



UNIVERSITAS INDONESIA

**INOVASI DESAIN CAR LASHING
UNTUK EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PADA KAPAL FERRY**

SKRIPSI

**DYAS CHASBIANDETI
0405080076**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JULI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**INOVASI DESAIN CAR LASHING
UNTUK EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PADA KAPAL FERRY**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**DYAS CHASBIANDETI
0405080076**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Dyas Chasbiandeti

NPM : 0405080076

Tanda Tangan :

Tanggal : 10 Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Dyas Chasbiandeti

NPM : 0405080076

Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Inovasi Desain Car Lashing untuk Efisiensi dan Efektivitas pada Kapal Ferry

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

Dewan Penguji:

Pembimbing : Dr. Ir. Sunaryo, Ph.D ()

Penguji : Ir. Marcus A. Talahatu, MT ()

Penguji : Ir. Hadi Tresna ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng, M.Sc ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 10 Juli 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya, saya mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Saya menyadari, bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin berterimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Sunaryo, Ph.D selaku dosen pembimbing
2. Bapak M.A. Talahatu, Bapak Hadi dan Bapak Yanuar selaku dosen penguji
3. Karyawati dan karyawan Departemen Teknik Mesin
4. Orang tua dan keluarga
5. Teman-teman Proram Studi Teknik Perkapalan angkatan 2005
6. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin angkatan 2005
7. Teman-teman KKLK yang penuh dukungan moril
8. Teman-teman seperjuangan di Rumbel KITA
9. Rekan-rekan seangkatan yang berjuang bersama-sama mengerjakan skripsi
10. Seluruh pihak yang terkait dalam pembuatan skripsi ini

Akhirnya, saya berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, Juli 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dyas Chasbiandeti
NPM : 0405080076
Program Studi : Teknik Perkapalan
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas skripsi saya yang berjudul:

“Inovasi Desain Car Lashing untuk Efisiensi dan Efektivitas pada Kapal Ferry”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia bebas menyimpan, mengalihmedia/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal: Juli 2009
Yang Menyatakan

(Dyas Chasbiandeti)

ABSTRAK

Nama : Dyas Chasbiandeti
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul : Inovasi Desain *Car Lashing* untuk Efisiensi dan Efektivitas pada Kapal Ferry

Ferry sebagai angkutan laut yang banyak digunakan di Indonesia ternyata masih kurang dalam hal kepedulian terhadap keselamatan muatan, terutama kendaraan. Kendaraan yang di angkut dalam ferry umumnya tidak diberi lashing dengan alasan waktu yang diperlukan untuk pemasangan terlalu lama. Oleh karena itu perlu dibuat inovasi desain lashing yang lebih efektif dan efisien guna menunjang faktor keselamatan operasi kapal. Namun perlu juga dilakukan perhitungan dan analisa kekuatan agar bisa dibandingkan dengan desain lashing yang sudah ada.

Kata kunci: ferry, *lashing*, desain, kekuatan

ABSTRACT

Name : Dyas Chasbiandeti
Study Programe : Naval Architecture Engineering
Title : **Innovative Car Lashing Design for Efficiency and Effectivity in a Ferry**

Ferries as sea transport which are used mostly in Indonesia have not care enough in to the safety of its loads, especially vehicles. Usually, the vehicles which are loaded by ferry are not lashed well because it takes long time. There for, it is needed an innovation design for lashing to be more effective and efficient to support the safety factor when ferry is operated. But, it is also needed to count the strength and analyze to compare with the design existed.

Key words: ferry, lashing, design, strength

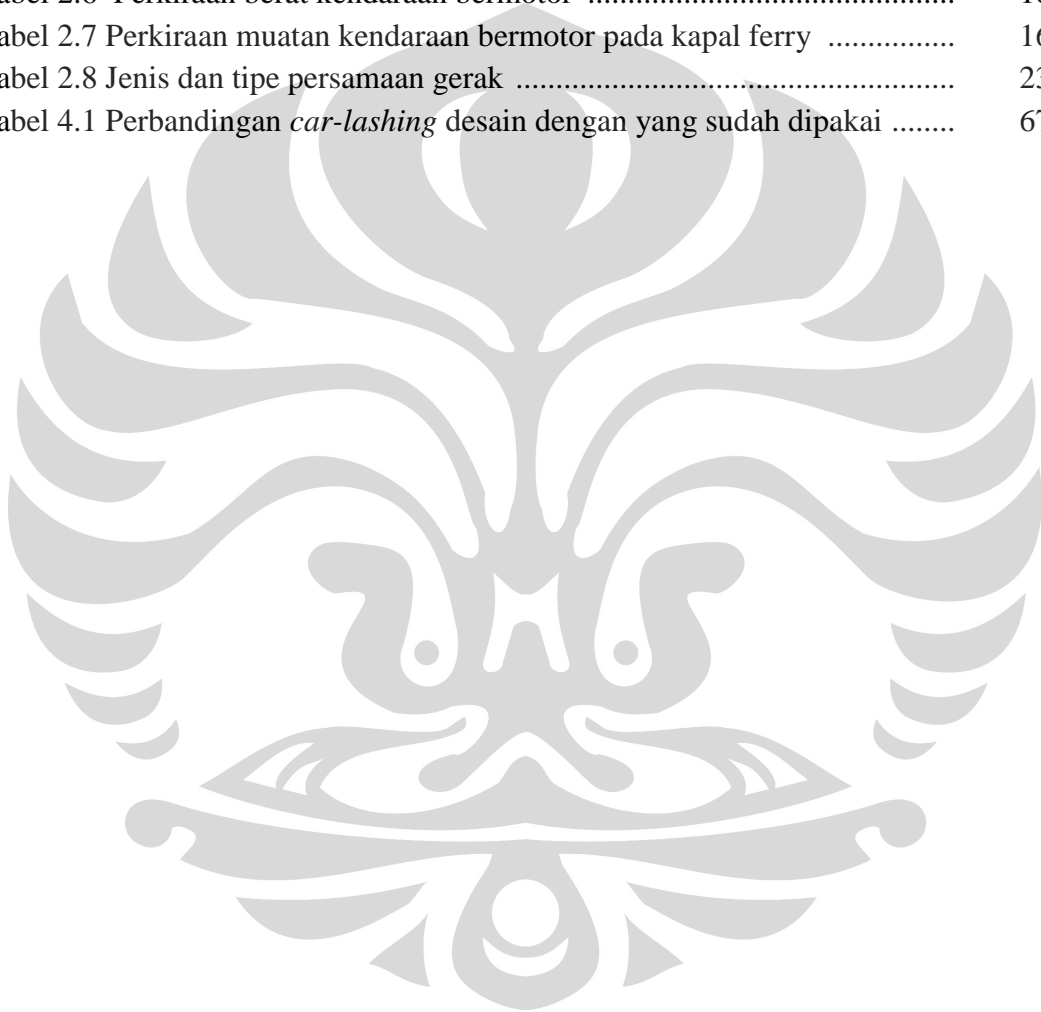
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
2. DASAR TEORI	
2.1. Lashing	5
2.1.1. Definisi Lashing	5
2.1.2. Jenis-jenis Lashing	6
2.2. Kapal yang Menggunakan Sistem Lashing	11
2.2.1. Kapal Pengangkut Mobil (<i>car carrier</i>).....	11
2.2.2. Kapal General Cargo	12
2.2.3. Kapal Ferry	12
2.3. Deck Kendaraan pada Kapal Ferry	12
2.3.1. Cargo Securing Arrangements.....	12
2.3.2. Penataan Kendaraan dalam deck	13
2.4. Berat Kendaraan di Atas Deck.....	15
2.5. Gerakan-gerakan dan Gaya pada Kapal.....	17
2.5.1. Fenomena yang Terjadi di laut	17
2.5.2. Enam Derajat Kebebasan.....	18
2.5.3. Teori Gaya	21
2.5.4. Pergeseran Muatan dalam Kapal	23
2.6. Peraturan Terkait.....	24
2.7. Kondisi di Lapangan	25
2.7.1. Metode Pemarkiran Mobil dalam Kapal	25
2.7.2. Penggunaan Lashing di Kapal Ferry	27
2.8. Kekurangan Lashing yang Ada.....	28

3. INOVASI DESAIN CAR LASHING UNTUK EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PADA KAPAL FERRY	
3.1. Desain Lashing Menggunakan Software Solid Work.....	30
3.1.1. Desain 2D	30
3.1.2. Desain 3D	32
3.2. Bagian-bagian Lashing	33
3.2.1. <i>Securing Fitting</i>	33
3.2.2. <i>Ratchet</i>	34
3.2.3. <i>Hooks</i>	35
3.2.4. Rel <i>Securing Fitting</i>	35
3.2.5. Dudukan <i>Securing Fitting</i>	38
3.3. Sistem Kerja <i>Car-Lashing</i>	40
3.4. Pemasangan ke Lantai Deck Kendaraan	41
3.5. Teknis Operasional di Lapangan	42
4. ANALISA DESAIN	
4.1. Perhitungan Kekuatan	43
4.1.1. Perhitungan beban	43
4.1.2. Rel <i>Securing Fitting</i>	45
4.1.3. Dudukan <i>Securing Fitting</i>	54
4.1.4. Lashing	62
4.2. Keunggulan dan Kekurangan <i>Car-Lashing</i> Hasil Desain	66
4.2.1. Keunggulan <i>Car-Lashing</i> Hasil Desain	66
4.2.2. Kekurangan <i>Car-Lashing</i> Hasil Desain	66
4.3. Perbandingan dengan <i>Car-Lashing</i> yang Ada	67
5. KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan	68
5.2. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Lashing	8
Tabel 2.2 <i>Design breaking loads and proof loads</i>	9
Tabel 2.3 Lashing capacity untuk lashing steel wire ropes dengan ukuran konstruksi 6 x 19 dan 6 x 36 dengan fibre core	10
Tabel 2.4 Chain tensioner	10
Tabel 2.5 Lashing capacity	11
Tabel 2.6 Perkiraan berat kendaraan bermotor	16
Tabel 2.7 Perkiraan muatan kendaraan bermotor pada kapal ferry	16
Tabel 2.8 Jenis dan tipe persamaan gerak	23
Tabel 4.1 Perbandingan <i>car-lashing</i> desain dengan yang sudah dipakai	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh pemuatan kapal dengan mobil	5
Gambar 2.2 Pengikatan lashing pada roda mobil.....	6
Gambar 2.3 Muatan lain pada kapal yang diikat menggunakan lashing.....	6
Gambar 2.4 hooks dengan breaking strength 40 kN(4 ton)/40 kN (4 ton) /80 kN (8 ton)/80 kN (8 ton)	6
Gambar 2.5 Securing fitting dengan breaking strength 50 kN (5 ton).....	7
Gambar 2.6 Round fitting dengan breaking strength 80 kN (8 ton)	7
Gambar 2.7 Forged securing fitting dengan breaking strength 60 kN (6 ton) dan berat 1,2 kg.....	7
Gambar 2.8 Forged hook for welding dengan breaking strength 60 kN (6 ton) dan berat 0,35 kg	7
Gambar 2.9 Fitting fully inserted on the floor dengan di las pada structure dan besar breaking strength 60 kN (6 ton).....	8
Gambar 2.10 Lashing fitting for support hole dan Container stacking cone for support hole	8
Gambar2.11 <i>Web Lashing 40 kN including ratchet with a long part of 9.5 m and a short part of 0.5 m</i>	9
Gambar 2.12 Contoh tipe-tipe hook dan fitting pada <i>web lashing</i>	9
Gambar 2.13 Turnbuckle dan chain tensioner	11
Gambar 2.14 posisi kendaraan dalam deck kendaraan	14
Gambar 2.15 skema pelabuhan sandar kapal ferry	14
Gambar 2.16 Jalur masuk kendaraan ke kapal ferry	15
Gambar 2.17 Rotasi gaya (a) melawan arah jarum jam (b) searah jarum jam .	19
Gambar 2.18 Rotasi gaya (a) searah jarum jam (b) melawan arah jarum jam .	19
Gambar 2.19 Rotasi gaya (a) melawan arah jarum jam (b) searah jarum jam .	19
Gambar 2.20 Arah gaya (a) ke bawah (b) ke atas	20
Gambar 2.21 Arah gaya (a) ke kanan (b) ke kiri.....	20
Gambar 2.22 Arah gaya (a) ke depan (b) ke belakang.....	20
Gambar 2.23 Sliding dan Tipping	24
Gambar 2.24 Arah gaya pada sliding dan tipping	24
Gambar 2.25 Tiang penyangga pada deck kendaraan.....	26
Gambar 2.26 Pemasangan lashing pada kendaraan di deck kapal	26
Gambar 2.27 Salah satu kondisi deck kapal ferry rute merak-bakehuni.....	27
Gambar 2.28 Salah satu kondisi deck kapal ferry rute nunukan – gilimanuk..	28
Gambar 2.29 Kondisi deck kendaraan di kapal Jatra 3 dengan rute Merak – Bakauheni	28
Gambar 3.1 Desain dudukan lashing tampak depan	30
Gambar 3.2 Desain dudukan lashing tampak atas	31
Gambar 3.3 Desain dudukan lashing tampak samping	31

