vec{f}_k = \mu_{k,s} N$$

μ_k =koefisien gesek kinetik

μ_s =koefisien gesek statik

Umumnya $\mu_k < \mu_s$

Dua buah benda yang saling bersentuhan akan saling memberikan gaya kontak. Bila bidang sentuh tidak licin, maka gaya kontak mempunyai komponen sepanjang bidang sentuh yang disebut gaya gesekan statik, dan gaya gesekan untuk benda dalam keadaan bergerak disebut gaya gesekan kinetik. Arah gaya gesekan ini selalu sepanjang bidang sentuh dan berusaha melawan gerak relatif bidang sentuhnya. Besar gaya gesek statik mempunyai batas maksimum, nilai maksimumnya sebanding dengan gaya normal N dan konstanta perbandingan μ_s disebut *koefisien gesekan statik* $f_{smax} = \mu_s N$. Benda masif yang bergeser pada suatu permukaan juga mendapat perlawanan yang berupa gaya gesek antara kedua permukaan yang saling bersentuhan. Gaya gesek ini timbul karena permukaan yang tidak teratur pada permukaan yang kasar atau gaya adhesif antar molekul pada permukaan yang sangat halus dan rata.

Tabel 2.1. Jenis dan tipe persamaan gesek

Jenis gesekan	Persamaan	Keterangan
Statik	$F_s \leq \mu_s N$	Gaya harus lebih besar dari gaya gesek maksimum ini untuk membuat benda bergerak dari keadaan diam. Digunakan untuk objek yang diam. Arah gaya gesek berlawanan dengan arah gaya yang bekerja pada benda.
Kinetik	$F_k = \mu_k N$	Gaya berlawanan dengan kecepatan. Selalu lebih kecil dari gaya gesek statik. Digunakan untuk benda yang meluncur/sliding.

2.4 RULES DAN REGULATIONS UNTUK CARGO SECURING

2.4.1 SOLAS

Chapter VI - Carriage of Cargo

The Chapter covers all types of cargo (except liquids and gases in bulk) "which, owing to their particular hazards to ships or persons on board, may require special precautions". The regulations include requirements for stowage and securing of cargo or cargo units (such as containers). The Chapter requires cargo ships carrying grain to comply with the International Grain Code.

2.4.2 Persyaratan Umum Tentang Pengamanan Muatan untuk Jalan dan Angkutan Laut

Gaya yang bisa muncul akibat pengangkutan muatan berdasarkan peraturan internasional adalah sebagai berikut :

Road

- *forwards* 1.0 g, alternatively 0.8 g
- *sideways and backwards* 0.5 g (0.7 g for tipping according to VDI 2700 and EN 12195-1)

Sea

- Sideways* 0.5 g
- Baltic Sea North Sea* 0.7 g
- Unrestricted* 0.8 g

Lengthways

- Baltic Sea* 0.3 g in combination with 1 ± 0.5 g vertically
- North Sea* 0.3 g in combination with 1 ± 0.7 g vertically
- Unrestricted* 0.4 g in combination with 1 ± 0.8 g vertically

- **EN 12195-1**

Load restraint assemblies on road vehicles-Safety-Part 1: Calculation of lashing

forces. Dalam standard tersebut dijelaskan bagaimana perhitungan lashing dan blocking.

- *lengthways 1.0 g (0.6 g for lipping)*
- *sideways 0.5 g (in combination with 0.7 g vertically downwards for sliding)*

- **VDI 2700 Blatt 7 (Germany)**

- *in the longitudinal direction forwards and backwards, 1.0 g,*
- *in the transverse direction to both sides, 0.5 g,*
- *in the vertical direction upwards and downwards, 0.3 g in addition to the static weight.*

- **ONORM V 5750-1 (Austria) ONORM V 5750-1:1990 07 01 Cargo securement; forces involved**

Lengthways in the wagon

- *Wagons subject to shunting 4.0 g*
- *Combined transport 2.0 g*

Sideways in the wagon 0.4 g in combination with 1+ 0.3 g vertically

- **IMO/ILO/UN ECE**

Lengthways in the wagon

- Wagons subject to shunting 4.0 g*
- Combined transport 1.0 g*

Sideways in the wagon

0.5 g in combination with 1 ± 0.3 g vertically

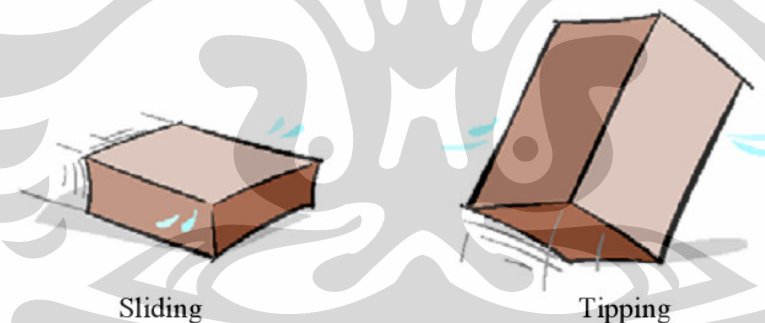
2.4.3 Perbandingan *General Requirements of Cargo Securing* untuk Beberapa Transportasi.

Tabel di bawah ini mengacu pada UIC (rail), IMO (sea) dan international standards (road). Contoh yang digunakan yaitu (sliding and tipping) pada cargo

Tabel 2.2. Cargo securing

Mode of transport	Forwards	Backwards	Sideways
Rail	4.0 g	4.0 g	0.5 g ^d
Rail (block train and combined transport)	1.0 g	1.0 g	0.5 g ^d
Road	1.0 g	0.5 g	0.5 g
Sea Baltic Sea	0.3 g ^a	0.3 g ^a	0.5 g
North Sea	0.3 g ^b	0.3 g ^b	0.7 g
Unrestricted	0.4 g ^c	0.4 g ^c	0.8 g

Ada dua tipe pergeseran muatan yaitu :



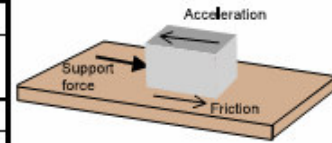
Gambar 2.10. Sliding dan tipping

Sliding

Untuk cargo sebesar 1000 kg dengan gaya gesek dengan lantai 0.3 untuk beberapa mode transportasi.

Tabel 2.3. Sliding

Mode of transport	Forwards	Backwards	Sideways
Rail	37 kN	37 kN	2.9 kN
Rail (block train and combined transport)	7.0 kN	7.0 kN	2.9 kN
Road	7.0 kN	2.0 kN	2.0 kN
Sea Baltic Sea	1.5 kN	1.5 kN	2.0 kN
North Sea	2.1 kN	2.1 kN	4.0 kN
Unrestricted	3.4 kN	3.4 kN	5.0 kN

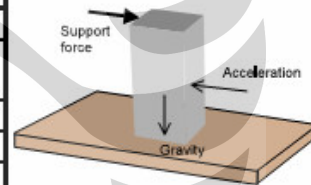


Tipping

Untuk cargo sebesar 1000 kg dengan posisi seperti gambar di bawah ini dan rasio tinggi/lebar sama dengan 3.

Tabel 2.4. Tipping

Mode of transport	Forwards	Backwards	Sideways
Rail	18 kN	18 kN	0.8 kN
Rail (block train and combined transport)	3.3 kN	3.3 kN	0.8 kN
Road	3.3 kN	0.8 kN	0.8 kN
Sea Baltic Sea	0.7 kN	0.7 kN	0.8 kN
North Sea	1.0 kN	1.0 kN	1.8 kN
Unrestricted	1.7 kN	1.7 kN	2.3 kN



2.5 METODE PEMARKIRAN MOBIL DALAM KAPAL

Kapal ferry mengangkut berbagai jenis kendaraan yang bertujuan untuk menyeberang ke pulau sesuai dengan rute kapal yang sudah ditentukan. Dengan banyaknya kendaraan yang masuk dalam kapal, maka sudah seharusnya diperlukan pengaturan penempatan kendaraan tersebut. Namun mengatur penempatannya saja tidaklah cukup untuk memberikan keamanan di dalam kapal. Oleh karena itu dibuatlah usaha-usaha untuk menghindari berubahnya posisi kendaraan yang sudah ditempatkan pada posisi yang tidak mengganggu kestabilan kapal. Cara-cara yang dipakai diantaranya yaitu :

- Penggunaan tiang penyangga.

Penggunaan tiang penyangga ini umumnya tidak tersedia pada kapal ferry yang digunakan untuk penyeberangan penumpang, namun tersedia pada kapal-kapal pengangkut mobil (car carrier) yang mendistribusikan mobil ke konsumen. Penggunaan tiang penyangga ini ditujukan untuk menjaga posisi mobil yang dibawa oleh kapal agar tidak mengganggu stabilitas.



Gambar 2.11. Tiang penyangga pada kapal RoRo

- Penggunaan Pengikat.

Pada kapal ferry saat ini mobil yang berupa truk besar diberi ikatan menggunakan pengikat untuk mencegah bergesernya truk tersebut. Hal ini dapat dilihat dalam gambar di bawah ini.



Gambar 2.12 Truk yang sedang diikat menggunakan pengikat.

Gambar diatas diambil dari video animasi yang dibuat untuk penyelidikan kapal KM Senopati Nusantara. Pengikat yang digunakan untuk mengikat diikatkan pada cincin yang ada pada deck. Bentuk cincin ini secara nyata dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.13. Cincin untuk proses lashing

Cincin yang ada pada deck telah dilekatkan pada deck kapal untuk memperkuat dudukan cincin tersebut.

- Penggunaan balok

Biasanya penggunaan balok untuk mengganjal roda kendaraan agar tidak menggelinding. Bila yang punya kendaraan lupa memakai rem tangan atau kendaraan tersebut rusak rem tangannya, maka balok ini sangatlah membantu.



BAB III

SYSTEM LASHING

3.1 DECK KENDARAAN DALAM FERRY

3.1.1 Cargo Securing Arrangements

Securing devices yang permanen diperlukan untuk mencegah *cargo* bergeser. Pertimbangan yang perlu diperhatikan untuk *securing devices* yaitu tingkatan akselerasinya :

- 1.5g longitudinally;
- 1.5g transversely;
- 1.0g vertically up;
- 2.0g vertically down;

Atau alternatifnya, ketika membawa *packages* di deck yang terbuka, harus diamankan sesuai dengan *principles of safe stowage, securing of heavy unitized, wheel-based (rolling) cargo approved by the Administration* yang berdasarkan *guidelines* dari IMO dalam *Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing*. Semuanya itu merupakan petunjuk untuk pengamanan dan pengaturan pengangkutan untuk *transport of road, vehicles on Ro-Ro Ships*.

3.1.2 Penataan Kendaraan dalam Deck

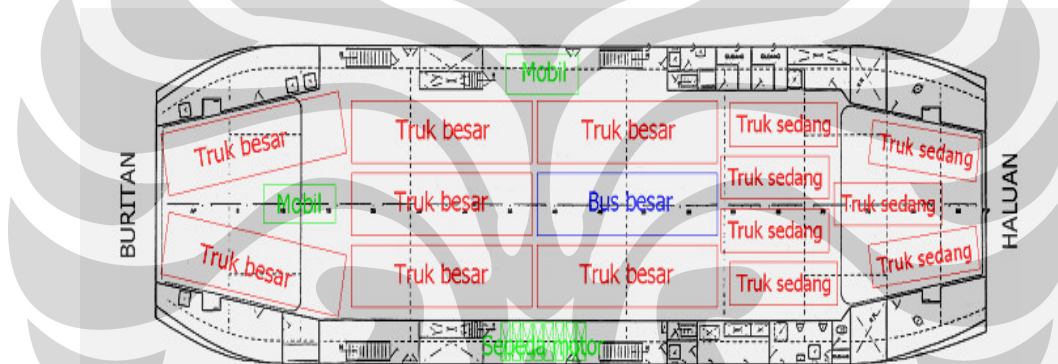
Deck kendaraan dalam ferry merupakan tempat yang dikhususkan untuk kendaraan yang naik dalam kapal ferry. Di dalam deck kendaraan, perlu dilakukan pengaturan terhadap mobil agar ruangan dapat digunakan secara maksimal. Dengan bentuk ruangan yang sempit, maka sebaiknya mobil diparkir dengan bentuk sejajar. Selain menghemat ruangan, pemarkiran ini juga bertujuan untuk mempercepat proses loading dan unloading kendaraan. Layaknya kapal container, susunan mobil dalam kapal ferry harus diletakkan sesuai dengan bobot mobil yang berada dalam kapal agar kapal tidak berat sebelah akibat penumpukan beban pada satu sisi kapal.

Lantai pada deck kendaraan tidak sama dengan yang ada di ruang penumpang. Lantai ini dibuat lebih kasar untuk memperbesar gaya gesek antara lantai dengan roda kendaraan. Desain lantai juga bertujuan untuk mempertahankan posisi kendaraan. Untuk memperjelas bagaimana bentuk kapal ferry saat kapal sedang berlabuh di pelabuhan. Berikut posisi kapal saat berada di pelabuhan beserta perlengkapannya ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

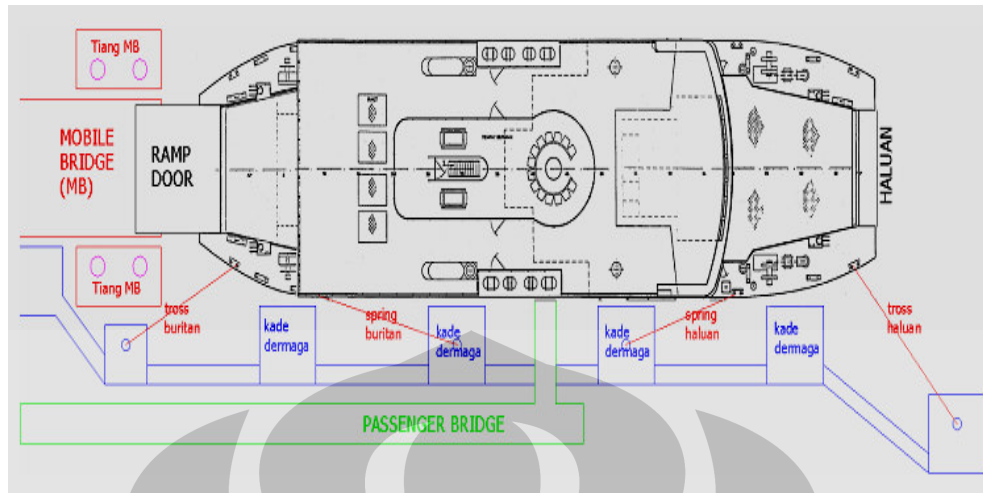
Parkir bisa dilakukan dengan 2 cara yaitu :

- Parkir Sejajar.
- Parkir Miring.