Gambar 3.4 Desain 3 dimensi (sketsa).....	32
Gambar 3.5 Desain 3 dimensi (solid).....	32
Gambar 3.6 <i>Securing fitting</i> yang digunakan dengan <i>breaking strength</i> 200 kN (20 ton), <i>forged eye and sheet steel in hold, untreated, to be welded</i> dengan berat 1,8 kg.....	33
Gambar 3.7 Desain <i>securing fitting</i> sesuai aslinya tampak samping	33
Gambar 3.8 Desain <i>securing fitting</i> sesuai aslinya tampak depan	34
Gambar 3.9 Desain <i>securing fitting</i> sesuai aslinya tampak atas	34
Gambar 3.10 <i>Ratchet</i> yang digunakan dengan <i>breaking strength</i> 40 kN	35
Gambar 3.11 <i>Hooks</i> yang digunakan sesuai dengan <i>ratchet</i>	35
Gambar 3.12 Rel <i>securing fitting</i> 3 dimensi (solid).....	36
Gambar 3.13 Rel <i>securing fitting</i> 3 dimensi (sketsa).....	36
Gambar 3.14 Rel <i>securing fitting</i> tampak depan.....	37
Gambar 3.15 Rel <i>securing fitting</i> tampak samping.....	37
Gambar 3.16 Rel <i>securing fitting</i> tampak atas	37
Gambar 3.17 Penampang setengah rel <i>securing fitting</i> tampak depan	38
Gambar 3.18 Dudukan <i>securing fitting</i> 3 dimensi	38
Gambar 3.19 Dudukan <i>securing fitting</i> tampak depan.....	39
Gambar 3.20 Dudukan <i>securing fitting</i> tampak samping.....	39
Gambar 3.21 Dudukan <i>securing fitting</i> tampak atas.....	40
Gambar 3.22 Contoh pengisian rel oleh dudukan	40
Gambar 3.23 Pemasangan rel <i>lashing</i> pada lantai deck kendaraan	41
Gambar 3.24 Penempatan rel <i>lashing</i> di lantai deck kapal Jatra 3	42
Gambar 4.1 Kapal terkena ombak.....	43
Gambar 4.2 Posisi kendaraan ketika kapal terkena ombak pada kondisi ekstrim dimana seluruh kendaraan bergeser sesuai pergerakan kapal.....	43
Gambar 4.3 Bidang miring.....	44
Gambar 4.4 Tampilan pada saat pemilihan bahan	46
Gambar 4.5 Tampilan pada saat penentuan sisi tumpuan	47
Gambar 4.6 Daerah kritis desain (yang memiliki garis gaya).....	48
Gambar 4.7 Nilai gaya yang dikenakan pada daerah kritis (sesuai desain)	49
Gambar 4.8 Tampilan ketika akan melakukan perhitungan kekuatan	50
Gambar 4.9 Proses perhitungan yang dilakukan solid work.....	51
Gambar 4.10 Hasil perhitungan	51
Gambar 4.11 Berat rel <i>lashing</i> untuk panjang 170 mm	52
Gambar 4.12 Distribusi gaya yang akan terjadi	53
Gambar 4.13 Tampilan pada saat pemilihan bahan	54
Gambar 4.14 Tampilan pada saat penentuan sisi tumpuan	55
Gambar 4.15 Daerah kritis desain (yang memiliki garis gaya).....	56
Gambar 4.16 Nilai gaya yang dikenakan pada daerah kritis (sesuai desain) ...	57
Gambar 4.17 Tampilan ketika akan melakukan perhitungan kekuatan	58

Gambar 4.18 Proses perhitungan yang dilakukan solid work.....	59
Gambar 4.19 Hasil perhitungan	59
Gambar 4.20 Berat dudukan <i>securing fitting</i> adalah 3,2232 kg atau 3,22 kg..	60
Gambar 4.21 Distribusi gaya yang akan terjadi	61
Gambar 4.22 Masukan data awal pada Lashcon v 9.1	63
Gambar 4.23 Input dan hasil perhitungan Lashcon v 9.1	64
Gambar 4.24 Grafik berdasarkan input data	65
Gambar 4.25 Hasil perhitungan pada Lashcon v 9.1	65



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 LASHCON User Guide



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi memegang peranan yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara terluas dengan luas perairan yang mencapai 5.8 juta km² dengan garis pantai sepanjang 81.000 km dan gugusan pulau-pulau sebanyak 17.508, transportasi laut pada akhirnya menjadi salah satu alternatif pengangkutan yang banyak digunakan. Terutama dalam hal ini adalah kapal ferry yang melayani penyebrangan antar pulau dan kapal-kapal pengangkut seperti general cargo, tanker, bulk carrier dan container vessel.

Untuk pengangkutan pada kapal-kapal tersebut, digunakan sistem lashing untuk menjaga agar muatan dalam kapal tetap berada di tempat sehingga tidak mengganggu stabilitas kapal yang memungkinkan terjadinya kecelakaan. Dalam hal ini yang akan dibahas adalah sistem car lashing pada kapal ferry saja.

Kapal ferry yang melayani penyebrangan antar pulau tidak hanya mengangkut penumpang manusia, namun juga kendaraan beroda seperti mobil, truk, bus ataupun sepeda motor. Jika tidak diikat dengan baik, kendaraan beroda tersebut akan terempas ke kiri dan ke kanan sehingga menyebabkan kapal oleng karena terganggu stabilitasnya. Bahkan bisa jadi menyebabkan kapal tersebut tenggelam.

Melihat kecelakaan-kecelakaan yang terjadi pada kapal ferry, bisa diduga salah satu penyebabnya adalah ketidakstabilan muatan kendaraan beroda yang berada di deck kendaraan dalam ferry karena tidak kokohnya dudukan mobil sehingga dapat bergeser akibat ombak besar. Sebenarnya pergeseran ini dapat diatasi dengan pemasangan lashing atau pengikat pada tiap kendaraan.

Namun pada kenyataannya dilapangan, dengan alasan waktu tempuh yang relatif singkat, lashing pun tidak dipasang. Jika dilakukan perhitungan, lama pemasangan lashing pada tiap kendaraan beroda adalah sekitar 10 (sepuluh) sampai 15 (lima belas) menit. Apabila kendaraan beroda yang harus

dipasang lashing ada dua puluh buah, maka diperlukan waktu sekitar 200 (dua ratus) hingga 300 (tiga ratus) menit. Waktu yang tidak sedikit itu akan lebih baik jika digunakan untuk waktu berlayar. Dengan demikian, dalam sehari ferry akan bisa berlayar lebih banyak dan lebih efektif.

Operasi muatan kapal pada prinsipnya merupakan prosedur pemadatan muatan di kapal. Sedangkan pemadatan muatan di kapal merupakan kegiatan untuk menyusun muatan di ruang muatan kapal sehingga memenuhi syarat pemadatan yang baik (*good stowage*). Dalam arti muatan yang satu dengan yang lain tidak saling merusak akibat pemadatan salah, juga terhindar dari cuaca dan tidak bergeser.

Ketidaktaatan pada pemasangan lashing sesuai peraturan yang berlaku tidak terlalu nampak merugikan karena pada dasarnya pengelola ferry akan mampu melakukan pelayaran lebih optimal. Namun dilihat lebih jauh, hal ini mampu menyebabkan kecelakaan kapal meski mungkin ada akibat lain juga yang dirasa lebih dominan. Pada akhirnya hal ini tidak dapat dibiarkan begitu saja.

Selain penyusunan kendaraan beroda dalam deck kendaraan, masalah lain yang dihadapi adalah penumpang yang beristirahat di dalam deck kendaraan yang ternyata cukup menyulitkan petugas dalam mengamankan deck kendaraan. Selain hal itu berbahaya bagi kapal, gas buang kendaraan juga berbahaya bagi penumpang yang berada pada deck kendaraan. Bahkan terkadang didapati peralatan yang rusak bahkan hilang yang diduga dilakukan oleh penumpang kapal. Rusaknya peralatan juga memperbesar resiko kecelakaan.

Selain dilakukan pencerdasan terhadap para penumpang untuk tidak beristirahat di dalam deck kendaraan dan para pekerja dalam hal pemasangan lashing, diperlukan juga sebuah solusi yang nyata untuk mengatasi hal ini. Penerapan peraturan secara menyeluruh, pengecekan oleh pihak terkait, sanksi tegas bagi para pelanggar juga solusi terhadap lashing itu sendiri seperti pembuatan desain lashing baru yang lebih efektif dan efisien.

1.2 Perumusan Masalah

Kenyataan dilapangan dalam hal pemasangan lashing telah menjadi masalah serius karena hal ini menyangkut stabilitas dan keamanan kapal pada saat beroperasi. Karena yang menjadi masalah adalah efisiensi waktu, maka diperlukan sebuah inovasi pemasangan lashing yang tidak memakan waktu banyak sehingga pelayaran kapal feri bisa dilakukan dengan lebih aman.

Disamping itu, sosialisasi peraturan terkait lashing dan pemuatan terhadap penumpang dan pekerja (anak buah kapal) juga perlu dilakukan. Agar mereka menyadari pentingnya hal-hal tersebut demi keselamatan bersama dan mengurangi resiko kecelakaan.

1.3 Tujuan

1. Mengetahui sistem pemasangan lashing dan alasan pasti lashing tersebut tidak dipasang sebagaimana mestinya
2. Membuat desain lashing yang efisien namun tetap memenuhi standar dan sesuai peraturan yang berlaku
3. Menguji kekuatan dan ketahanan lashing hasil desain menggunakan software

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah adalah:

1. Lashing yang dimaksud disini adalah *car lashing* atau pengikat mobil
2. Survey mengenai penggunaan lashing sesuai prosedur hanya dilakukan di dua pelabuhan, yaitu Pelabuhan Tanjung Priuk dan Pelabuhan Merak
3. Lashing yang dibuat hanya hingga tahap desain

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan makalah ini adalah:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan

BAB 2 : DASAR TEORI

Menjelaskan tentang definisi lashing, tujuan pemasangan lashing, peraturan terkait, kondisi di lapangan dan kekurangan lashing yang ada

BAB 3 : ISI

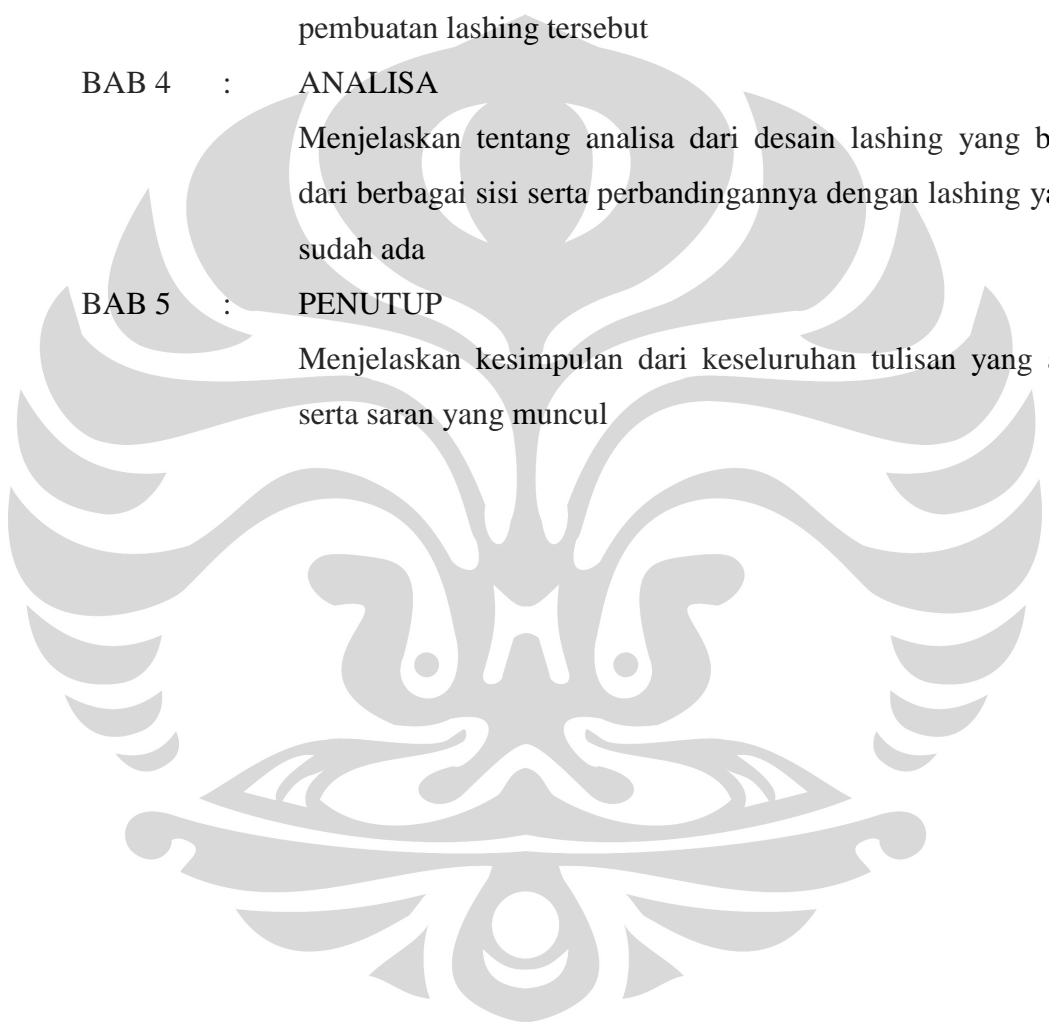
Menjelaskan tentang desain lashing yang dibuat beserta gambar dan pertimbangan-pertimbangan yang diambil dalam pembuatan lashing tersebut

BAB 4 : ANALISA

Menjelaskan tentang analisa dari desain lashing yang baru dari berbagai sisi serta perbandingannya dengan lashing yang sudah ada

BAB 5 : PENUTUP

Menjelaskan kesimpulan dari keseluruhan tulisan yang ada serta saran yang muncul



BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Lashing

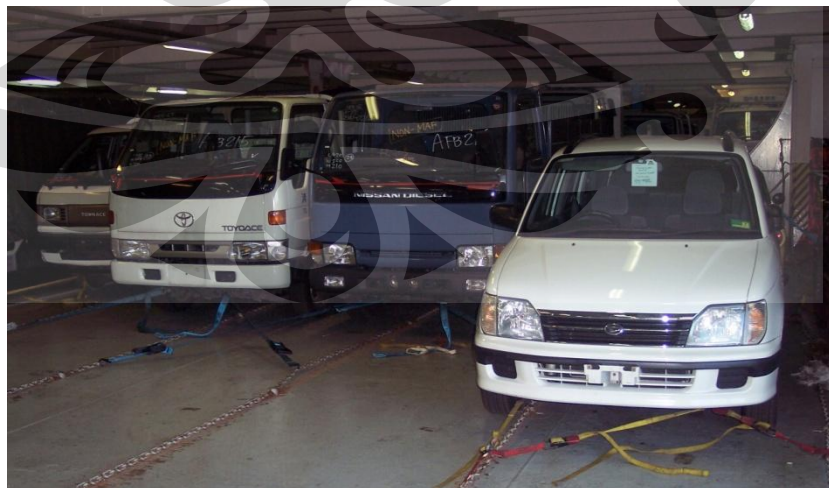
2.1.1 Definisi Lashing

Lashing adalah alat pengikat, rantai, kabel, tali atau *webbing* yang digunakan untuk menahan/mengendalikan muatan. Muatan yang umumnya diikat menggunakan lashing adalah muatan yang bisa bergerak/bergeser ketika alat angkutnya bergerak. Muatan tersebut antara lain adalah kendaraan beroda seperti mobil, bus dan truk serta muatan lain yang tidak dimasukkan ke dalam kontainer seperti besi roll, pelat dan sebagainya.

Tujuan pemasangan lashing adalah untuk mencegah bergesernya muatan ketika alat angkut bergerak karena hal ini dapat mengganggu stabilitas dan gerak alat angkut yang bisa menyebabkan kecelakaan.

Di kapal, lashing juga difungsikan sama dengan tujuan menjaga muatan agar tidak bergerak dan mengganggu stabilitas kapal. Dalam kondisi ekstrim, dapat menyebabkan kapal tenggelam.

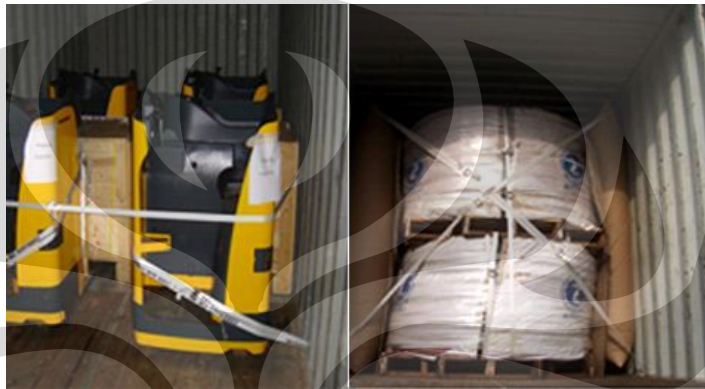
Berikut beberapa contoh pengikatan muatan kapal menggunakan lashing:



Gambar 2.1 Contoh pemuatan kapal dengan mobil



Gambar 2.2 Pengikatan lashing pada roda mobil



Gambar 2.3 Muatan lain pada kapal yang diikat menggunakan lashing

2.1.2 Jenis-jenis Lashing

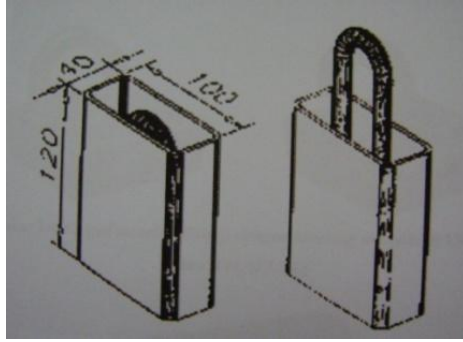
1. *Securing Fitting*

Breaking strength untuk typical *securing fitting* yang digunakan pada kendaraan yang beratnya antara 2 ton sampai 8 ton.