Tetapi yang dominan dalam pemarkiran pada deck kendaraan yaitu sistem sejajar.



Gambar 3.1 Posisi kendaraan dalam deck kendaraan.



Gambar 3.2 Skema pelabuhan sandar kapal ferry

Proses naiknya mobil dalam ferry

- Mobil yang akan naik kapal terlebih dahulu harus melewati jembatan muat (MB) untuk mengukur bobot mobil tersebut.
- Mobil memasuki kapal melalui ramp door.
- Setelah di atas deck, mobil disusun sesuai dengan bobotnya.
- Setelah mobil parkir, dilakukan proses lashing.
- Ramp door ditutup setelah mobil yang naik di kapal telah mencukupi bobot yang diperbolehkan.

Berat muatan suatu kapal umumnya sudah ditentukan. Berikut ini contoh perhitungannya :

Perhitungan Berat Muatan yang Diijinkan

Dari surat ukur kapal dan sertifikat garis muat dapat dihitung, bila;

Panjang = 44m,

Lebar = 11.4m, Sarat = 2.87m.

Koefisien blok 0.68 untuk kapal-kapal tipe standar.

Maka didapat :

Berat Perpindahan Air (Displasemen) = 1003.4 metrik Ton.

Bobot Mati (DWT) = 602.04 metrik ton.

Asumsi 50% dari bobot mati adalah berat muatan (payload) yang diijinkan.
Berat muatan yang diijinkan = 301.02 metrik ton.

Contoh perhitungan di atas merupakan perhitungan pada KMP Wimala Dharma

Penataan kendaraan dalam deck yang baik yaitu :

- Beban dari kendaraan terdistribusi merata.
- Untuk proses unloading kendaraan cepat.
- Kendaraan diberi lashing dengan baik.

Penempatan lokasi yang tepat diperlukan untuk menjaga keseimbangan misalnya kendaraan yang bobotnya paling berat diletakkan di deretan yang tengah atau agak ke tengah kalau di tengah-tengah ruangan terdapat penghalang. Jika kendaraan tersebut diletakkan di pinggir, harus diimbangi dengan kendaraan yang bobotnya sama atau tidak berbeda jauh di sisi lainnya agar kapal tidak miring ke salah satu sisi. Selanjutnya untuk kendaraan yang bobotnya tidak begitu berpengaruh pada kapal, bisa diletakkan pada pinggir sisi-sisi kapal.

Model kapal ferry di bawah ini menunjukkan bagaimana kondisi deck kendaraan dalam keadaan kosong.



Gambar 3.3 model bagian bawah kapal ferry

3.1.3 Berat Kendaraan dalam Deck

Mobil-mobil yang menggunakan jasa kapal ferry diperkirakan yang memiliki bobot paling besar adalah truk. Untuk itu perlu diketahui berapa berat maksimum rata-rata truk beserta barang yang diangkutnya. Dilihat dari data yang diperoleh dari KMP Wimala Dharma tentang muatan yang diangkut, didapat data-data tentang berat truk bersama muatannya yaitu :

Tabel 3.1 Muatan KMP Wimala Dharma

Jenis muatan	Berat per unit (metrik ton)	Jumlah unit	Berat Subtotal (metrik ton)	Keterangan
Truk besar	39 ton	7 unit	273 ton	GVW 26 ton + 50%
Truk sedang	12 ton	7 unit	84 ton	GVW 8 ton + 50%
Bus Besar	12 ton	1 unit	12 ton	Gross Vehicle Weight
Mobil Pribadi	2 ton	2 unit	4 ton	GVW 1.5 ton + 30%
Sepeda Motor	150 kg	8 unit	1,2 ton	Net Vehiele Weight
Berat manusia	75 kg	140 jiwa	10,5 ton	Manusia & bawasanya
BBM Kapal			11 ton	Kapasitas max. 32,9 ton
Olie Mesin			1 ton	Kapasitas 1 ton
Air Tawar			10 ton	Kapasitas max. 14,1 ton
Total			406,7	Metrik ton

Bobot truk perlu diketahui untuk proses perkiraan beban yang akan diterima alat saat terjadi pergeseran mobil ketika kapal dalam keadaan miring.

3.2 LASHING

3.2.1 Lashing dalam Kapal Ferry

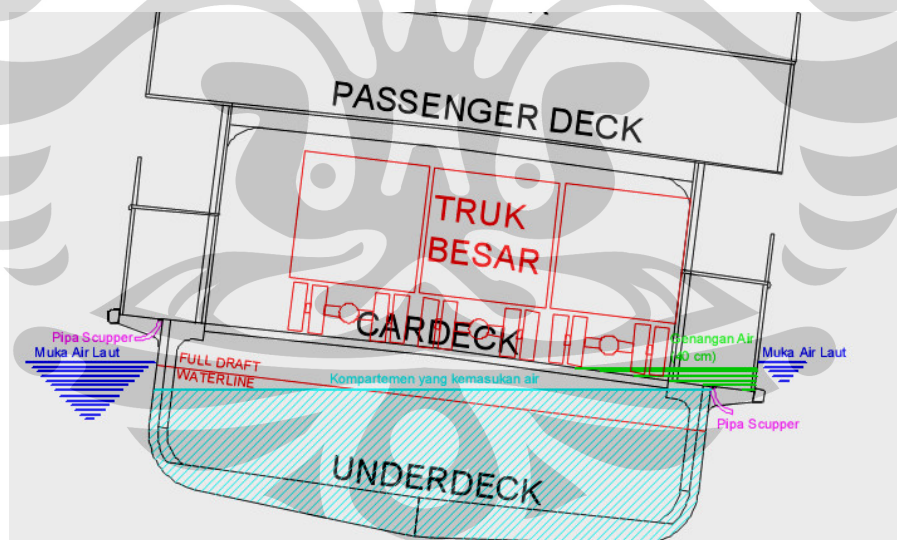
Kapal ferry tidak hanya mengangkut penumpang manusia saja tetapi juga kendaraan yang dibawa penumpang tersebut. Kendaraan-kendaraan ini perlu diatur karena bobotnya yang cukup berat akan berpengaruh terhadap stabilitas kapal. Tetapi pengaturan letak saja ternyata tidaklah cukup, karena ombak yang dihadapi kapal menyebabkan kapal bergoyang. Guncangan yang tidak terlalu kuat tidak akan berpengaruh pada kendaraan dalam kapal ferry, tetapi bila terjadi guncangan yang cukup kuat karena ombak yang besar atau sebab lain, maka hal tersebut perlu diperhitungkan. Bila susunan dalam parkir bergeser dan

menumpuk pada satu sisi kapal, maka kapal tersebut akan miring. Dan kemungkinan kapal akan tenggelam lebih besar akibat stabilitas kapal yang tidak stabil akibat kemiringan tersebut. Bisa dibayangkan bila ombak yang menghantam kapal yang sudah miring sehingga menyebabkan kemiringan lebih besar sampai ada air yang masuk, beban pada sisi yang miring tersebut akan semakin besar akibat tambahan dari air tersebut sehingga akhirnya tenggelam. Untuk mencegah atau lebih tepatnya mengurangi resiko tersebut, pemberian lashing pada kendaraan dalam kapal ferry tersebut perlu dilakukan.

Penyebab kapal miring yaitu :

- Muatan yang tidak merata dari awal.
- Muatan kapal yang bergeser saat sedang berlayar.

Berikut ini contoh gambar kapal yang mengalami kemiringan akibat bergesernya mobil sehingga menumpuk pada salah satu sisi.



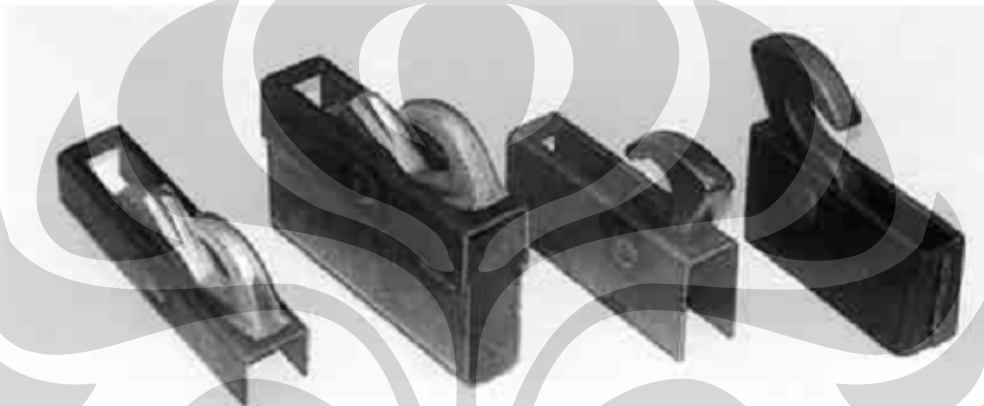
Gambar 3.4 Mobil dalam kapal yang menumpuk pada sisi kanan

Akibat penumpukan kendaraan tersebut, apabila kapal dihantam ombak dari sisi kiri, maka kemungkinan besar air akan masuk dalam deck menyebabkan sisi kanan semakin berat karena air yang bertambah. Semakin lama keadaan

tersebut tidak diperbaiki seperti memompa air keluar, maka kapal tersebut akan tenggelam.

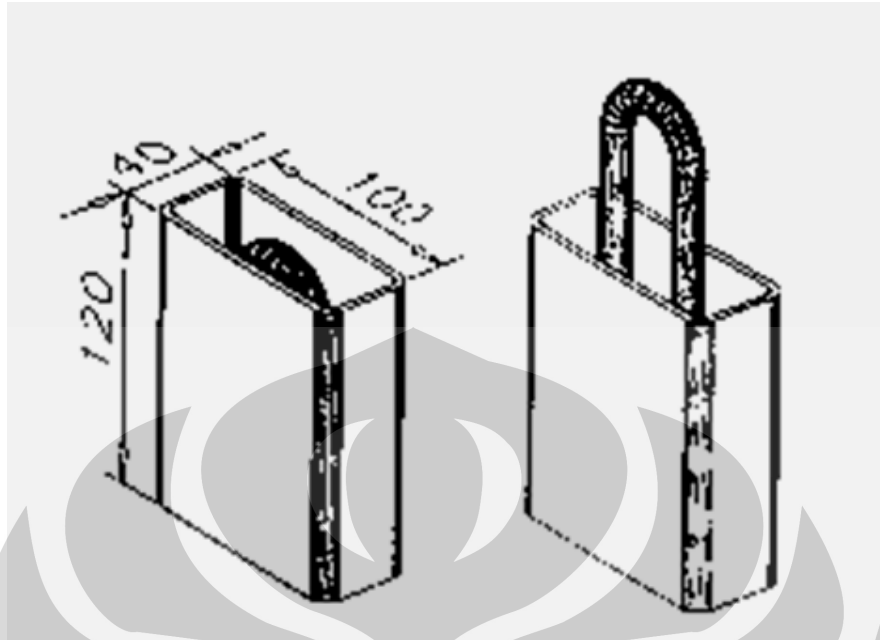
3.2.2 Securing Fitting.

Breaking strength untuk *typical securing fittings* yang digunakan pada kendaraan normalnya antara 20 kN sampai 80 kN (2 ton - 8 ton).



Gambar 3.5 hook dengan *Breaking strength*: 40 kN / 40 kN / 80 kN / 80 kN
(4 ton) / (4 ton) / (8 ton) / (8 ton)

Hooks di letakkan pada samping kendaraan dan dapat digunakan bersamaan dengan *rings*.



Gambar 3.6. Securing fitting dengan breaking strength: 50 kN (5 ton)



Gambar 3.7. Round fitting dengan breaking strength: 80 kN (8 ton)



Gambar 3.8. Forged securing fittings dengan breaking strength: 60 kN (6 ton) dan Weight 1.2 kg



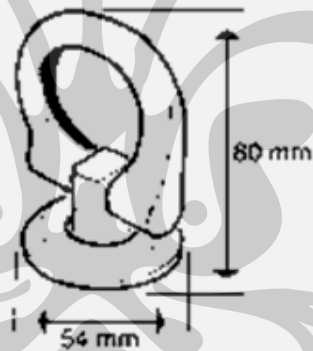
Gambar 3.9. Forged hook for welding dengan breaking strength: 60 kN (6 ton) dan Weight 0.35 kg.



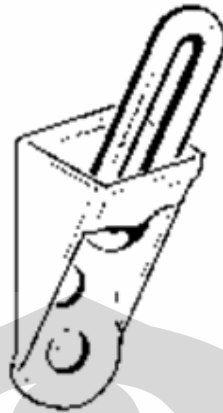
Gambar 3.10. Rope hook (48x60 mm) for welding dengan breaking strength: 20 kN (2 ton).



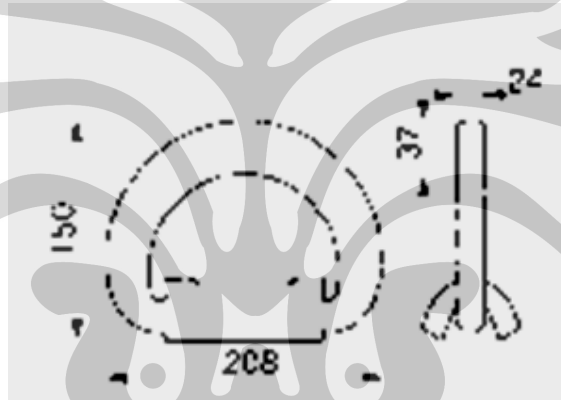
Gambar 3.11. Recessed galvanised lashing ring dengan breaking strength: 20 kN (2 ton) dan Weight 0.75 — 1.2 kg.