Gambar 2.4 *hooks* dengan *breaking strength* 40 kN(4 ton)/40 kN (4 ton) /80 kN (8 ton)/80 kN (8 ton)

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



Gambar 2.5 *Securing fitting* dengan *breaking strength* 50 kN (5 ton)



Gambar 2.6 *Round fitting* dengan *breaking strength* 80 kN (8 ton)



Gambar 2.7 *Forged securing fitting* dengan *breaking strength* 60 kN (6 ton) dan berat 1,2 kg



Gambar 2.8 *Forged hook for welding* dengan *breaking strength* 60 kN (6 ton) dan berat 0,35 kg



Gambar 2.9 *Fitting fully inserted on the floor* dengan di las pada *structure* dan besar *breaking strength* 60 kN (6 ton)



Gambar 2.10 *Lashing fitting for support hole* dan *Container stacking cone for support hole*

Tabel 2.1 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 (linked)	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 2.2 *Design breaking loads and proof loads*

Item	Minimum desain breaking load		Minimum proof load	
	SWL ≤40tn	SWL >40tn	SWL ≤40tn	SWL >40tn
Lahings:				
Wire rope	3 x SWL		1,5 x SWL	
Rod: higher tensile steel	2 x SWL			
Chain: mild steel	3 x SWL			
higher tensile steel	2,5 x SWL			
Fitting and securing devices	2 x SWL	SWL + 40tn	1,5 x SWL	SWL + 20 tn

2. Web Lashing

Lashing untuk kendaraan umumnya memakai yang lashing dengan kekuatan 4 ton (40 kN) dengan panjang 9.5 m untuk tipe panjang dan 0.5 m untuk tipe pendek. Pada lashing jenis ini terdapat *hook* untuk kedua sisinya.



Gambar2.11 *Web Lashing 40 kN including ratchet with a long part of 9.5 m and a short part of 0.5 m*

Macam-macam tipe *hooks*:



Gambar 2.12 Contoh tipe-tipe *hooks* dan fitting pada *web lashing*

- a) *Claw hook* 50 kN (5 ton)
- 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)

Tabel 2.3 *Lashing capacity* untuk *lashing steel wire ropes* dengan ukuran konstruksi 6 x 19 dan 6 x 36 dengan *fibre core*

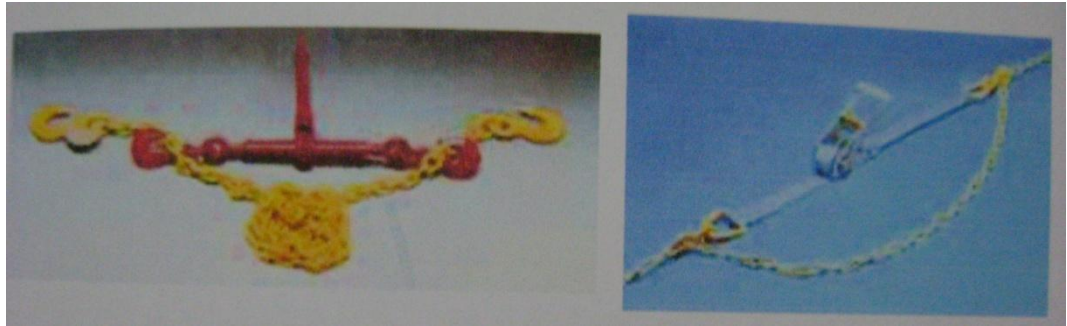
Rope size mm	Lashing capacity LC kN
8	11,2
10	17,5
12	25
14	35
16	45
18	56,5
20	70
22	85
24	100
26	120
28	140
32	180
36	230
40	280

3. Chain Lasing

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

Tabel 2.4 Chain tensioner

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



Gambar 2.13 Turnbuckle dan chain tensioner

Tabel 2.5 Lashing capacity

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

2.2 Kapal yang Menggunakan Sistem Lashing

2.2.1. Kapal Pengangkut Mobil (*car carrier*)

Kapal pengangkut mobil yaitu kapal yang dikhususkan untuk mengangkut mobil-mobil baru hasil produksi yang siap dipasarkan. Kapal ini dilengkapi dengan sistem safety pada deck kendaraan yang lengkap sehingga jarang terjadi kecelakaan kapal jenis ini. Tingkat kepedulian pihak pengirim mobil juga sangat tinggi sehingga pengamanan palka kendaraan diawasi ketat karena resiko kerugian jika kapal ini mengalami kecelakaan sangat tinggi.

2.2.2. Kapal *General Cargo*

Kapal *general cargo* merupakan kapal yang mengangkut barang beraneka ragam. Baik jenis barang dalam kotak, peti kayu (*crate*), *bundle* dan lain-lain. Kapal jenis ini umumnya berlayar *trampers* atau bertualang dan tidak memiliki rute khusus. Namun ada pula yang memiliki rute khusus (*linier*). Jenis kapal ini ada juga yang difungsikan untuk mengangkut mobil.

2.2.3. Kapal Ferry

Kapal ferry adalah kapal yang beroperasi untuk penyebrangan antara dua pulau. Dalam operasinya, kapal ferry tidak hanya mengangkut penumpang, namun juga kendaraannya. Baik kendaraan pribadi seperti mobil dan motor, serta kendaraan umum seperti bus dan truk-truk pengangkut barang. Untuk keluar masuk kendaraan, kapal ferry memiliki *rampdoor* yang dibuka pada saat kapal bersandar di pelabuhan.

2.3. Deck Kendaraan pada Kapal Ferry

2.3.1. *Cargo Securing Arrangements*

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

- 1.5 g *longitudinally*
- 1.5 g *transversly*
- 1.0 g *vertically up*
- 2.0 g *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 merupakan

petunjuk untuk pengamanan dan pengaturan pengangkutan untuk *transport of road, vehicles on Ro-Ro Ships*.

2.3.2. Penataan Kendaraan di Atas 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.

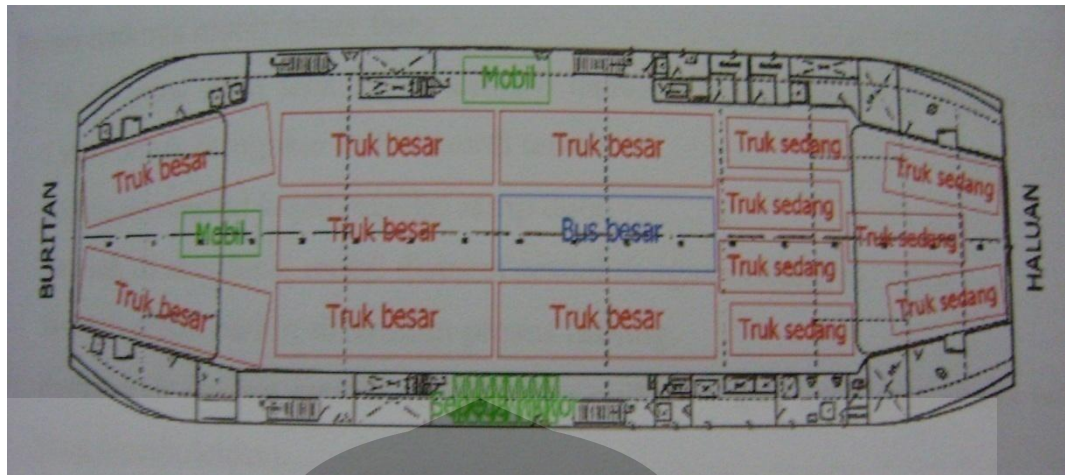
Layaknya kapal kontainer, susunan mobil dalam kapal ferry harus diletakkan sesuai bobot mobil yang berada dalam kapal agar tidak berat sebelah akibat penumpukan beban pada satu sisi kapal.

Lantai pada deck kendaraan tidak sama dengan yang ada di ruang penumpang. Lantai disini dibuat lebih kasar untuk memperbesar gaya gesek antara roda kendaraan dengan lantai. Desain lantai juga bertujuan untuk mempertahankan posisi kendaraan.

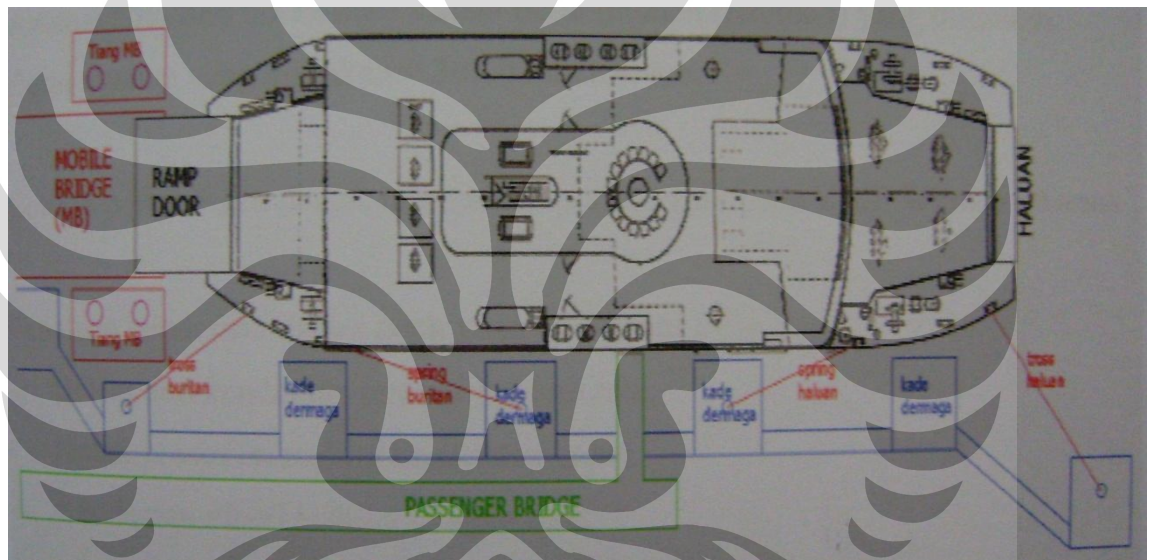
Sementara untuk parkir bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Parkir sejajar
2. Parkir miring

Tetapi yang lebih dominan dalam pemarkiran pada deck kendaraan adalah sistem parkir sejajar.



Gambar 2.14 posisi kendaraan dalam deck kendaraan



Gambar 2.15 skema pelabuhan sandar kapal ferry

Proses naiknya mobil ke dalam ferry:

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



Gambar 2.16 Jalur masuk kendaraan ke kapal ferry

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 apabila di tengah terdapat penghalang. Jika kendaraan tersebut diletakkan di pinggir, harus diimbangi dengan kendaraan yang bobotnya tidak terlalu berbeda pada sisi satunya agar kapal tidak miring. Kemudian untuk kendaraan dengan bobot yang tidak terlalu berpengaruh pada kapal, bisa diletakkan di bagian pinggir.

2.4. Berat Kendaraan di Atas Deck

Mobil-mobil yang menggunakan jasa kapal ferry diperkirakan yang memiliki bobot terbesar adalah truk. Oleh karena itu, perlu diketahui berat tiap kendaraan bermotor yang diangkut menggunakan kapal ferry. Berikut tabel mengenai berat kendaraan:

Tabel 2.6 Perkiraan berat kendaraan bermotor

No.	Jenis Kendaraan	Berat Per Unit beserta perkiraan muatan (ton)
1.	Sepeda motor	0,15
2.	Mobil	2
3.	Bus Besar	12
4.	Truk sedang	15
5.	Truk besar	40
total		69,15

Sementara deck kendaraan pada kapal ferry umumnya mampu memuat sekitar:

Tabel 2.7 Muatan kendaraan bermotor pada kapal ferry Jatra 3 dengan rute Merak-Bakauheni

No.	Jenis Kendaraan	Jumlah unit	Total berat (ton)
1.	Sepeda motor	20	3
2.	Mobil	10	20
3.	Bus Besar	6	72
4.	Truk sedang	8	120
5.	Truk besar	8	320
total			535

Sementara untuk berat muatan pada kapal umumnya sudah ditentukan. Asumsi 50% dari bobot mati kapal adalah berat muatan (payload) yang diijinkan.

2.5. Gerakan-gerakan dan Gaya pada Kapal

2.5.1. Fenomena yang Terjadi di Laut

Kapal yang berlayar menghadapi gelombang-gelombang dengan periode gelombang yang panjang dan menghadapi situasi 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 *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 kritis 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 proporsional dengan tinggi gelombang. Situasi ini berbahaya karena durasi saati di puncak ombak menjadi lama sehingga kapal mengalami penurunan stabilitas dalam durasi yang lama.

- *Parametric roll motions*

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

- *Asymmetric rolling*: stabilitas mencapai minimum sekali dalam periode rolling
- *Symmetric rolling*: stabilitas mencapai minimum dua kali dalam periode rolling

- *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.

- *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 air juga masuk dalam deck, akan tercipta kombinasi yang berbahaya dan dapat menyebabkan kapal terbalik.

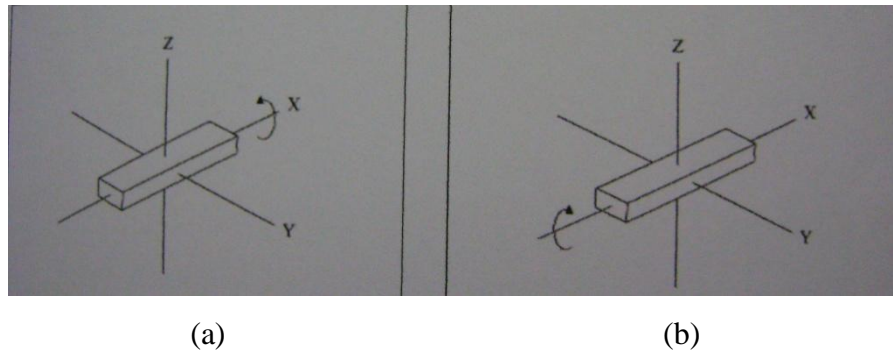
2.5.2. Enam Derajat Kebebasan

Ketika kapal berlayar atau hanya terkena ombak, maka kapal tersebut akan bergerak sesuai gaya dengan gaya yang bekerja padanya. Gaya-gaya yang timbul akibat ombak ini membuat kapal bergerak dengan arah gerak 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 enam derajat kebebasan.

Enam derajat kebebasan tersebut adalah:

- *Roll (rolling)*

Kapal bergerak berotasi dengan sumbu rotasi sumbu x akibat ombak.



Gambar 2.17 Rotasi gaya (a) berlawanan arah jarum jam (b) searah jarum jam

- *Pitch (pitching)*

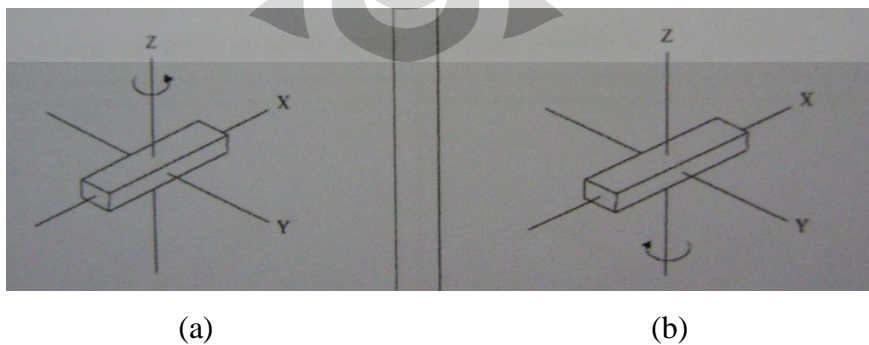
Kapal bergerak berotasi dengan sumbu rotasi sumbu y akibat ombak.



Gambar 2.18 Rotasi gaya (a) searah jarum jam (b) berlawanan arah jarum jam

- *Yaw (yawing)*

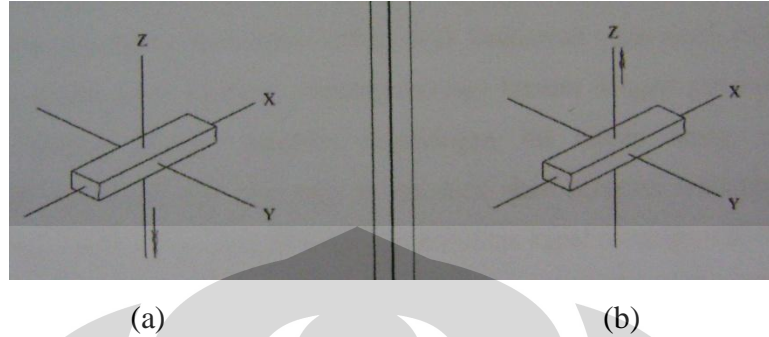
Kapal bergerak berotasi dengan sumbu rotasi sumbu z akibat ombak.



Gambar 2.19 Rotasi gaya (a) berlawanan arah jarum jam (b) searah jarum jam

- *Heave (heaving)*

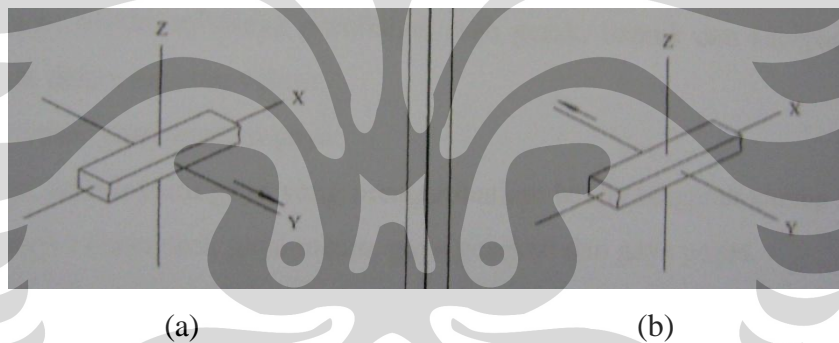
Kapal bergerak naik dan turun sesuai dengan sumbu z.



Gambar 2.20 Arah gaya (a) ke bawah (b) ke atas

- *Sway (swaying)*

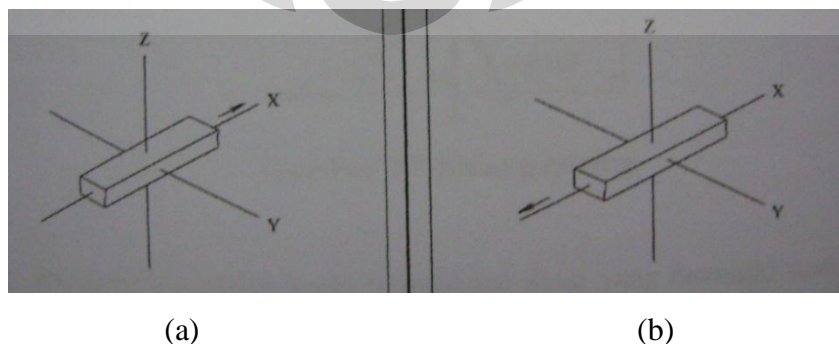
Kapal bergerak naik dan turun sesuai dengan sumbu y.



Gambar 2.21 Arah gaya (a) ke kanan (b) ke kiri

- *Surge (surging)*

Kapal bergerak naik dan turun sesuai dengan sumbu x.



Gambar 2.22 Arah gaya (a) ke depan (b) ke belakang

Diantara gerakan-gerakan yang bekerja pada kapal, gerakan yang besar pengaruhnya terhadap deck kendaraan yang itu 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 stabilitas kapal terganggu. Kemungkinan kapal tenggelam akan menjadi lebih besar akibat stabilitas yang terganggu.

2.5.3. Teori Gaya

Ketika mobil dalam keadaan miring, maka terlihat 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 dua macam gaya, yaitu:

1. Gaya sentuh, yaitu gaya yang mengakibatkan benda bergerak karena sentuhan. Misalnya: 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 ada jarak antara benda dan gaya. Misalnya: gaya listrik, gaya magnet dan gravitasi.

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

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

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 atau 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:

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

Dimana:

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 gesek 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 yang sebanding dengan gaya normal N dan konstanta perbandingan m_s disebut koefisien gesekan statik $f_{smax} = m_s N$.

Tabel 2.8 Jenis dan tipe persamaan gerak

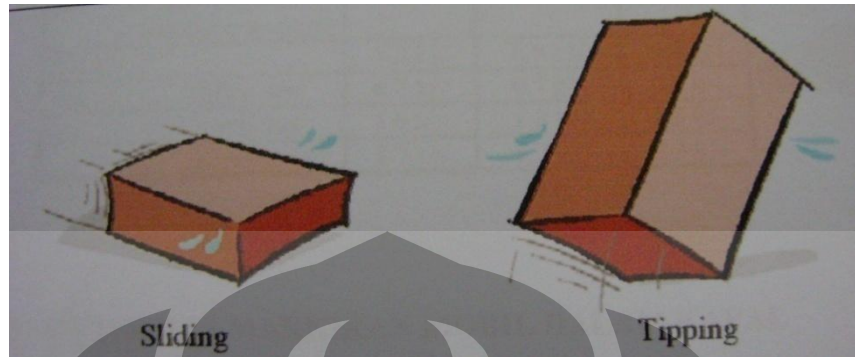
Jenis gesekan	Persamaan	Keterangan
Statik	$F_s \leq \mu_s N$	Gaya harus lebih besar dari gaya gesek maksimum ini untuk membuat benda bergerak dalam keadaan diam. Digunakan untuk objek yang diam Arah gaya gesek berlawanan dengan arah gaya yang bekerja pada benda.
Kinetik	$F_s = \mu_k N$	Gaya berlawanan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

Benda masif yang bergeser ada 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.

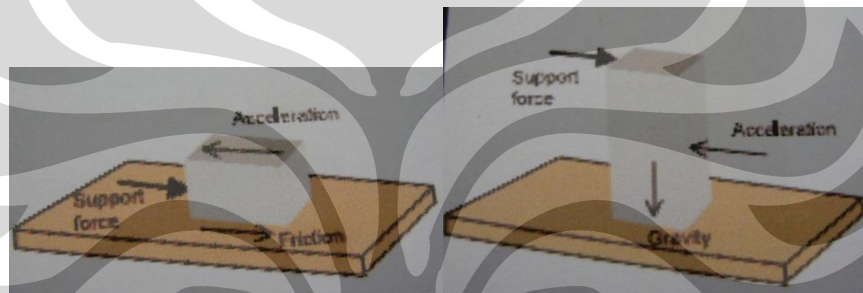
2.5.4. Pergeseran Muatan dalam Kapal

Pergeseran muatan pada kapal umumnya terjadi karena faktor dari luar, yaitu gelombang dan angin yang menyebabkan kapal bergerak dengan enam derajat kebebasannya. Muatan yang tidak memiliki kedudukan seimbang akan mudah sekali bergeser dan mengganggu stabilitas kapal.