Gambar 3.12. Lashing eye for welding dengan breaking strength: 40 kN (4 ton)



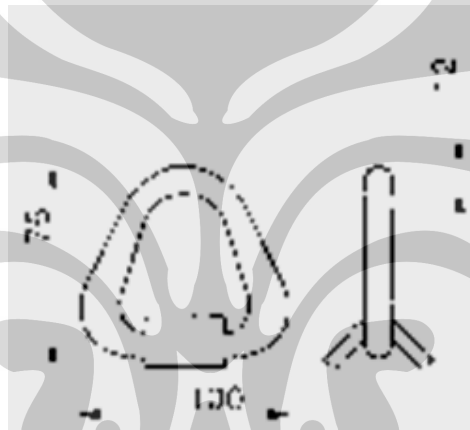
Gambar 3.13. *Fitting fully inserted in the floor dengan di las pada structure dan besar breaking strength: 60 kN (6 ton).*



Gambar 3.14. *D-ring dengan breaking strength: 360 kN (36 ton), Forged and untreated, to be welded, weight 3 kg.*



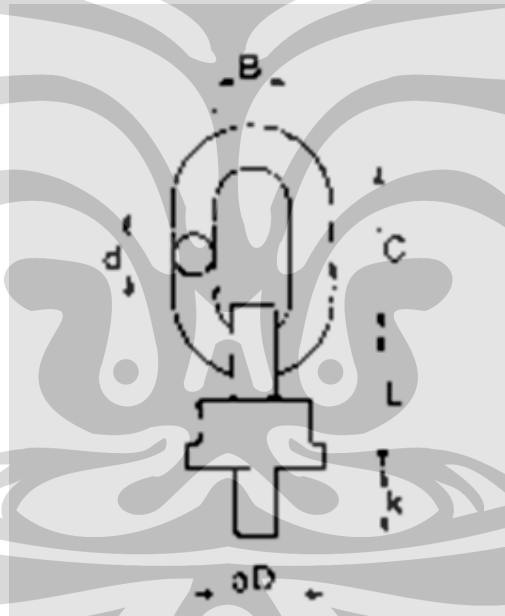
Gambar 3.15. *D-nng dengan breaking strength: 200 kN (20 ton), Forged eye and sheet steel in hold, untreated, to be welded, weight 18 kg.*



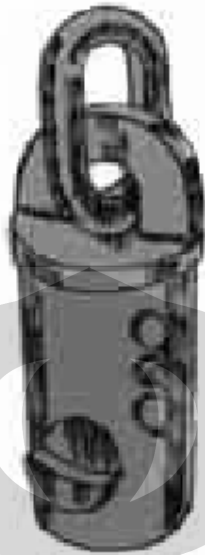
Gambar 3.16. *D-nng dengan breaking strength: 100 kN (10 ton), forged eye and sheet steel in hold, untreated, to be welded, weight 1.5 kg.*



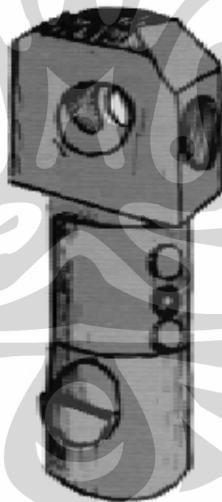
Gambar 3.17. Fitting originally used as lifting equipment dengan breaking strength: 200 kN (20 ton), eye of alloy steel (Grade 8) and hold of St 52, untreated, to be welded, weight 1.3 kg.



Gambar 3.18. Fitting with ball bearing dengan breaking strength 320 kN (32 ton), to be screwed, weight 3.4 kg.



Gambar 3.19. Lashing fitting for support hole for stanchion dengan breaking strength: up to 320 kN (32 ton)



Gambar 3.20. Container stacking cone for support hole for stanchion dengan breaking strength: 100 kN (10 ton)

Tabel 3.2. Data Lashing

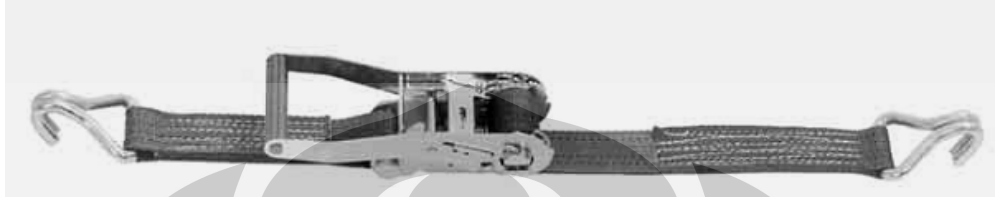
No.	Description	Required test	Recommended minimum SWL (tn)
1	Lashing rod (H.T.S.)	Tensile	18
2	Lashing rod (high strength)	Tensile	25
3	Lashing chain (H.T.S)	Tensile	8
4	Lashing chain (M.S)	Tensile	10
5	Lashing steel wire rope	Tensile	12
6	Turnbuckle	Tensile	18
7	Twistlock (single)	Shear and Tensile	15 20
8	Twistlock (linked)	Shear and tensile	5
9	Stacking cone (single)	Shear	15
10	Stacking cone (double)	Shear and tensile	5
11	Flush socket	Pull out loading	20
12	Pedestal socket	Pull out loading Tangential loading	20 15
13	D - ring	Tensile	18
14	Lashing plate	Tensile	18
15	Penguin hook	Tangential loading	18
16	Bridge fitting	Tensile	5

Tabel 3.3. Design breaking loads and proof loads

Item	Minimum design breaking load		Minimum proof load	
	SWL≤40tn	SWL>40tn	SWL≤40tn	SWL>40tn
Lashings:				
Wire rope	3xSWL		1,5xSWL	
Rod: higher tensile steel	2xSWL			
Chain: mild steel	3xSWL			
higher tensile steel	2,5xSWL			
Fittings and securing devices	2xSWL	SWL+40tn	1,5xSWL	SWL+20tn

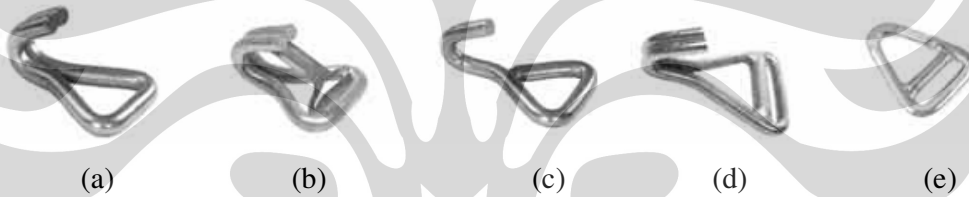
3.2.3 Web Lashings

Lashing untuk kendaraan umumnya memakai yang memiliki kekuatan 4 tonnes (40 kN) dengan panjang 9.5 m untuk tipe yang panjang dan 0.5 m untuk tipe yang pendek. Pada lashing ini terdapat dua *hooks* pada kedua sisinya.



Gambar 3.21. *Web lashing (4-tonnes (40 kN)) including ratchet with a long part of 9.5 m and a short part of 0.5 m.*

Macam-macam tipe *hooks* yaitu :



- a) Claw hook 50 kN (5 tonnes).
- b) Claw hook with snap 50 kN (5 ton).
- c) Single hook 50 kN (5 ton).
- d) Adjustable hook 50 kN (5 ton).
- e) D-ring 60 kN (6 ton).

Gambar 3.22. *Contoh macam-macam tipe hooks dan fittings.*

Tabel 3.4. *Lashing capacity* untuk *lashing steel wire ropes* dengan ukuran konstruksi 6 x 19 dan 6 x 36 dengan fibre core.

Rope size mm	Lashing capacity LC kN
8	11,2
10	17,5
12	25
14	35
16	45
18	56,5
20	70
22	85
24	100
26	120
28	140
32	180
36	230
40	280

3.2.4 Chain Lashings

Chain lashing yang lama biasanya dibuat dengan kualitas *grade 5*. *Break load* untuk *grade 5* yaitu 500 N/mm. Untuk saat ini *chain lashing quality* yang dipakai umumnya *grade 8* (800 N/mm). *Chain lashing* ada dua tipe yaitu *short*, *half long* or *long links*. Namun kekuatan *lashing* tidak terpengaruh dengan tipenya. *Grade* dan diameter material yang akan mempengaruhi kekuatan *chain lashing* tersebut.

Tabel 3.5. *Chain tensioners*.

Quality	Diameter, mm	Breakload, kN (ton)
Grade 5	7	50 (5.0)
Grade 5	9	75 (7.5)
Grade 8	9	100 (10)
Grade 8	11	150 (15)
Grade 8	13	200 (20)



Gambar 3.23. Turnbuckle & Chain tensioner

Tabel 3.6. Lashing capacity

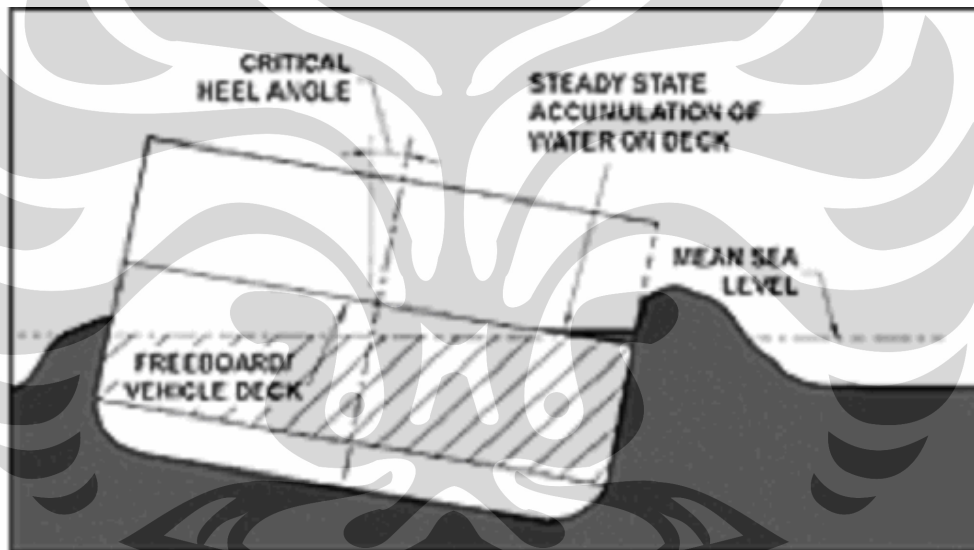
Complete lashing chain with chain of nominal size in mm or Code No of components	Lashing capacity LC kN max.
6	22
7	30
8	40
9	50
10	63
11	75
13	100
16	160
18	200
20	250
22	300

BAB IV

PERHITUNGAN LASHING

4.1 PERHITUNGAN BEBAN

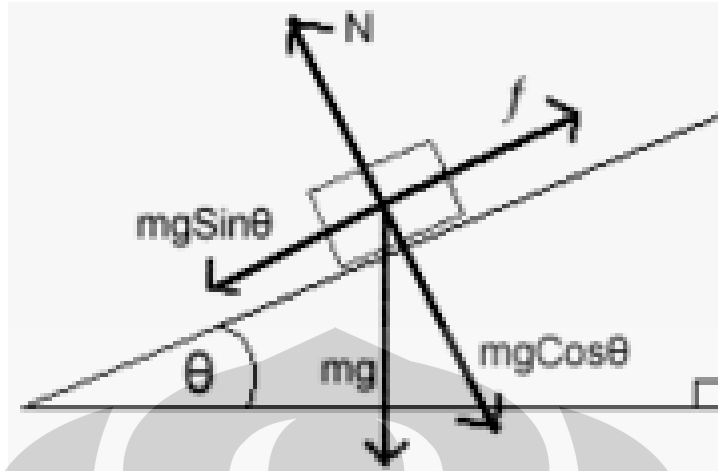
Setiap kapal ferry memiliki tinggi freeboard yang berbeda. Tinggi draft suatu kapal umumnya antara 70 – 200 cm, misalkan tinggi freeboard pada kapal ferry 0.8-2 m, sedangkan lebar kapal ferry tersebut 20 m. kemungkinan sudut yang dibentuk yaitu :



Gambar 4.1. Simulasi kapal yang terkena ombak

Ketika merancang suatu kapal, perancang sudah menghitung tinggi freeboard suatu kapal. Dari freeboard tersebut dapat diperkirakan besarnya sudut kemiringan maksimum kapal ketika kapal diombang-ambing oleh ombak. Dari kemiringan tersebut dapat diketahui beban yang harus dijaga agar mobil-mobil yang ada dalam kapal tidak mengalami pergeseran. Besarnya beban tergantung pada besarnya sudut dan lebar kapal atau panjang kapal.

Misalkan kemiringan maksimum yang diperkirakan bisa terjadi saat kapal berlayar antara 0-6 derajat.



Gambar 4.2. Bidang miring.

Dari gambar di atas dapat dilihat jika kapal mengalami kemiringan sebesar 6 derajat, maka benda yang berupa mobil ini akan bergeser akibat gaya gravitasi. Besarnya gaya yang dialami mobil ini tergantung pada sudut dan gaya gesek antara mobil dengan lantai. Seandainya gaya gesek tersebut diabaikan maka besarnya gaya yang mempengaruhi mobil tersebut dapat diperkirakan menggunakan rumus :

$$N = mg \sin \theta$$

Diperkirakan mobil yang ada dalam kapal memiliki massa 40000 kg

$$N = 40000 \cdot 10 \cdot \sin(6)$$

$$N = 41811.4 \text{ N}$$

Kemudian gaya gesek dari ban mobil sebesar

Gesekan statik.

$$f_s = \mu_s \times N$$

Gesekan dinamik.

$$f_k = \mu_k \times N$$

Dari data konstanta gesek pada ban mobil adalah

$$\mu_s = 0.325 - 0.375$$

$$\mu_k = 0.15 - 0.25$$

Konstanta gesek yang digunakan adalah yang paling kecil atau minimum dengan pertimbangan kondisi kritis pada gesekan roda.