Tipe pergeseran muatan pada kapal ada dua, yaitu *sliding* dan *tipping*. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat dari gambar berikut ini.



Gambar 2.23 Sliding dan Tipping



Gambar 2.24 Arah gaya pada sliding dan tipping

2.6. Peraturan Terkait

1. SOLAS Chapter VI (Carries of Cargoes) Regulation 5:

4. *Appropriate precautions shall be taken during loading and transport of cargo units and cargo transport units on board ro-ro ships, especially with regard to the securing arrangements on board such ships and on the cargo units and cargo transport units and with regard to the strength of the securing points and lashings.*

2. SK. Dirjen Hubdat No.73/AP/005/DRJD/2003

3. IMO/ILO/UN ECE

Lengthways in the wagon

<i>Wagon subject to shunting</i>	4.0 g
<i>Combined transport</i>	1.0 g

Sideways in the wagon

0.5 g in combination with 1 ± 0.3 g vertically

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

Lightways 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

5. VDI 2700 Blatt 7 (Germany)

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

2.7. Kondisi di Lapangan

2.7.1. Metode Pemarkiran Mobil dalam Kapal

Kapal ferry mengangkut berbagai jenis kendaraan yang bertujuan untuk penyebrangan antar pulau sesuai dengan rute yang sudah ditentukan. Dengan banyaknya kendaraan yang masuk dalam kapal, maka sudah seharusnya ada pengaturan penempatan kendaraan tersebut. Namun mengatur penempatan saja tidak 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 digunakan antara lain:

- Penggunaan tiang penyangga

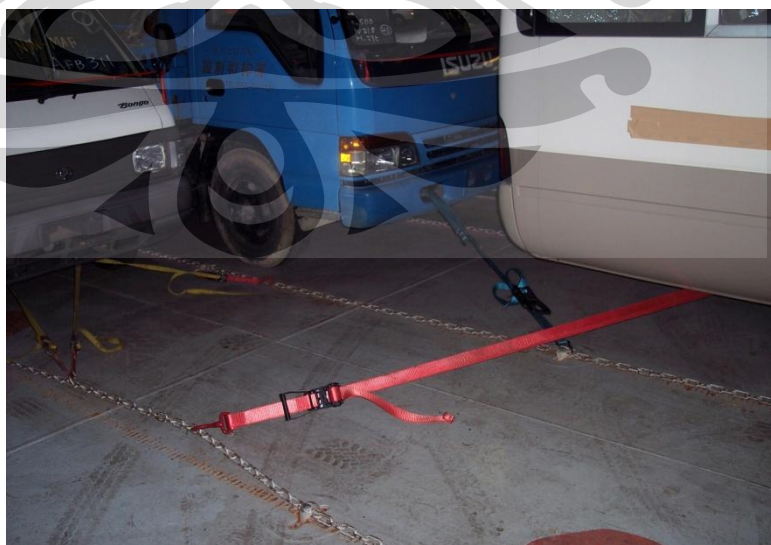
Tiang penyangga lebih umum digunakan pada kapal car carrier. Tujuannya adalah untuk menjaga posisi mobil yang dibawa oleh kapal agar tidak mengganggu stabilitas kapal.



Gambar 2.25 Tiang penyangga pada deck kendaraan

- Penggunaan pengikat

Pengikat atau lashing banyak digunakan pada kapal ferry untuk menjaga posisi kendaraan bermotor tetap pada tempatnya.



Gambar 2.26 Pemasangan lashing pada kendaraan di deck kapal

- Penggunaan balok

Balok biasanya digunakan untuk mengganjal roda kendaraan agar tidak menggelinding. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi pemilik kendaraan yang lupa memakai rem tangan atau rem tangan kendaraannya rusak.

2.7.2. Penggunaan Lashing di Kapal Ferry

Penggunaan lashing pada kapal ferry masih jauh dari peraturan yang berlaku. Padahal sebenarnya tidak ada pengecualian bagi kapal ferry untuk tidak memasang lashing pada kendaraan yang diangkutnya. Namun nampaknya efisiensi waktu lebih diutamakan oleh awak kapal dari pada keselamatan.

Ketidaktaatan ini ditandai dengan pemarkiran kendaraan pada deck kapal ferry yang kurang teratur dan tidak dipasangnya lashing. Bahkan penumpang juga turut mengganggu dengan beristirahat pada deck kendaraan yang akhirnya mengganggu kerja petugas. Contohnya seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.27 Salah satu kondisi deck kapal ferry rute merak-bakauheni



Gambar 2.28 Salah satu kondisi deck kapal ferry rute nunukan – gilimanuk



Gambar 2.29 Kondisi deck kendaraan di kapal Jatra 3 dengan rute Merak - Bakauheni

2.8. Kekurangan Lashing yang Ada

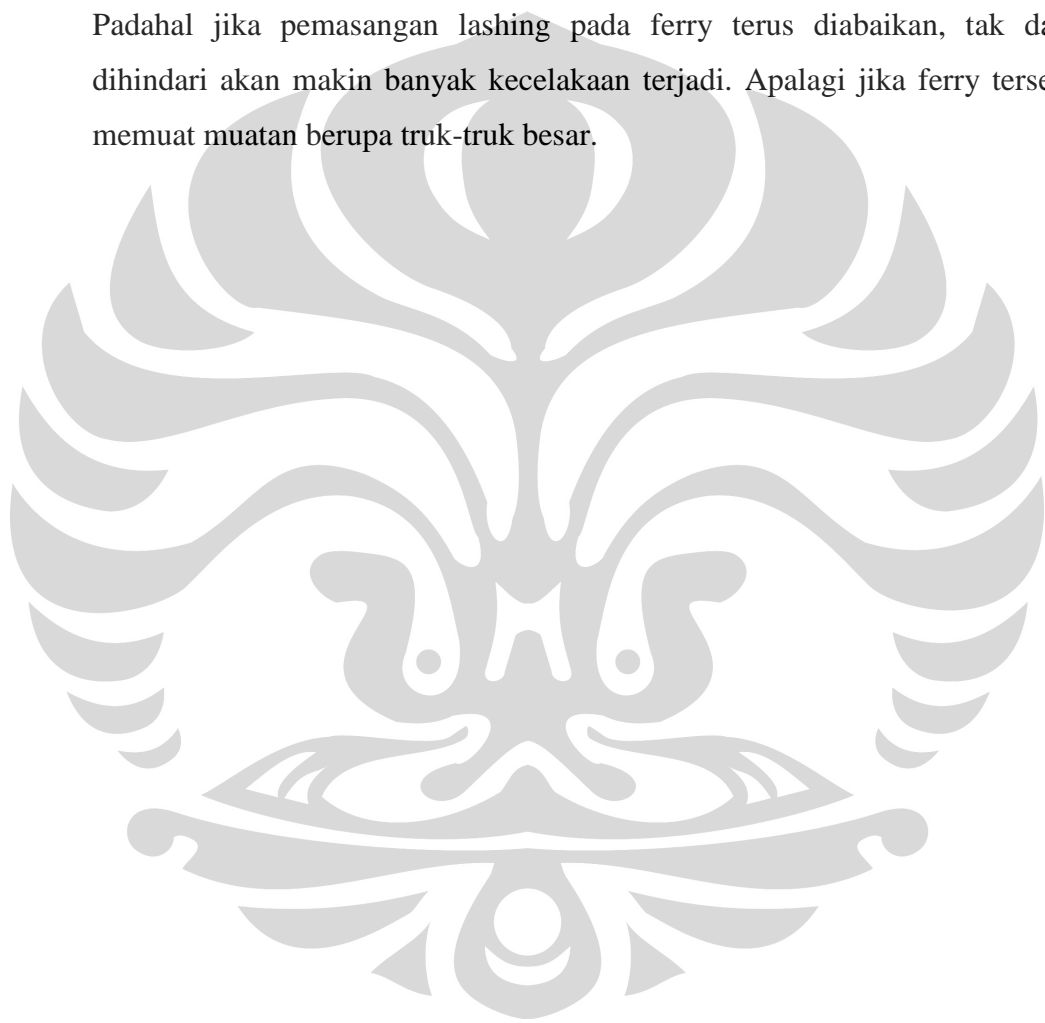
Meskipun telah banyak peraturan yang mengatur tentang lashing baik lingkup nasional maupun internasional, pemasangan lashing yang sesuai dengan ketentuan pada kapal ferry masih belum dilaksanakan. Hal ini tentunya mengundang perhatian yang cukup serius. Apalagi penyebab beberapa kecelakaan kapal ferry yang terjadi akhir-akhir ini salah satunya adalah muatan yang bergerak.

Alasan yang umumnya dikemukakan anak buah kapal untuk tidak memasang lashing adalah karena pemasangan lashing yang cukup rumit dan memakan

waktu terlalu lama. Padahal waktu yang ada bisa digunakan untuk operasi kapal.

Lashing yang saat ini tersedia terkesan kurang praktis dan ribet terutama jika untuk digunakan di kapal ferry yang hanya melayani penyebrangan jalur pendek. Berbeda jika untuk kapal car carrier yang memiliki waktu pelayaran cukup lama dan didukung pula oleh faktor keamanan yang sangat dipentingkan oleh pemilik kendaraan karena tidak mau merugi.

Padahal jika pemasangan lashing pada ferry terus diabaikan, tak dapat dihindari akan makin banyak kecelakaan terjadi. Apalagi jika ferry tersebut memuat muatan berupa truk-truk besar.



BAB 3
INOVASI DESAIN *CAR LASHING*
UNTUK EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PADA KAPAL FERRY

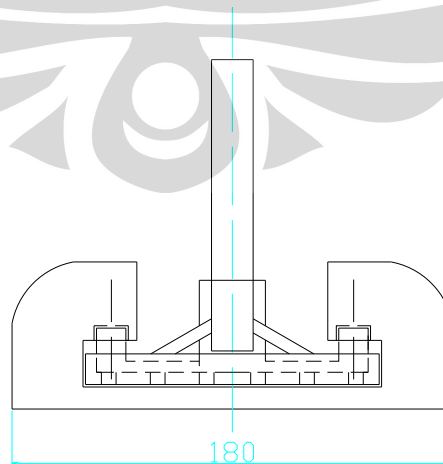
3.1. Desain *Lashing* Menggunakan Software

Car lashing yang didesain pada tahap ini menggunakan software. Untuk desain 2 dimensi menggunakan AutoCad 2004 sementara untuk desain 3 dimensi menggunakan Solid Work 2007. Tujuan desain ini adalah untuk memberikan solusi pemasangan *lashing* sesuai dengan peraturan yang berlaku pada kapal ferry. Sementara mengenai bahan pembuatnya menggunakan bahan seperti *lashing* pada umumnya, yaitu besi dan tali.

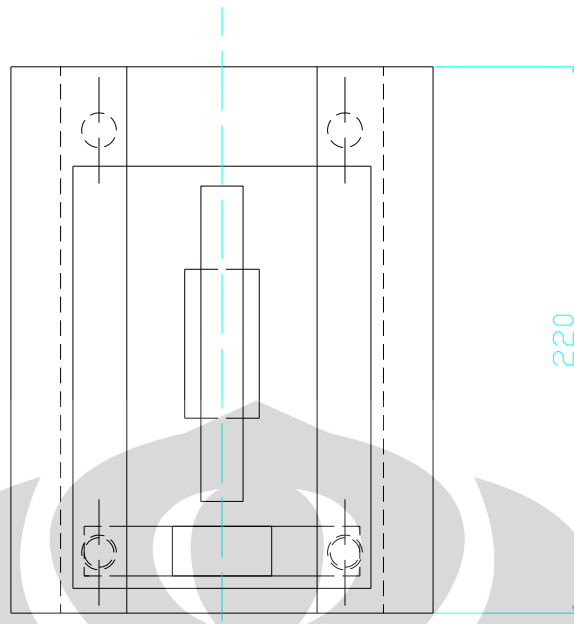
Yang menjadi pertimbangan pembuatan desain *lashing* adalah:

- Kemudahan pemasangan
- Ketaatan pada peraturan
- Penempatan *lashing* yang siap pakai namun tidak mudah rusak meski kendaraan berlalu lalang
- Efisiensi waktu
- Pemanfaatan ratchet, hook dan peralatan lain yang sudah ada sehingga menghemat biaya

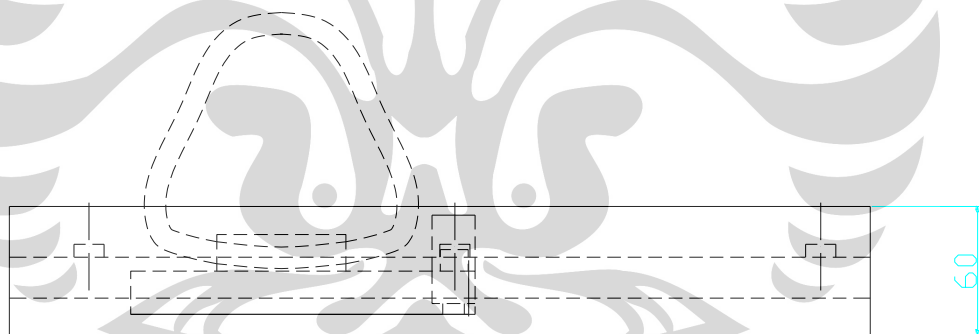
3.1.1. Desain 2D Menggunakan Software Autocad 2004



Gambar 3.1 Desainudukan *lashing* tampak depan



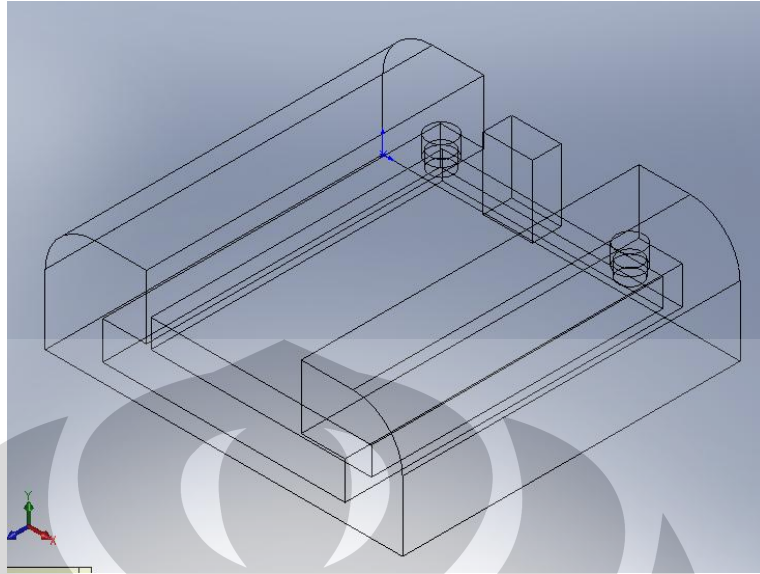
Gambar 3.2 Desain dudukan lashing tampak atas



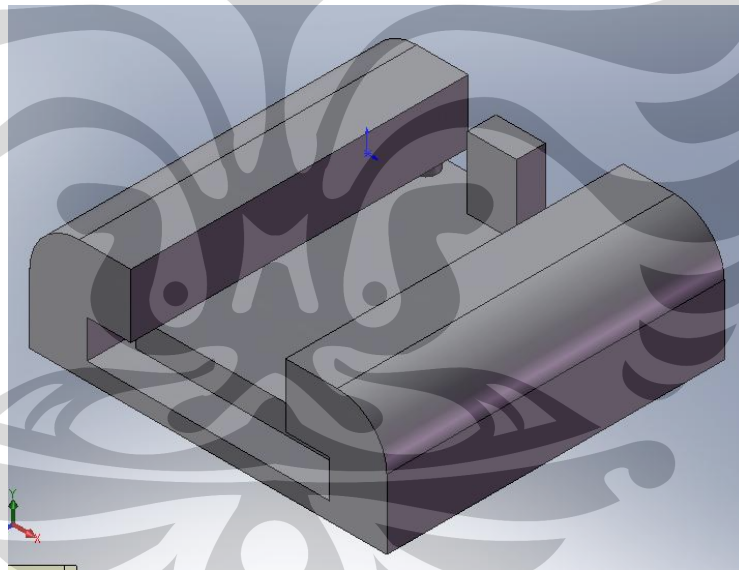
Gambar 3.3 Desain dudukan lashing tampak samping

Pada desain tampak samping, panjang rel tidak sesuai dengan panjang sebenarnya, hanya diambil 220 mm saja. Karena nantinya, rel akan dibuat sepanjang lantai deck kendaraan dalam kapal ferry (tergantung ukuran dan bobot mati kapal).

3.1.2. Desain 3D Menggunakan Software Solid Work 2007



Gambar 3.4 Desain 3 dimensi (sketsa)



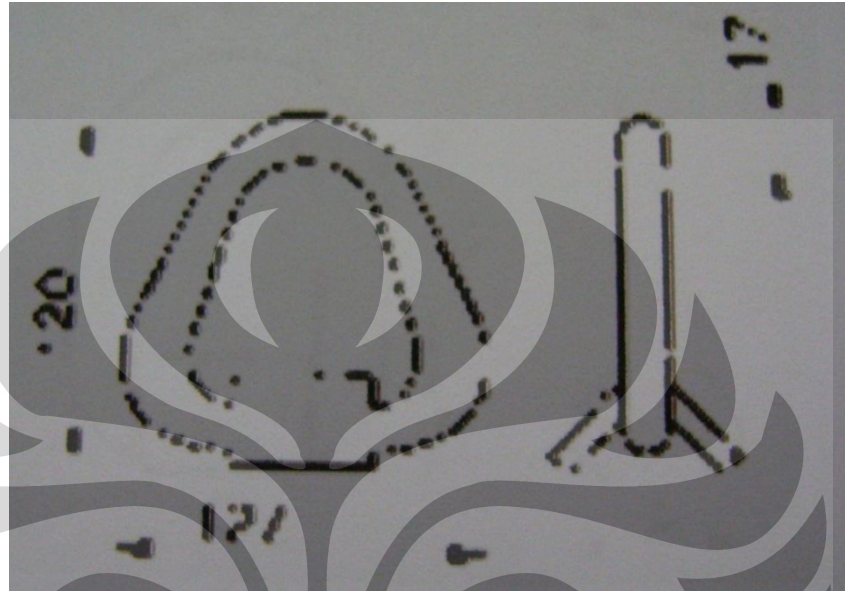
Gambar 3.5 Desain 3 dimensi (solid)

Desain 3 dimensi ini tidak menggunakan panjang sebenarnya, hanya 220 mm (sebagian), mengikuti gambar desain 2 dimensi.

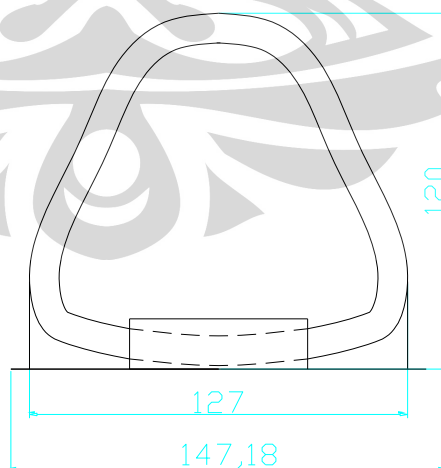
3.2. Bagian-bagian Lashing

3.2.1. *Securing fitting*

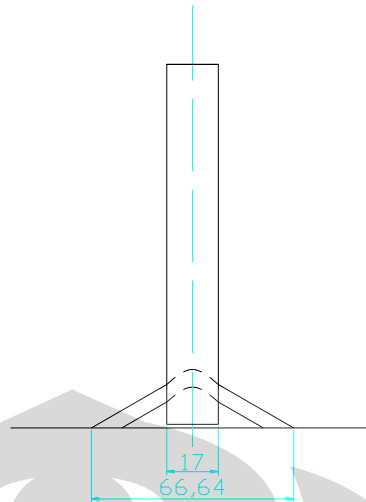
Securing fitting menggunakan D-ring yang memiliki *breaking strength* sama, yaitu 200 kN. Hal ini dilakukan dengan asumsi agar D-ring bisa dipakai untuk semua jenis kendaraan.



Gambar 3.6 *Securing fitting* yang digunakan dengan *breaking strength* 200 kN (20 ton), *forged eye and sheet steel in hold, untreated, to be welded* dengan berat 1,8 kg



Gambar 3.7 Desain securing fitting sesuai aslinya tampak samping



Gambar 3.8 Desain securing fitting sesuai aslinya tampak depan



Gambar 3.9 Desain securing fitting sesuai aslinya tampak atas

3.2.2. Ratchet

Ratchet yang digunakan untuk mengikat kendaraan pada ring dengan *breaking strength* 40 kN (untuk truk). Sehingga *ratchet* secara tidak langsung dapat dipakai oleh semua jenis kendaraan karena truk besar dengan bobot 40 ton merupakan kendaraan terberat yang ada dalam kapal.