Maka pembebanan yang terjadi pada alat adalah

Pembebanan bila mobil belum bergeser

$$F = N - f_s$$

$$F = N - (\mu_s \times N)$$

$$F = 41811.4 - (0.325 \times 41811.4) \text{ N}$$

$$F = 28222.7 \text{ N}$$

$$F = 28223 \text{ N}$$

$$F = 28.223 \text{ kN}$$

$$F = 28.2 \text{ kN}$$

Pembebanan ketika mobil sedang bergeser

$$F = N - f_k$$

$$F = N - (\mu_k \times N)$$

$$F = 41811.4 - (0.15 \times 41811.4) \text{ N}$$

$$F = 35539.69 \text{ N}$$

$$F = 35539.7 \text{ N}$$

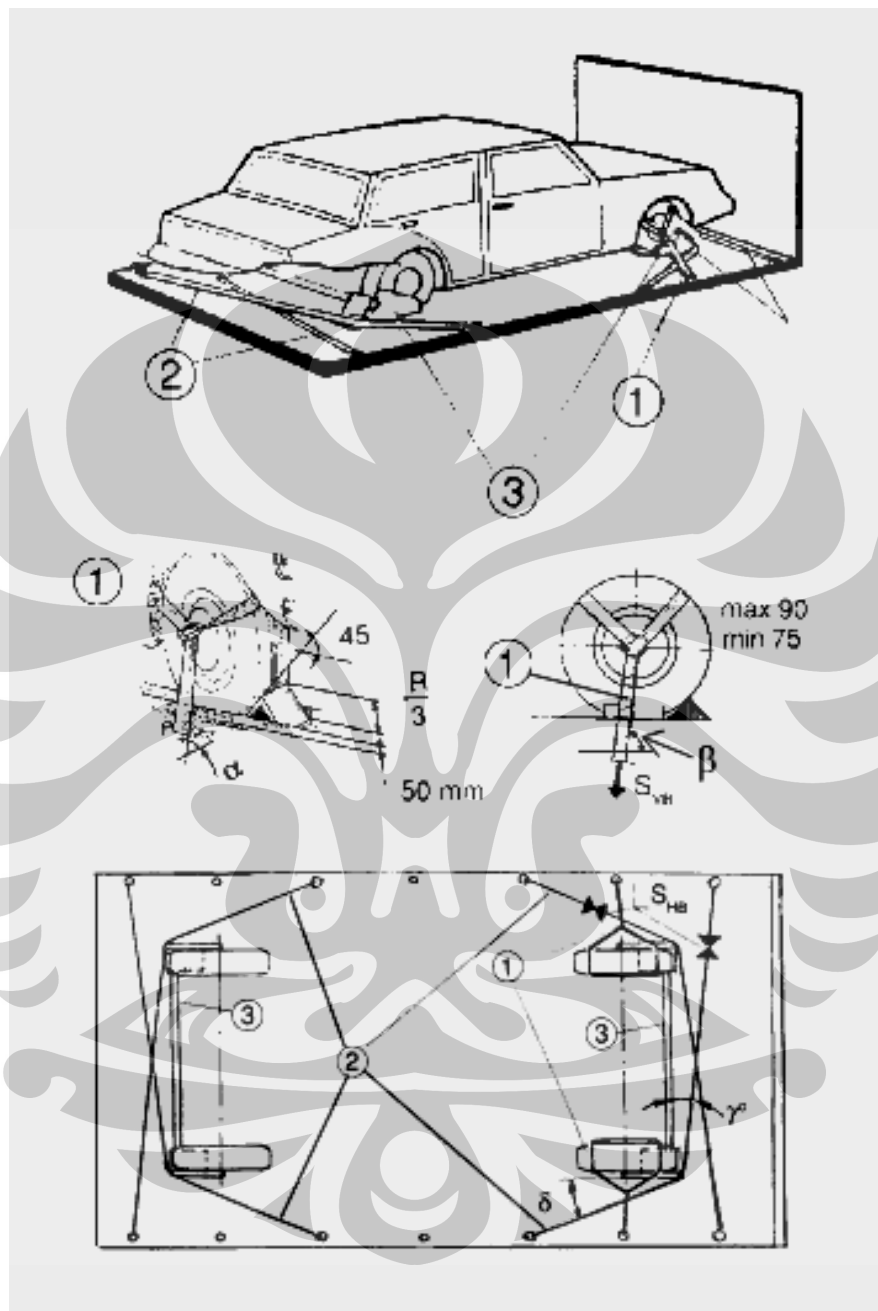
$$F = 35540 \text{ N}$$

$$F = 35.54 \text{ kN}$$

$$F = 35.5 \text{ kN}$$

Sehingga alat yang digunakan harus bisa menahan beban sebesar 35.5 kN ketika mobil sudah bergeser, karena sebelum mobil bergeser gaya masih dapat ditahan oleh gaya gesek statik pada ban mobil tersebut.

4.2 PELASHINGAN PADA KENDARAAN

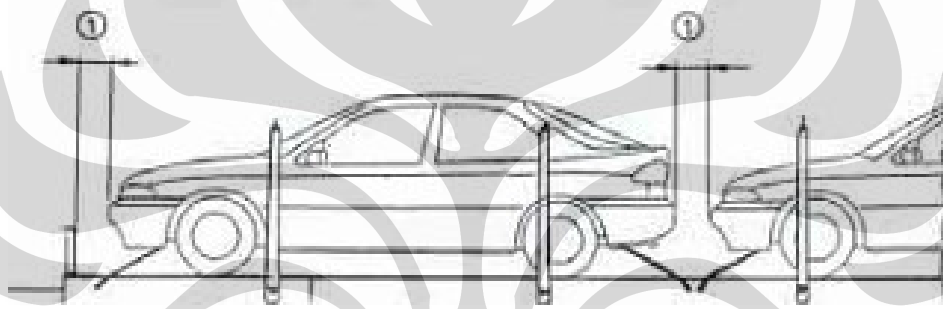


Gambar 4.3. Pelashingan pada sebuah mobil

Pada gambar terlihat balok yang dipakai untuk mengganjal roda mobil memiliki sudut 45 derajat, pelashingan dilakukan secara menyilang untuk memperkuat kedudukan lashing.



(a)



(b)

Gambar 4.4 (a) dan (b). Pelashingan dilihat dari samping

Pada gambar diperlihatkan pada setiap kendaraan diberikan jarak yang cukup.

4.3 DATA PERHITUNGAN

4.3.1 Spesifikasi Kapal KM Senopati Nusantara

Nama	: KM Senopati Nusantara eks.Citra Mandala Satria
Call Sign	: YFLO
Tahun Pembuatan	: Jepang/1990
Klas	: BKI Code Klas; A. 100(1) P."Ferry"
Daerah Pelayaran	: SV.1935 art 31 (c)
Type	: Penumpang Ro-Ro
Ukuran GT/NT	: GT.2.718/NT.816
Panjang Kapal (LOA)	: 77.32
Panjang Kapal (LWL/LPP)	: 73.10

Lebar Kapal (B)	: 12.75
Draft Kapal (T)	: 5.10
Mesin	: Daihatsu, 4 x 1450 HP
Kecepatan	: 12 Knot
Tanda Selar	: GT.2.718 No. 822/Da
Awak Kapal	: 57 orang (27 ABK dan 30 Pelayan dan Cleaning Service/ Catterring Department/ CD)
Docking Terakhir	: Agustus 2006
Alat Penolong	: Sekoci Penolong 2 x 24 orang, Life Craft 1175 orang, baju renang 1101 orang
Kapasitas Penumpang	: 850 orang (Berdasarkan Sertifikat Keselamatan Kapal Penyeberangan No. PK.650/15/4/AD/Crb-6 yang berlaku sampai dengan 26 september 2007)

4.3.2 Perhitungan Koefisien

$$\begin{aligned}
 CB &= (1.179 - 0.333 \times V) / (LPP^{0.5}) \\
 &= (1.179 - 0.333 \times 12) / (73.10^{0.5}) \\
 &= 0.711624 \\
 &= 0.71
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CM &= ((CB - 0.122)^{0.5}) + 0.23 \\
 &= 0.997869512
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CP &= CB/CM \\
 &= 0.71314293
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CW &= (CB^{0.5}) - 0.025 \\
 &= 0.818577849 \\
 &= 0.8
 \end{aligned}$$

4.3.3 Nilai GM (*Metacentric height of ship (metre)*)

$$\begin{aligned}
 KB &= T (5/6 - (Cb/3Cw)) \\
 &= 2.772119674
 \end{aligned}$$

$$BM = (0.055/Cb)(B^2/T)$$

$$\begin{aligned}
 &= 2.463556622 \\
 \text{KG} &= 0.7 \times 6.3 \\
 &= 4.41 \\
 \text{GM} &= \text{KB} + \text{BM} - \text{KG} \\
 &= 0.825676296 \\
 &= 0.8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan *Container Scuring System part 3 chapter 19* yang dikeluarkan oleh *HELLENIC REGISTER OF SHIPPING* nilai GM yaitu :

GM = 0,07 B. for all ships, except tankers and bulk carriers.

GM = 0,12 B, for tankers and bulk carriers.

$$\begin{aligned}
 \text{GM} &= 0.07 \times 12.75 \\
 &= 0.89 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan di sini nilai GM yang dipakai sebesar 0.8 berdasarkan hitungan di atas.

4.3.4 Nilai Input Cargo Berupa Kendaraan

Kendaraan yang dihitung berupa truk besar dengan asumsi berat truk ditambah dengan muatannya seberat 40 ton, lebar truk 3m dan tinggi truk 3 m

Jenis Cargo	: Truk
massa	: 40 ton
Koefisien gesek (μ) steel-rubber	: 4
<i>Wind exposed area</i>	: 0 (Asumsi; truk berada dalam deck kendaraan)
<i>Sea exposed area</i>	: 0 (Asumsi; truk berada dalam deck kendaraan)
Lever arm of tipping	: 1.5 m
Lever arm of stableness	: 1.5 m

Tabel 4.1. Koefisien gesek

MATERIAL 1	MATERIAL 2	Coefficient Of Friction			
		Dry		Greasy	
		Static	Sliding	Static	Sliding
Aluminum	Aluminum	1.05-1.35	1.4	0.3	
Aluminum	Mild Steel	0.61	0.47		
Brake Material	Cast Iron	0.4			
Brake Material	Cast Iron (Wet)	0.2			
Brass	Cast Iron		0.3		
Brick	Wood	0.6			
Bronze	Cast Iron		0.22		
Bronze	Steel			0.16	
Cadmium	Cadmium	0.5		0.05	
Cadmium	Mild Steel		0.46		
Cast Iron	Cast Iron	1.1	0.15		0.07
Cast Iron	Oak		0.49		0.075
Chromium	Chromium	0.41		0.34	
Copper	Cast Iron	1.05	0.29		
Copper	Copper	1.0		0.08	
Copper	Mild Steel	0.53	0.36		0.18
Copper-Lead Alloy	Steel	0.22		-	
Diamond	Diamond	0.1		0.05 - 0.1	
Diamond	Metal	0.1 - 0.15		0.1	
Glass	Glass	0.9 - 1.0	0.4	0.1 - 0.6	0.09-0.12
Glass	Metal	0.5 - 0.7		0.2 - 0.3	
Glass	Nickel	0.78	0.56		

Graphite	Graphite	0.1		0.1	
Graphite	Steel	0.1		0.1	
Graphite (In vacuum)	Graphite (In vacuum)	0.5 - 0.8			
Hard Carbon	Hard Carbon	0.16		0.12 - 0.14	
Hard Carbon	Steel	0.14		0.11 - 0.14	
Iron	Iron	1.0		0.15 - 0.2	
Lead	Cast Iron		0.43		
Leather	Wood	0.3 - 0.4			
Leather	Metal(Clean)	0.6		0.2	
Leather	Metal(Wet)	0.4			
Leather	Oak (Parallel grain)	0.61	0.52		
Magnesium	Magnesium	0.6		0.08	
Nickel	Nickel	0.7-1.1	0.53	0.28	0.12
Nickel	Mild Steel		0.64;		0.178
Nylon	Nylon	0.15 - 0.25			
Oak	Oak (parallel grain)	0.62	0.48		
Oak	Oak (cross grain)	0.54	0.32		0.072
Platinum	Platinum	1.2		0.25	
Plexiglas	Plexiglas	0.8		0.8	
Plexiglas	Steel	0.4 - 0.5		0.4 - 0.5	
Polystyrene	Polystyrene	0.5		0.5	
Polystyrene	Steel	0.3-0.35		0.3-0.35	
Polythene	Steel	0.2		0.2	
Rubber	Asphalt (Dry)		0.5-0.8		

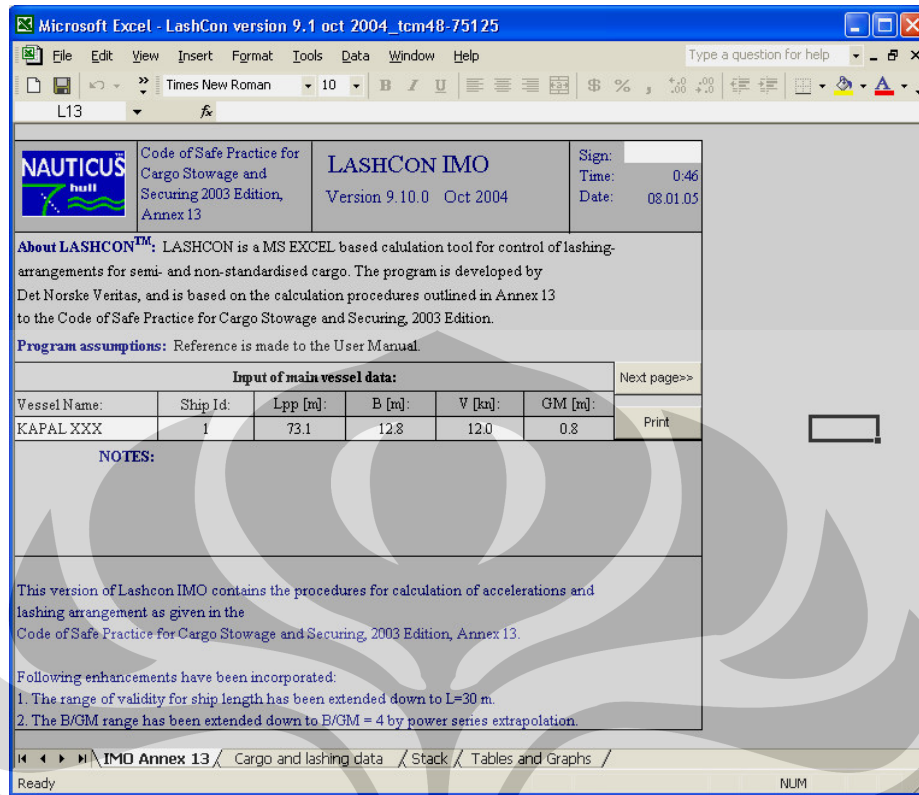
Rubber	Asphalt (Wet)		0.25- 0.0.75		
Rubber	Concrete (Dry)		0.6-0.85		
Rubber	Concrete (Wet)		0.45- 0.75		
Saphire	Saphire	0.2		0.2	
Silver	Silver	1.4		0.55	
Sintered Bronze	Steel	-		0.13	
Solids	Rubber	1.0 - 4.0		--	
Steel	Aluminium Bros	0.45			
Steel	Brass	0.35		0.19	
Steel(Mild)	Brass	0.51	0.44		
Steel (Mild)	Cast Iron		0.23	0.183	0.133
Steel	Cast Iron	0.4		0.21	
Steel	Copper Lead Alloy	0.22		0.16	0.145
Steel (Hard)	Graphite	0.21		0.09	
Steel	Graphite	0.1		0.1	
Steel (Mild)	Lead	0.95	0.95	0.5	0.3
Steel (Mild)	Phos. Bros		0.34		0.173
Steel	Phos Bros	0.35			
Steel(Hard)	Polythened	0.2		0.2	
Steel(Hard)	Polystyrene	0.3-0.35		0.3-0.35	
Steel (Mild)	Steel (Mild)	0.74	0.57		0.09- 0.19
Steel(Hard)	Steel (Hard)	0.78	0.42	0.05 - 0.11	0.029- .12
Steel	Zinc (Plated on steel)	0.5	0.45	-	-
Teflon	Steel	0.04		0.04	0.04

Teflon	Teflon	0.04		0.04	0.04
Tin	Cast Iron		.32		
Tungsten Carbide	Tungsten Carbide	0.2-0.25		0.12	
Tungsten Carbide	Steel	0.4 - 0.6		0.08 - 0.2	
Tungsten Carbide	Copper	0.35			
Tungsten Carbide	Iron	0.8			
Wood	Wood(clean)	0.25 - 0.5			
Wood	Wood (Wet)	0.2			
Wood	Metals(Clean)	0.2-0.6			
Wood	Metals (Wet)	0.2			
Wood	Brick	0.6			
Wood	Concrete	0.62			
Zinc	Zinc	0.6		0.04	
Zinc	Cast Iron	0.85	0.21		

Koefisien gesek yang dipakai berdasarkan gesekan antara solids dengan rubber yaitu sebesar 4 (Tabel koefisien gesek di atas).

4.4 PERHITUNGAN MENGGUNAKAN LASHCON

Dengan memasukkan data yang ada pada bab 4.3 pada LASHCON v 9.1 yang dikeluarkan oleh IMO, akan diperoleh hasil akselerasi lashing. Pemasukkan data awal dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.5. Masukan data awal pada LASHCON v 9.1

Setelah itu klik Next pages pada lashcon tersebut untuk memasukkan input yang kedua yaitu berupa input cargo dan input lashing.

Untuk input Maximum Securing Load sebesar 40 kN berdasarkan perhitungan pada bab 4.1 tentang perhitungan beban. Setelah dimasukkan data, langsung akan terlihat hasil yang diperlihatkan pada gambar di bawah ini.

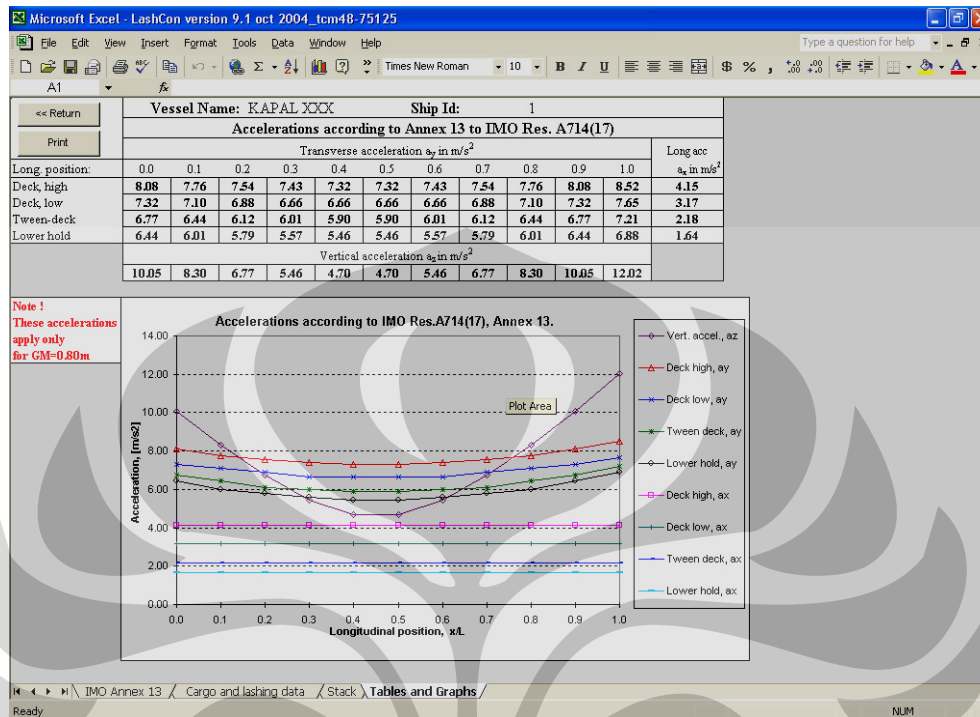
The screenshot shows the LASHCON v9.1 software interface. The title bar reads "Microsoft Excel - LashCon version 9.1 oct 2004_tcm48-75125". The main window is titled "LASHCON IMO Version 9.10.0 Oct 2004". The interface is divided into several sections:

- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing 2003 Edition, Annex 13**: Located in the top left.
- Input of cargo unit data**: Includes fields for "Truk", "Mass of cargo unit" (40.00 ton), "Coefficient of friction" (4.00), "Wind exposed area" (0.00 m²), "Sea exposed area" (0.00 m²), "Lever arm of tipping" (1.50 m), and "Lever arm of stabilness" (1.50 m).
- Give cargo unit stowage position**: Includes "Vertical" (Deck, low) and "Longitudinal" (AP) settings.
- Input of lashing data**: A table with columns for lashing positions 1 through 10. The "Max securing load [kN]" is set to 40 for all positions.
- RESULTS:** A summary table showing actual forces and securing capacities.

Actual forces		Securing capacity [kN / kNm]		Accelerations	
Transverse sliding force [kN]:	292.7	Transv. capacity: PS [kN]:	1767 OK	Transverse:	a _{tr} = 7.32 m/s ²
Longitudinal sliding force [kN]:	126.7	SB [kN]:	1767 OK	Vertical:	a _{ve} = 10.05 m/s ²
Cargo tipping moment [kNm]:	439.1	Long. capacity: Fwd [kN]:	159 OK	Longitudinal:	a _{lg} = 3.17 m/s ²
		Aft [kN]:	159 OK		
		Tipping capacity: PS [kNm]:	610 OK		
		SB [kNm]:	610 OK		

Gambar 4.6. Input dan hasil perhitungan LASHCON v 9.1

Dengan menekan tombol Show graph pada LASHCON v 9.1 tersebut akan dihasilkan grafik seperti di bawah ini.



Gambar 4.7. Grafik berdasarkan input data sebelumnya

Hasil yang diperoleh dari perhitungan menggunakan LASHCON v 9.1 di atas yaitu :

Actual forces	Securing capacity [kN / kNm]	Accelerations	Override	Reset
Transverse sliding force [kN]: 292.7	Transv. capacity: PS [kN] 1767 OK SB [kN] 1767 OK	Transverse: $a_x = 7.32$ m/s ²		
Longitudinal sliding force [kN]: 126.7	Long. capacity: Fwd [kN] 159 OK Aft [kN] 159 OK	Vertical: $a_y = 10.05$ m/s ²		
Cargo tipping moment [kNm] 439.1	Tipping capacity: PS [kNm] 610 OK SB [kNm] 610 OK	Longitudinal: $a_z = 3.17$ m/s ²		

Gambar 4.8. Hasil perhitungan pada LASHCON v 9.1

Akselerasi yang diperoleh yaitu :

Tranverse : 7.32 m/s²
 Vertical : 10.05 m/s²
 Longitudinal : 3.17 m/s²

BAB V

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang dilakukan maka di dapat beberapa kesimpulan yaitu :

- Penyebab muatan tidak merata bisa dikarenakan dua hal yaitu :
 - Saat menaikkan muatan (Yang dimaksud di sini yaitu kendaraan mobil) ditempatkan tidak sesuai dengan bobot mobil tersebut. Misalnya mobil-mobil yang terberat diletakkan di sisi pinggir kapal sehingga membuat kapal menjadi miring.
 - Saat menaikkan muatan (Yang dimaksud di sini yaitu kendaraan mobil) penyusunan sudah baik, namun ketika berlayar terjadi pergeseran muatan yang menyebabkan beban menjadi tidak merata.
- Memberikan lashing pada kendaraan yang ikut berlayar dalam kapal sangatlah penting untuk mencegah pergeseran muatan.
- Truk dengan berat 40 ton yang berada pada kapal dengan kemiringan 6 derajat akan membebani lashing sebesar ± 35 kN, maka lashing yang dipakai harus memiliki *breaking strength* lebih besar dari 35 kN.
- *Lashing* pada truk seberat 40 ton dibutuhkan minimal 4 buah *lashing* dengan *breaking strength* 40 kN berdasarkan perhitungan dengan menggunakan LASHCON v 9.1.

BAB V

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang dilakukan maka di dapat beberapa kesimpulan yaitu :

- Penyebab muatan tidak merata bisa dikarenakan dua hal yaitu :
 - Saat menaikkan muatan (Yang dimaksud di sini yaitu kendaraan mobil) ditempatkan tidak sesuai dengan bobot mobil tersebut. Misalnya mobil-mobil yang terberat diletakkan di sisi pinggir kapal sehingga membuat kapal menjadi miring.
 - Saat menaikkan muatan (Yang dimaksud di sini yaitu kendaraan mobil) penyusunan sudah baik, namun ketika berlayar terjadi pergeseran muatan yang menyebabkan beban menjadi tidak merata.
- Memberikan lashing pada kendaraan yang ikut berlayar dalam kapal sangatlah penting untuk mencegah pergeseran muatan.
- Truk dengan berat 40 ton yang berada pada kapal dengan kemiringan 6 derajat akan membebani lashing sebesar ± 35 kN, maka lashing yang dipakai harus memiliki *breaking strength* lebih besar dari 35 kN.
- *Lashing* pada truk seberat 40 ton dibutuhkan minimal 4 buah *lashing* dengan *breaking strength* 40 kN berdasarkan perhitungan dengan menggunakan LASHCON v 9.1.

DAFTAR PUSTAKA

Ferdinand T.Deer, “ Statika Struktur”, Erlangga Jakarta 1987.

Ir. Marcus A. Talahatu MT, “ Teori Merancang Kapal“, FT.UI.1985.

IMO, “Guidelines for the Preparation of the Cargo Securing Manual”

IMO, " Revised Guidance to Master for Avoiding Dangerous Situation in Adverse Weather and Sea Conditions " MSC Circ. 1228 dated 11 January 2007.

IMO, “Lashcon User Guide”, Det Norske Veritas, 08 December 2003.

"ABS Guide for Certification of Container Securing Systems", 1988.

“ABS Safehull-Dynamic Loading Approach for Floating Production, Storage and Offloading (FPSO) Systems”, december 2001.

VINNOVA, “ Equipment for Rational Securing of Cargo on Railway Wagons”, 30 January 2004.

“Safe Stowage and Securing of Cargo on Board Ships”, 1982.

http://encarta.msn.com/media_461544499/Table_of_Friction_Coefficients.html

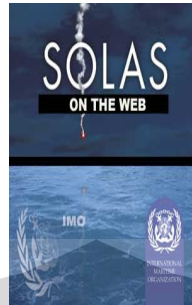
<http://www.engineershandbook.com/Tables/frictioncoefficients.htm>

<http://www.eagle.org/absdownloads/>

<http://www.wikipedia.com/>

LAMPIRAN





International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974

Adoption: 1 November 1974

Entry into force: 25 May 1980

[Introduction and history](#)

[Amendment procedure](#)

[Technical provisions](#)

[Chapter I - General Provisions](#)

[Chapter II-1 - Construction - Subdivision and stability, machinery and electrical installations](#)

[Chapter II-2 - Fire protection, fire detection and fire extinction](#)

[Chapter III - Life-saving appliances and arrangements](#)

[Chapter IV - Radiocommunications](#)

[Chapter V - Safety of navigation](#)

[Chapter VI - Carriage of Cargoes](#)

[Chapter VII - Carriage of dangerous goods](#)

[Chapter VIII - Nuclear ships](#)

[Chapter IX - Management for the Safe Operation of Ships](#)

[Chapter X - Safety measures for high-speed craft](#)

[Chapter XI-1 - Special measures to enhance maritime safety](#)

[Chapter XI-2 - Special measures to enhance maritime security](#)

[Chapter XII - Additional safety measures for bulk carriers](#)

[Amendments year by year](#)

Introduction and history

The SOLAS Convention in its successive forms is generally regarded as the most important of all international treaties concerning the safety of merchant ships.

The first version was adopted in 1914, in response to the **Titanic** disaster, the second in 1929, the third in 1948, and the fourth in 1960.

The **1960** Convention - which was adopted on 17 June 1960 and entered into force on 26 May 1965 - was the first major task for IMO after the Organization's creation and it represented a considerable step forward in modernizing regulations and in keeping pace with technical developments in the shipping

industry.

The intention was to keep the Convention up to date by periodic amendments but in practice the amendments procedure proved to be very slow. It became clear that it would be impossible to secure the entry into force of amendments within a reasonable period of time.

As a result, a completely new Convention was adopted in 1974 which included not only the amendments agreed up until that date but a new amendment procedure - the tacit acceptance procedure - designed to ensure that changes could be made within a specified (and acceptably short) period of time.

Instead of requiring that an amendment shall enter into force after being accepted by, for example, two thirds of the Parties, the tacit acceptance procedure provides that an amendment shall enter into force on a specified date unless, before that date, objections to the amendment are received from an agreed number of Parties.

As a result the 1974 Convention has been updated and amended on numerous occasions. The Convention in force today is sometimes referred to as SOLAS, 1974, as amended.

Amendment procedure

Article VIII of the SOLAS 1974 Convention states that amendments can be made either:

After consideration within IMO

Amendments proposed by a Contracting Government are circulated at least six months before consideration by the Maritime Safety Committee (MSC) - which may refer discussions to one or more IMO Sub-Committees - and amendments are adopted by a two-thirds majority of Contracting Governments present and voting in the MSC. Contracting Governments of SOLAS, whether or not Members of IMO are entitled to participate in the consideration of amendments in the so-called "expanded MSC".

Amendments by a Conference

A Conference of Contracting Governments is called when a Contracting Government requests the holding of a Conference and at least one-third of Contracting Governments agree to hold the Conference. Amendments are adopted by a two-thirds majority of Contracting Governments present and voting.

In the case of both a Conference and the expanded MSC, amendments (other than to Chapter I) are deemed to have been accepted at the end of a set period of time following communication of the adopted amendments to Contracting Governments, unless a specified number of Contracting Governments object. The length of time from communication of amendments to deemed acceptance is set at two years unless another period of time - which must not be less than one

year - is determined by two-thirds of Contracting Governments at the time of adoption.

Amendments to Chapter I are deemed accepted after positive acceptance by two-thirds of Contracting Governments.

Amendments enter into force six months after their deemed acceptance.

The minimum length of time from circulation of proposed amendments through entry into force is 24 months - circulation: six months, adoption to deemed acceptance date: 12 months minimum; deemed acceptance to entry into force: six months.

However, a resolution adopted in 1994 makes provision for an accelerated amendment procedure to be used in exceptional circumstances - allowing for the length of time from communication of amendments to deemed acceptance to be cut to six months in exceptional circumstances and when this is decided by a Conference. In practice to date, the expanded MSC has adopted most amendments to SOLAS, while Conferences have been held on several occasions - notably to adopt whole new Chapters to SOLAS or to adopt amendments proposed in response to a specific incident.

Technical provisions

The main objective of the SOLAS Convention is to specify minimum standards for the construction, equipment and operation of ships, compatible with their safety. Flag States are responsible for ensuring that ships under their flag comply with its requirements, and a number of certificates are prescribed in the Convention as proof that this has been done. Control provisions also allow Contracting Governments to inspect ships of other Contracting States if there are clear grounds for believing that the ship and its equipment do not substantially comply with the requirements of the Convention - this procedure is known as port State control. The current SOLAS Convention includes Articles setting out general obligations, amendment procedure and so on, followed by an Annex divided into 12 Chapters.

Chapter I - General Provisions

Includes regulations concerning the survey of the various types of ships and the issuing of documents signifying that the ship meets the requirements of the Convention. The Chapter also includes provisions for the control of ships in ports of other Contracting Governments.

Chapter II-1 - Construction - Subdivision and stability, machinery and electrical installations

The subdivision of passenger ships into watertight compartments must be such that after assumed damage to the ship's hull the vessel will remain afloat and stable. Requirements for watertight integrity and bilge pumping arrangements for passenger ships are also laid down as well as stability requirements for both passenger and cargo ships.

The degree of subdivision - measured by the maximum permissible distance between two adjacent bulkheads - varies with ship's length and the service in which it is engaged. The highest degree of subdivision applies to passenger ships.

Requirements covering machinery and electrical installations are designed to ensure that services which are essential for the safety of the ship, passengers and crew are maintained under various emergency conditions. The steering gear requirements of this Chapter are particularly important.

Chapter II-2 - Fire protection, fire detection and fire extinction

Includes detailed fire safety provisions for all ships and specific measures for passenger ships, cargo ships and tankers.

They include the following principles: division of the ship into main and vertical zones by thermal and structural boundaries; separation of accommodation spaces from the remainder of the ship by thermal and structural boundaries; restricted use of combustible materials; detection of any fire in the zone of origin; containment and extinction of any fire in the space of origin; protection of the means of escape or of access for fire-fighting purposes; ready availability of fire-extinguishing appliances; minimization of the possibility of ignition of flammable cargo vapour.

Chapter III - Life-saving appliances and arrangements

The Chapter includes requirements for life-saving appliances and arrangements, including requirements for life boats, rescue boats and life jackets according to type of ship.

The International Life-Saving Appliance (LSA) Code gives specific technical requirements for LSAs and is mandatory under Regulation 34, which states that all life-saving appliances and arrangements shall comply with the applicable requirements of the LSA Code.

Chapter IV - Radiocommunications

The Chapter incorporates the Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). All passenger ships and all cargo ships of 300 gross tonnage and upwards on international voyages are required to carry equipment designed to improve the chances of rescue following an accident, including satellite emergency position indicating radio beacons (EPIRBs) and search and rescue transponders (SARTs) for the location of the ship or survival craft.

Regulations in Chapter IV cover undertakings by contracting governments to provide radiocommunication services as well as ship requirements for carriage of radiocommunications equipment. The Chapter is closely linked to the Radio Regulations of the International Telecommunication Union.

Chapter V - Safety of navigation

Chapter V identifies certain navigation safety services which should be provided

by Contracting Governments and sets forth provisions of an operational nature applicable in general to all ships on all voyages. This is in contrast to the Convention as a whole, which only applies to certain classes of ship engaged on international voyages.

The subjects covered include the maintenance of meteorological services for ships; the ice patrol service; routing of ships; and the maintenance of search and rescue services.

This Chapter also includes a general obligation for masters to proceed to the assistance of those in distress and for Contracting Governments to ensure that all ships shall be sufficiently and efficiently manned from a safety point of view.

The chapter makes mandatory the carriage of voyage data recorders (VDRs) and automatic ship identification systems (AIS) for certain ships.

Chapter VI - Carriage of Cargoes

The Chapter covers all types of cargo (except liquids and gases in bulk) "which, owing to their particular hazards to ships or persons on board, may require special precautions".

The regulations include requirements for stowage and securing of cargo or cargo units (such as containers).

The Chapter requires cargo ships carrying grain to comply with the International Grain Code.

Chapter VII - Carriage of dangerous goods

The regulations are contained in three parts:

Part A - Carriage of dangerous goods in packaged form - includes provisions for the classification, packing, marking, labelling and placarding, documentation and stowage of dangerous goods. Contracting Governments are required to issue instructions at the national level and the Chapter makes mandatory the International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code, developed by IMO, which is constantly updated to accommodate new dangerous goods and to supplement or revise existing provisions.

Part A-1 - Carriage of dangerous goods in solid form in bulk - covers the documentation, stowage and segregation requirements for these goods and requires reporting of incidents involving such goods.

Part B covers Construction and equipment of ships carrying dangerous liquid chemicals in bulk and requires chemical tankers built after 1 July 1986 to comply with the International Bulk Chemical Code (IBC Code).

Part C covers Construction and equipment of ships carrying liquefied gases in bulk and gas carriers constructed after 1 July 1986 to comply with the

requirements of the International Gas Carrier Code (IGC Code).

Part D includes special requirements for the carriage of packaged irradiated nuclear fuel, plutonium and high-level radioactive wastes on board ships and requires ships carrying such products to comply with the International Code for the Safe Carriage of Packaged Irradiated Nuclear Fuel, Plutonium and High-Level Radioactive Wastes on Board Ships (INF Code).

The chapter requires carriage of dangerous goods to be in compliance with the relevant provisions of the International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code). The IMDG Code was first adopted by IMO in 1965 and has been kept up to date by regular amendments, including those needed to keep it in line with United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods which sets the basic requirements for all the transport modes

Chapter VIII - Nuclear ships

Gives basic requirements for nuclear-powered ships and is particularly concerned with radiation hazards. It refers to detailed and comprehensive Code of Safety for Nuclear Merchant Ships which was adopted by the IMO Assembly in 1981.

Chapter IX - Management for the Safe Operation of Ships

The Chapter makes mandatory the International Safety Management (ISM) Code, which requires a safety management system to be established by the shipowner or any person who has assumed responsibility for the ship (the "Company").

Chapter X - Safety measures for high-speed craft

The Chapter makes mandatory the International Code of Safety for High-Speed Craft (HSC Code).

Chapter XI-1 - Special measures to enhance maritime safety

The Chapter clarifies requirements relating to authorization of recognized organizations (responsible for carrying out surveys and inspections on Administrations' behalves); enhanced surveys; ship identification number scheme; and port State control on operational requirements.

Chapter XI-2 - Special measures to enhance maritime security

The Chapter was adopted in December 2002 and entered into force on 1 July 2004. Regulation XI-2/3 of the new chapter enshrines the International Ship and Port Facilities Security Code (ISPS Code). Part A of the Code is mandatory and part B contains guidance as to how best to comply with the mandatory requirements. The regulation requires Administrations to set security levels and ensure the provision of security level information to ships entitled to fly their flag. Prior to entering a port, or whilst in a port, within the territory of a Contracting Government, a ship shall comply with the requirements for the security level set by that Contracting Government, if that security level is higher than the security level set by the Administration for that ship.

Regulation XI-2/8 confirms the role of the Master in exercising his professional judgement over decisions necessary to maintain the security of the ship. It says he shall not be constrained by the Company, the charterer or any other person in this respect.

Regulation XI-2/5 requires all ships to be provided with a ship security alert system, according to a strict timetable that will see most vessels fitted by 2004 and the remainder by 2006. When activated the ship security alert system shall initiate and transmit a ship-to-shore security alert to a competent authority designated by the Administration, identifying the ship, its location and indicating that the security of the ship is under threat or it has been compromised. The system will not raise any alarm on-board the ship. The ship security alert system shall be capable of being activated from the navigation bridge and in at least one other location.

Regulation XI-2/6 covers requirements for port facilities, providing among other things for Contracting Governments to ensure that port facility security assessments are carried out and that port facility security plans are developed, implemented and reviewed in accordance with the ISPS Code.

Other regulations in this chapter cover the provision of information to IMO, the control of ships in port, (including measures such as the delay, detention, restriction of operations including movement within the port, or expulsion of a ship from port), and the specific responsibility of Companies.

Chapter XII - Additional safety measures for bulk carriers

The Chapter includes structural requirements for bulk carriers over 150 metres in length.

LAMPIRAN



ANNEX

GUIDELINES FOR THE PREPARATION OF THE CARGO SECURING MANUAL

PREAMBLE

In accordance with the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 (SOLAS) chapters VI, VII and the Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing, cargo units, including containers shall be stowed and secured throughout the voyage in accordance with a Cargo Securing Manual, approved by the Administration.

The Cargo Securing Manual is required on all types of ships engaged in the carriage of all cargoes other than solid and liquid bulk cargoes. The purpose of these guidelines is to ensure that Cargo Securing Manuals cover all relevant aspects of cargo stowage and securing and to provide a uniform approach to the preparation of Cargo Securing Manuals, their layout and content.

Administrations may continue accepting Cargo Securing Manuals drafted in accordance with MSC/Circ.385 provided that they satisfy the requirements of these guidelines. If necessary, those manuals should be revised explicitly when the ship is intended to carry containers in a standardized system.

It is important that securing devices meet acceptable functional and strength criteria applicable to the ship and its cargo. It is also important that the officers on board are aware of the magnitude and direction of the forces involved and the correct application and limitations of the cargo securing devices. The crew and other persons employed for the securing of cargoes should be instructed in the correct application and use of the cargo securing devices on board the ship.

CHAPTER 1 - GENERAL

1.1 Definitions

Cargo Securing Devices are all fixed and portable devices used to secure and support cargo units.

Maximum Securing Load (MSL) is a term used to define the allowable load capacity for a device used to secure cargo to a ship. Safe Working Load (SWL) may be substituted for MSL for securing purposes, provided this is equal to or exceeds the strength defined by MSL.

Standardized Cargo means cargo for which the ship is provided with an approved securing system based upon cargo units of specific types. Semi-standardized Cargo means cargo for which the ship is provided with a securing system capable of accommodating a limited variety of cargo units, such as vehicles, trailers, etc.

Non-standardized Cargo means cargo which requires individual stowage and securing arrangements.

1.2 General information

This chapter should contain the following general statements:

- .1 "The guidance given herein should by no means rule out the principles of good seamanship, neither can it replace experience in stowage and securing practice".
- .2 "The information and requirements set forth in this Manual are consistent with the requirements of the vessel's trim and stability booklet, International Load Line Certificate (1966), the hull strength loading manual (if provided) and with the requirements of the International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code (if applicable)".
- .3 "This Cargo Securing Manual specifies arrangements and cargo securing devices provided on board the ship for the correct application to and the securing of cargo units, containers, vehicles and other entities, based on transverse, longitudinal and vertical forces which may arise during adverse weather and sea conditions."
- .4 "It is imperative to the safety of the ship and the protection of the cargo and personnel that the securing of the cargo is carried out properly and that only appropriate securing points or fittings should be used for cargo securing."
- .5 "The cargo securing devices mentioned in this manual should be applied so as to be suitable and adapted to the quantity, type of packaging, and physical properties of the cargo to be carried. When new or alternative types of cargo securing devices are introduced, the Cargo Securing Manual should be revised accordingly. Alternative cargo securing devices introduced should not have less strength than the devices being replaced."
- .6 "There should be a sufficient quantity of reserve cargo securing devices on board the ship."
- .7 "Information on the strength and instructions for the use and maintenance of each specific type of cargo securing device, where applicable, is provided in this manual. The cargo securing devices should be maintained in a satisfactory condition. Items worn or damaged to such an extent that their quality is impaired should be replaced."

CHAPTER 2 - SECURING DEVICES AND ARRANGEMENTS 2.1

Specification for fixed cargo securing devices

This sub-chapter should indicate and where necessary illustrate the number, locations, type and MSL of the fixed devices used to secure cargo and should as a minimum contain the following information:

- .1 a list and/or plan of the fixed cargo securing devices, which should be supplemented with appropriate documentation for each type of device as far as practicable. The appropriate documentation should include information as applicable regarding:
 - * Name of manufacturer
 - * Type designation of item with simple sketch for ease of identification
 - * Material(s)
 - * Identification marking
 - * Strength test result or ultimate tensile strength test result
 - * Result of non destructive testing
 - * Maximum Securing Load (MSL);

- .2 fixed securing devices on bulkheads, web frames, stanchions, etc. and their types (e.g. pad eyes, eyebolts, etc.), where provided, including their MSL;
- .3 fixed securing devices on decks and their types (e.g. elephant feet fittings, container fittings apertures, etc.) where provided, including their MSL;
- .4 fixed securing devices on deckheads, where provided, listing their types and MSL; and
- .5 for existing ships with non-standardized fixed securing devices, the information on MSL and location of securing points is deemed sufficient.

2.2 Specification for portable cargo securing devices

This sub-chapter should describe the number of and the functional and design characteristics of the portable cargo securing devices carried on board the ship, and should be supplemented by suitable drawings or sketches if deemed necessary. It should contain the following information as applicable:

- .1 a list for the portable securing devices, which should be supplemented with appropriate documentation for each type of devices as far as practicable. The appropriate documentation should include information as applicable regarding:
 - * Name of manufacturer
 - * Type designation of item with simple sketch for ease of identification
 - * Material(s), including minimum safe operational temperature
 - * Identification marking
 - * Strength test result or ultimate tensile strength test result.
 - * Result of non destructive testing
 - * Maximum Securing Load (MSL);
- .2 container stacking fittings, container deck securing fittings, fittings for interlocking of containers, bridge-fittings, etc., their MSL and use;
- .3 chains, wire lashings, rods, etc., their MSL and use ;
- .4 tensioners (e.g. turnbuckles, chain tensioners, etc.), their MSL and use;
- .5 securing gear for cars, if appropriate, and other vehicles, their MSL and use;
- .6 trestles and jacks, etc., for vehicles (trailers) where provided, including their MSL and use; and
- .7 anti-skid material (e.g. soft boards) for use with cargo units having low frictional characteristics.

2.3 Inspection and maintenance schemes

This sub-chapter should describe inspection and maintenance schemes of the cargo securing devices on board the ship.

2.3.1 Regular inspections and maintenance should be carried out under the responsibility of the master. Cargo securing devices inspections as a minimum should include:

- .1 routine visual examinations of components being utilized; and
- .2 periodic examinations/re-testing as required by the Administration. When required, the cargo securing devices concerned should be subjected to inspections by the Administration.

2.3.2 This sub-chapter should document actions to inspect and maintain the ship's cargo securing devices. Entries should be made in a recordbook, which should be kept with the Cargo Securing Manual. This recordbook should contain the following information:

- .1 procedures for accepting, maintaining and repairing or rejecting cargo securing devices; and
- .2 record of inspections.

2.3.3 This sub-chapter should contain information for the master regarding inspections and adjustment of securing arrangements during the voyage.

2.3.4 Computerized maintenance procedures may be referred to in this sub-chapter.

CHAPTER 3 - STOWAGE AND SECURING OF NON-STANDARDIZED AND SEMI-STANDARDIZED CARGO

3.1 Handling and safety instructions

This sub-chapter should contain:

- .1 instructions on the proper handling of the securing devices; and
- .2 safety instructions related to handling of securing devices and to securing and unsecuring of units by ship or shore personnel.

3.2 Evaluation of forces acting on cargo units

This sub-chapter should contain the following information:

- .1 tables or diagrams giving a broad outline of the accelerations which can be expected in various positions on board the ship in adverse sea conditions and with a range of applicable metacentric height (GM) values;
- .2 examples of the forces acting on typical cargo units when subjected to the accelerations referred to in paragraph 3.2.1 and angles of roll and metacentric height (GM) values above which the forces acting on the cargo units exceed the permissible limit for the specified securing arrangements as far as practicable;
- .3 examples of how to calculate number and strength of portable securing devices required to counteract the forces referred to in 3.2.2 as well as safety factors to be used for different types of portable cargo securing devices. Calculations may be carried out according to Annex 13 to the CSS Code or methods accepted by the Administration;
- .4 it is recommended that the designer of a Cargo Securing Manual converts the calculation method used into a form suiting the particular ship, its securing devices and the cargo carried. This form may consist of applicable diagrams, tables or calculated examples; and
- .5 other operational arrangements such as electronic data processing (EDP) or use of a loading computer may be accepted as alternatives to the requirements of the above paragraphs 3.2.1 to 3.2.4, providing that this system contains the same information.

3.3 Application of portable securing devices on various cargo units, vehicles and stowage blocks

3.3.1 This sub-chapter should draw the master's attention to the correct application of portable securing devices, taking into account the following factors:

- .1 duration of the voyage;
- .2 geographical area of the voyage with particular regard to the minimum safe operational temperature of the portable securing devices;
- .3 sea conditions which may be expected;
- .4 dimensions, design and characteristics of the ship;
- .5 expected static and dynamic forces during the voyage;
- .6 type and packaging of cargo units including vehicles;
- .7 intended stowage pattern of the cargo units including vehicles; and
- .8 mass and dimensions of the cargo units and vehicles.

3.3.2 This sub-chapter should describe the application of portable cargo securing devices as to number of lashings and allowable lashing angles. Where necessary, the text should be supplemented by suitable drawings or sketches to facilitate the correct understanding and proper application of the securing devices to various types of cargo and cargo units. It should be pointed out that for certain cargo units and other entities with low friction resistance, it is advisable to place soft boards or other anti-skid material under the cargo to increase friction between the deck and the cargo.

3.3.3 This sub-chapter should contain guidance as to the recommended location and method of stowing and securing of containers, trailers and other cargo carrying vehicles, palletized cargoes, unit loads and single cargo items (e.g. woodpulp, paper rolls, etc.), heavy weight cargoes, cars and other vehicles.

3.4 Supplementary requirements for ro-ro ships

3.4.1 The manual should contain sketches showing the layout of the fixed securing devices with identification of strength (MSL) as well as longitudinal and transverse distances between securing points. In preparing this sub-chapter further guidance should be utilized from IMO Assembly resolutions A.533(13) and A.581(14) as appropriate.

3.4.2 In designing securing arrangements for cargo units, including vehicles and containers, on ro-ro passenger ships and specifying minimum strength requirements for securing devices used, forces due to the motion of the ship, angle of heel after damage or flooding and other considerations relevant to the effectiveness of the cargo securing arrangement should be taken into account.

3.5 Bulk carriers

If bulk carriers carry cargo units falling within the scope of chapter VI/5 or chapter VII/5 of SOLAS Convention, this cargo shall be stowed and secured in accordance with a Cargo Securing Manual, approved by the Administration.

CHAPTER 4 - STOWAGE AND SECURING OF CONTAINERS AND OTHER STANDARDIZED CARGO

4.1 Handling and safety instructions

This sub-chapter should contain:

- .1 instructions on the proper handling of the securing devices; and
- .2 safety instructions related to handling of securing devices and to securing and unsecuring of containers or other standardized cargo by ship or shore personnel.

4.2 Stowage and securing instructions

This sub-chapter is applicable to any stowage and securing system (i. g. stowage within or without cellguides) for containers and other standardized cargo. On existing ships the relevant documents regarding safe stowage and securing may be integrated into the material used for the preparation of this chapter.

4.2.1 Stowage and securing plan

This sub-chapter should consist of a comprehensive and understandable plan or set of plans providing the necessary overview on:

- .1 longitudinal and athwartship views of under deck and on deck stowage locations of containers as appropriate;
- .2 alternative stowage patterns for containers of different dimensions;
- .3 maximum stack masses;
- .4 permissible vertical sequences of masses in stacks;
- .5 maximum stack heights with respect to approved sight lines; and
- .6 application of securing devices using suitable symbols with due regard to stowage position,

stack mass, sequence of masses in stack and stack height. The symbols used should be consistent throughout the Cargo Securing Manual .

4.2.2 Stowage and securing principle on deck and under deck

This sub-chapter should support the interpretation of the stowage and securing plan with regard to container stowage, highlighting:

- .1 the use of the specified devices; and
- .2 any guiding or limiting parameters as dimension of containers, maximum stack masses, sequence of masses in stacks, stacks affected by wind load, height of stacks.

It should contain specific warnings of possible consequences from misuse of securing devices or misinterpretation of instructions given.

4.3 Other allowable stowage patterns

This sub-chapter should provide the necessary information for the master to deal with cargo stowage situations deviating from the general instructions addressed to under sub-chapter 4.2, including appropriate warnings of possible consequences from misuse of securing devices or misinterpretation of instructions given.

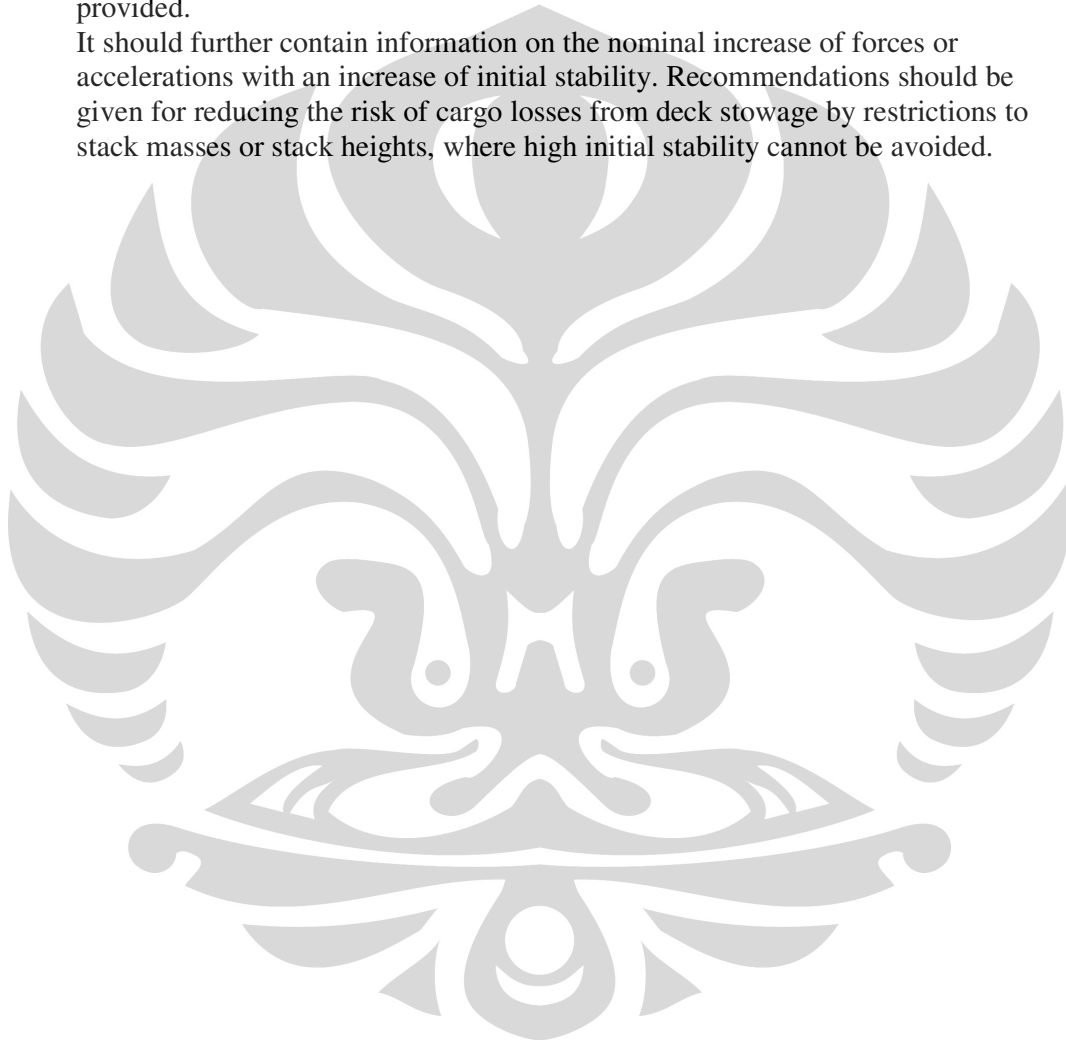
Information should be provided with regard to, inter alia:

- .1 alternative vertical sequences of masses in stacks;
- .2 stacks affected by wind load in the absence of outer stacks;
- .3 alternative stowage of containers with various dimensions; and
- .4 permissible reduction of securing effort with regard to lower stacks masses, lesser stack heights or other reasons.

4.4 Forces acting on cargo units

This sub-chapter should present the distribution of accelerations on which the stowage and securing system is based, and specify the underlying condition of stability. Information on forces induced by wind and sea on deck cargo should be provided.

It should further contain information on the nominal increase of forces or accelerations with an increase of initial stability. Recommendations should be given for reducing the risk of cargo losses from deck stowage by restrictions to stack masses or stack heights, where high initial stability cannot be avoided.



LAMPIRAN





LASHCON™ IMO

USER GUIDE

BY
DET NORSKE VERITAS

Version: 9.0
Date: 2003-12-08

1 General

1.1 Introduction

LASHCON™ is a MS EXCEL based calculation tool for evaluation of semi- and non-standardised securing arrangements.

The program calculates accelerations and balance of forces in semi- and non-standardised lashing arrangements in accordance with annex 13 to the Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (the CSS code) from IMO.

1.2 System requirements

LASHCON™ requires Microsoft Windows version 3.1 or later, with Microsoft Excel 5.0 installed. Resources needed to run Microsoft Excel 5.0 are described in “Microsoft Excel User’s Guide”.

For installation of LASHCON™, follow the procedure described in chapter 2.

1.3 User requirements


The user should be familiar with Microsoft products such as Excel and Word. This includes the use of mouse pointer.

NOTE: The decimal separator may differ from the examples given in this booklet. Normally either “.” or “,” is used.

2. User guide


2.1 Input sequence

1. Once LASHCON™ has been started, the following screen picture will appear:

	Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing, Annex 13	LASHCON IMO Version 8.50.1313 April 2002				Sign: Time: 10:31 Date: 03.12.08
<p>About LASHCON™: LASHCON is a MS EXCEL based calculation tool for control of lashing-arrangements for semi- and non-standardised cargo. The program is developed by Det Norske Veritas, and is based on the calculation procedures outlined in Annex 13 to the Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing.</p> <p>Program assumptions: Reference is made to the User Manual.</p>						
Input of main vessel data:						Next page>>
Vessel Name:	Ship Id:	Lpp [m]:	B [m]:	V [kn]:	GM [m]:	Print
M/S Test Vessel	12345	73,5	14,0	10,0	1,80	
NOTES:						
<p>This version of Lashcon IMO contains the procedures for calculation of accelerations and lashing arrangement as given in the Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing 2003 Edition, Annex 13.</p> <p>Following enhancements have been incorporated:</p> <ol style="list-style-type: none">1. The range of validity for ship length has been extended down to L=30 m.2. The B/GM range has been extended down to B/GM = 4 by power series extrapolation.						

2. Input cells are marked white in LASHCON™. Not all input cells are necessary for successful computation. Ship name and identification is solely for user reference. Vessel main particulars are used for acceleration computation and must be filled in before proceeding. See Chapter 2.2 Input Data for details.

- After successful completion of the input data, click on the button “*Next Page >>*” proceed to the “*Cargo and lashing data sheet*”. The following picture will then appear:

		Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing 2003 Edition, Annex 13		LASHCON IMO Version 9.0 December 2003				Sign: _____ Time: 08:23 Date: 04.03.23																																																																			
Input of cargo unit data				Give cargo unit stowage position																																																																							
Cargo unit specification: Mass of cargo unit: m _____ ton Coefficient of friction: μ _____ (-) ? Wind exposed area: A_w _____ m ² ? Sea exposed area: A_s _____ m ² ? Lever arm of tipping: a _____ m ? Lever arm of stabilness: b _____ m ?				Vertical: Deck, high ? Longitudinal: AP ? Calculation method: <input checked="" type="radio"/> Alternative calculation ? Recommended. <input type="radio"/> Advanced calculation ?																																																																							
Input of lashing data				<table border="1"> <tr> <td>MSL</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Transverse lashing direction</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Longitudinal lashing direction</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Vertical securing angle [degr]: α</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Horizontal securing angle [degr]: β</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Horizontal securing distance: d [m]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						MSL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Transverse lashing direction	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	Longitudinal lashing direction	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	Vertical securing angle [degr]: α											Horizontal securing angle [degr]: β											Horizontal securing distance: d [m]										
MSL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																	
Transverse lashing direction	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼																																																																	
Longitudinal lashing direction	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼																																																																	
Vertical securing angle [degr]: α																																																																											
Horizontal securing angle [degr]: β																																																																											
Horizontal securing distance: d [m]																																																																											
RESULTS:				Show Graph >>																																																																							
Actual forces		Securing capacity [kN / kNm]				Accelerations																																																																					
Transverse sliding force [kN]:	0,0	Transv. capacity:	PS [kN]	0 OK	Transverse:	$a_t =$	10,71	m/s ²	Override	Reset																																																																	
Longitudinal sliding force [kN]:	0,0	Long. capacity:	SB [kN]	0 OK	Vertical:	$a_v =$	9,28	m/s ²																																																																			
Cargo tipping moment [kNm]	0,0	Tipping capacity:	Fwd [kN]	0 OK	Longitudinal:	$a_l =$	3,83	m/s ²																																																																			
			Aft [kN]	0 OK																																																																							
			PS [kNm]	0 OK																																																																							
			SB [kNm]	0 OK																																																																							
<<< Main Data		Print		Save to stack		Clear last		Clear stack		Show stack >>																																																																	
Main Vessel Data:																																																																											
Vessel Name:	Ship Id:	Lpp [m]:	B [m]:	V [kn]:	GM [m]:																																																																						
		73,50	14,00	10,00	1,80																																																																						

For help on input data, press the “?” to the right of the respective input. The input parameters are the same as explained in “Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing Annex 13.

- Fill in the “*Input of cargo unit data*” field.
- Select the “*Cargo unit stowage position*” (vertical and longitudinal) by using the drop-down selection boxes in the upper right corner of the screen.
- Select the desired method of calculation (Alternative calculation is recommended)
 - Advanced calculation, see Chapter 2.2
 - Alternative calculation, see Chapter 2.2
- Give the applicable lashing particulars
 - MSL of lashing [kN]
 - Lashing direction, by using the drop down boxes.

- Vertical securing angle [degr]
- Horizontal securing angle [degr] (Alternative method only.)
- Horizontal securing point distance [m]

- Calculation results are shown in the yellow area. “*Actual forces*” is the forces acting on the cargo unit due to the “*Accelerations*” at the given lashing position. “*Securing capacity*” is the accumulated lashing forces from applied lashings. If sufficient number of lashings is applied, compliance will be shown by “*OK*” in red fonts to the right of each capacity, if no sufficient numbers “*Not OK*” will be shown in red fonts to the right of each capacity.
- Acceleration data can be extracted from the “*Tables and graphs*” sheet. This can be accessed by either pressing the “*Show graph >>*” button or by pressing the “*Tables and graphs*” tab.

<< Return	Vessel Name:											Ship Id:											
Print	Accelerations according to Annex 13 to IMO Res. A714(17)																						
	Transverse acceleration a_y in m/s^2											Long acc											
Long position:	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0												a_x in m/s^2
Deck, high	10,71	10,28	9,99	9,84	9,70	9,70	9,84	9,99	10,28	10,71	11,29												3,83
Deck, low	8,96	8,69	8,43	8,16	8,16	8,16	8,16	8,43	8,69	8,96	9,36												2,92
Tween-deck	7,54	7,17	6,81	6,69	6,56	6,56	6,69	6,81	7,17	7,54	8,02												2,02
Lower hold	6,70	6,25	6,02	5,79	5,68	5,68	5,79	6,02	6,25	6,70	7,16												1,51
	Vertical acceleration a_z in m/s^2																						
	9,28	7,66	6,25	5,04	4,34	4,34	5,04	6,25	7,66	9,28	11,09												

Note !

These accelerations apply only for GM=1,80m

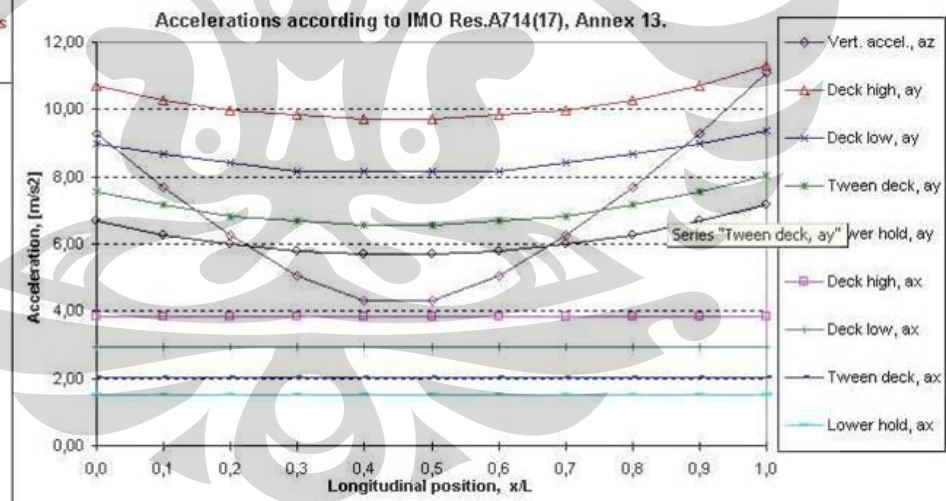


Chart and table showing accelerations along the ship length, based on annex 13 to the IMO CSS code.

2.2 Input data

Main ship data:

- Lpp - Length between perpendiculars in meters. [m]
- B - Ship breadth in meters. [m]
- V - Ship speed in knots. [knots]

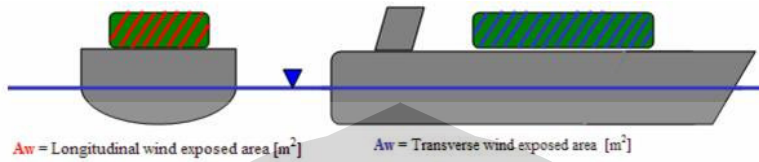
GM - Ship GM value in meters. [m]

Main cargo data:

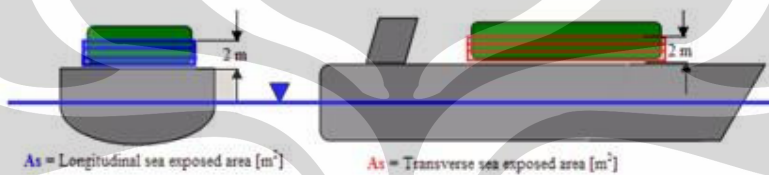
m - Mass of cargo unit in tonnes. [ton]

μ - Coefficient of friction [-]

A_w - Wind exposed area in square meters. [m²]

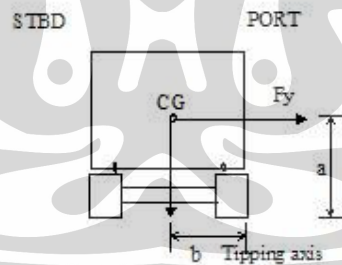


A_s - Sea exposed area, 2 meters above BL, in meters. [m²]



a - Lever arm of tipping, i.e. height of cargo unit CG above deck, in meters. [m]

b - Lever arm of stability in meters. [m]

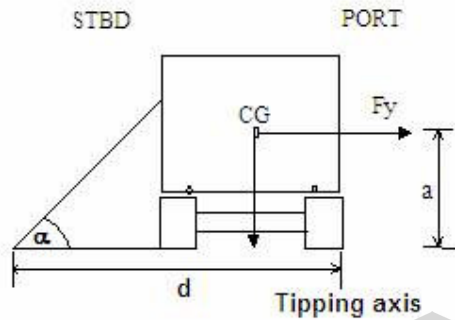


Advanced calculation, lashing parameters

MSL - Max securing load [kN]

α - Vertical securing angle [degrees]

d - Lever arm of securing force [m]



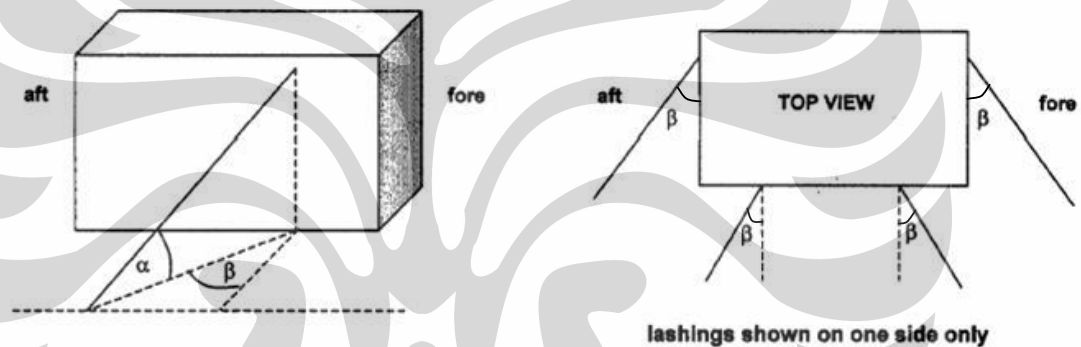
Alternative calculation, lashing parameters (Recommended calculation method)

MSL - Max securing load [kN]

α - Vertical securing angle [degrees]

β - Horizontal securing angle [degrees]

d - Lever arm of securing force [m] (See *Advanced calculation, lashing parameters*)



2.3 Calculation methods

Advanced calculation method

The advanced method is based on force equilibrium of internal inertia forces and external lashing forces. Additionally, the risk of tipping is evaluated on basis of moment equilibrium. Forces due to wind, sea and friction are accounted for. Elastic characteristics of lashings are not included.

In advanced calculations only the vertical angle of lashings, α is included. Calculated strength of lashing, CS , is $MSL / 1.5$.

For detailed theory outline, please refer to CSS, Annex 13.

Alternative calculation method

The alternative calculation method is based on force equilibrium of internal inertia forces and external lashing forces. Additionally, the risk of tipping is evaluated on basis of moment equilibrium. Forces due to wind, sea and friction are accounted for. Elastic characteristics of lashings are not included.

The alternative method accounts for both the vertical of lashings, α and horizontal angle of lashing β . The alternative method approach is regarded as more accurate than the advanced method. Hence the utilization of lashing strength is higher. Calculated strength of lashing, CS , is $MSL / 1.35$.

For detailed theory outline, please refer to CSS, Annex 13.

Which calculation method to choose?

The alternative calculation method is the most sophisticated with respect to force equilibrium. Hence, the allowable usage of the MSL is slightly higher. This method is therefore recommended.

It should be noted that none of the calculation methods includes the elastic properties of the lashings. It is therefore important that the cargo unit is lashed with lashings of same type, with approximate equal elasticity. Lashing ropes and chains should not be combined. It is also recommended that the lashings are of approximately same lengths.

2.4 Special features of Lashcon IMO

Stack:

LASHCON™ offers the possibility of saving your results in a stack. Lashing results, together with basic input is saved in a compact form in a table. In this way, the effect of different lashing arrangements or stowing positions can be compared in an easy manner.

Stack buttons :

- **“Save to stack”**: Current lashing data and results are saved to the stack.
- **“Clear last”**: Removes the last entry in the stack.
- **“Clear stack”**: Removes the contents of the entire stack.
- **“Show stack”**: Shows the stack.

Accelerations override:

LASHCON™ offers the possibility of overriding accelerations. This is to support cases where IMO accelerations are non applicable, or service restrictions allow for reduced accelerations. Overriding of accelerations should be done with caution. The acceleration should be at the exact cargo stowage position. Please note that the acceleration graphs and tables are giving only IMO acceleration even when acceleration data in **“Cargo and lashing data”** are overridden.

Procedure for overriding of accelerations:

1. Press the **“Override”** button to the right of **“Accelerations”** in the **“Cargo and lashing data”** sheet.
2. Fill in the Acceleration override data in the dialog box.



3. Press the “**Override**” button to return and update the calculation sheet.

Procedure for returning to IMO acceleration/cancelling override:

1. Press the “**Reset**” button to the right of “**Accelerations**” in the “**Cargo and lashing data**” sheet. The calculation sheet will return to IMO accelerations.

2.5 Program assumptions

The calculation of accelerations and evaluation of lashing arrangements is based on the method described in annex 13 to the CSS code. For details on theory for evaluation of forces, please refer to CSS Annex 13. The following assumptions are directly quoted from the code:

A vertical securing angle α greater than 60° will reduce the effectiveness of this particular securing device in respect of sliding of the unit. Disregarding of such devices from the balance of forces should be considered, unless the necessary load is gained by the imminent tendency to tipping or by a reliable pre-tensioning of the securing device and maintaining the pre-tension throughout the voyage.

Any horizontal securing angle, i.e. deviation from the transverse direction should not exceed 30° , otherwise an exclusion of this securing device from the transverse sliding balance should be considered.

LASHCON™ applies to lashing arrangements with vertical securing angles in the range according to table 5 in annex 13, i.e. $-30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$. Lashing angles outside this range may give corrupt results. In case such angle is given the program will give the following warning:

$\alpha < -30^\circ$ or $\alpha > 90^\circ$: **Warning! Securing angle outside range stated in annex 13.**

The acceleration figures shown in table 3 in annex 13 are basis for the calculation of accelerations in LASHCON™, and apply in principle to ships with $50 \text{ m} \leq L \leq 200 \text{ m}$, $9 \text{ kn} \leq V \leq 24 \text{ kn}$ and $B/GM \geq 7$.

In LASHCON™, however, the accelerations have been extrapolated by means of power series to apply for ships with $L > 30 \text{ m}$, and speed up to 25 knots. The B/GM has been extrapolated to apply down to $B/GM = 4$. LASHCON™ does not calculate transverse accelerations if $B/GM < 4$. If input parameters are outside the applicable range, the following warnings will appear:

$L > 200 \text{ m}$: **Warning! $L > 200$.**
Accelerations are extrapolated outside the range given in annex 13!

$B/GM < 7$: **Warning! $B/GM < 7$.**
Accelerations are extrapolated outside the range given in annex 13!

$B/GM < 4$: **Warning! $B/GM < 4$.**
Transverse accelerations are not calculated!

$V > 25 \text{ kn}$: **Warning! $V > 25 \text{ kn}$.**
Accelerations are not calculated!

Explanation of variables is given in the Help-function in LASHCON™. A complete explanation of variables involved and a full set of assumptions may be found in annex 13.