Gambar 3.10 *Ratchet* yang digunakan dengan *breaking strength* 40 kN

3.2.3. *Hooks*

Hooks digunakan sebagai penghubung *securing fitting* dengan *ratchet*.
Hooks yang digunakan satu set dengan *ratchet*nya.



Gambar 3.11 *Hooks* yang digunakan sesuai dengan *ratchet*

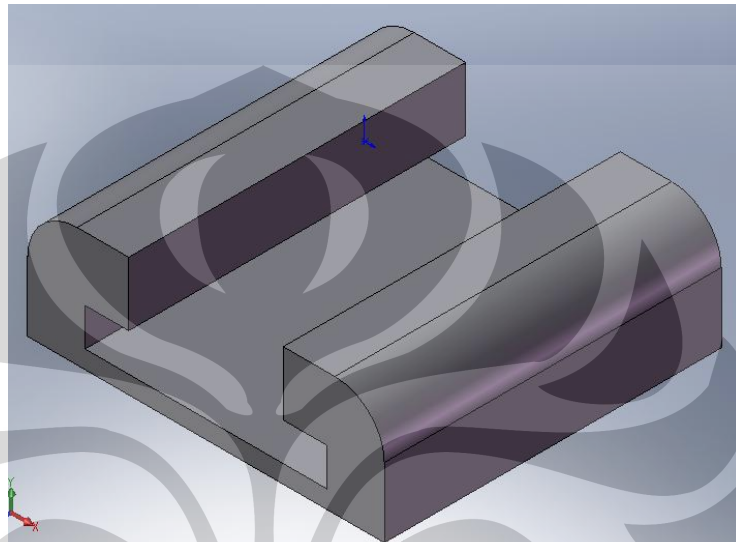
3.2.4. Rel *Securing Fitting*

Rel untuk peletakan *securing fitting* terdapat di sepanjang deck kendaraan dengan jarak antar rel adalah 4 m. Tujuannya adalah agar seluruh kendaraan bisa masuk diantara dua rel tersebut. Dengan demikian, penataan deck kendaraan yang sesuai dengan ketentuan, yaitu beban terbagi merata, bisa dilaksanakan.

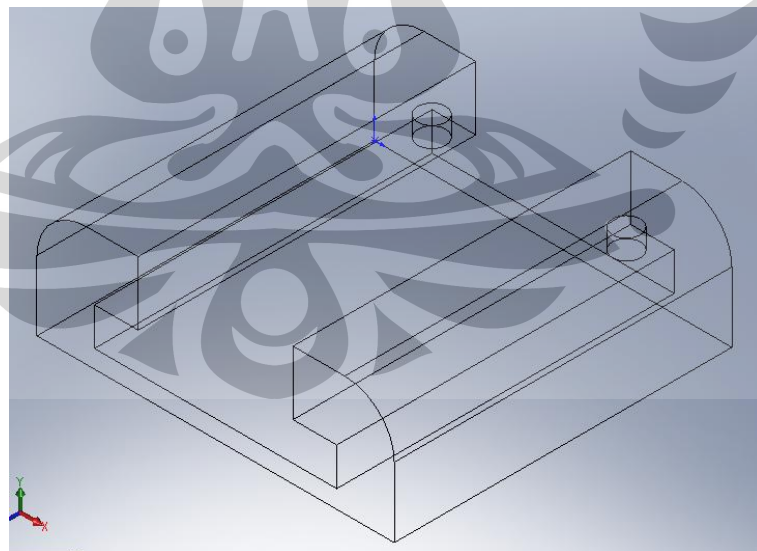
Sementara untuk panjang rel adalah sepanjang deck kendaraan yang ada pada kapal. Hal ini dimaksudkan agar seluruh ruang deck di kapal dapat digunakan secara optimal dan penataan kendaraan bisa lebih rapi serta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Sepanjang rel *securing fitting* terdapat lubang dengan diameter 14 mm dan jarak antar lubang 170 mm. Lubang ini berfungsi sebagai tempat pengunci dudukan yang berfungsi sebagai sistem pengunci posisi *securing fitting*.

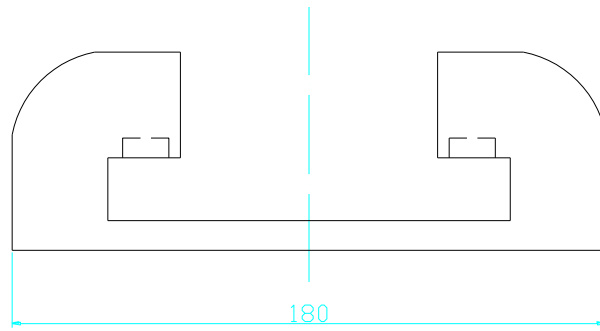
Berikut adalah gambar penampang rel (lintasan) *securing fitting*.



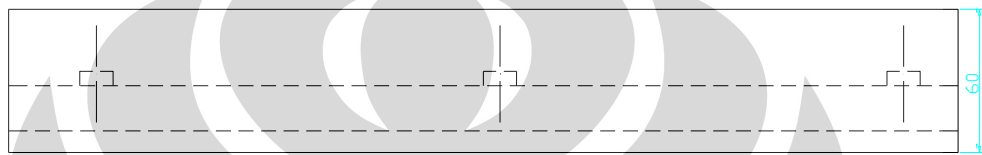
Gambar 3.12 Rel *securing fitting* 3 dimensi (solid)



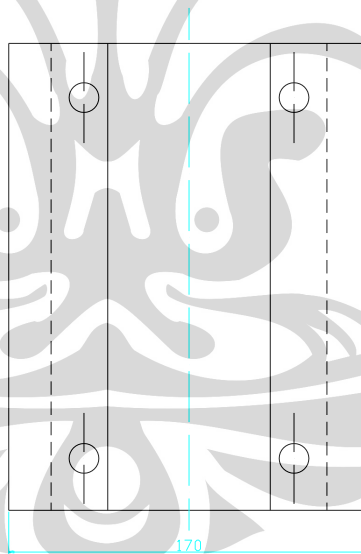
Gambar 3.13 Rel *securing fitting* 3 dimensi (sketsa)



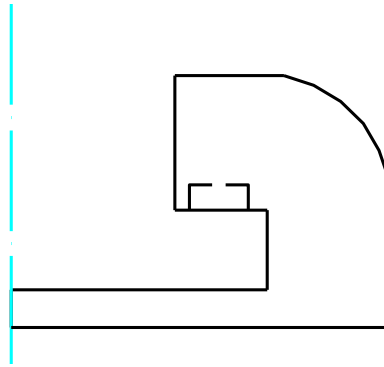
Gambar 3.14 Rel *securing fitting* tampak depan



Gambar 3.15 Rel *securing fitting* tampak samping



Gambar 3.16 Rel *securing fitting* tampak atas

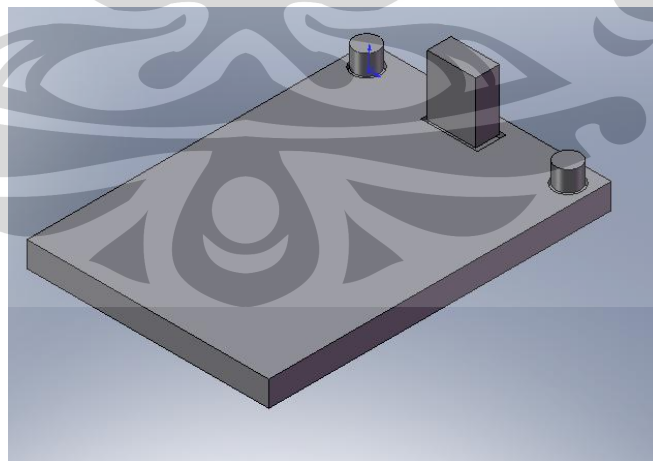


Gambar 3.17 Penampang setengah rel *securing fitting* tampak depan

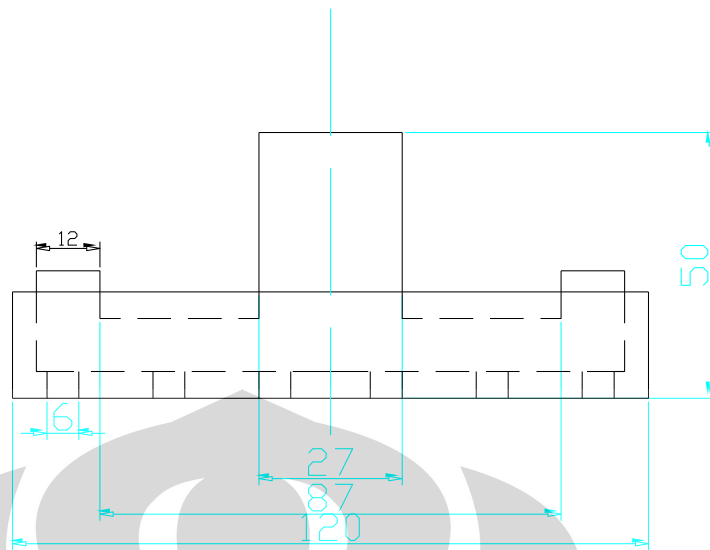
3.2.5. Dudukan *Securing Fitting*

Dudukan *securing fitting* merupakan bagian yang bisa bergerak sepanjang rel dengan sistem pengunci menggunakan per atau pegas. Tujuannya adalah agar rel bisa digunakan oleh semua jenis kendaraan, mulai dari mobil kecil hingga truk dan bus besar.

Sistem kerjanya adalah dengan menekan batang tengah, maka otomatis dua batang lingkaran di kedua sisi akan ikut turun sehingga dudukan bisa digeser untuk kemudian dilepas pada posisi yang diinginkan. Pada saat dilepas, kedua batang samping otomatis akan naik lagi dan mengunci dudukan pada rel.



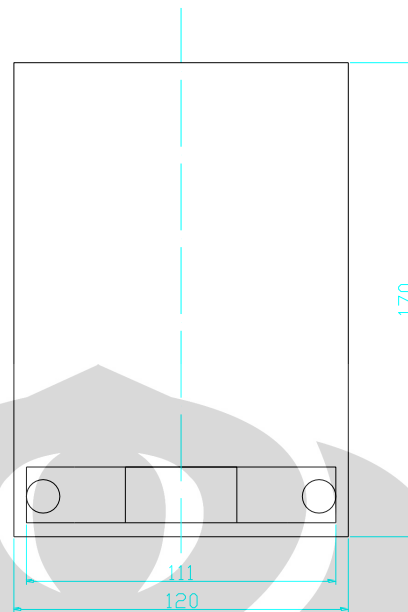
Gambar 3.18 Dudukan *securing fitting* 3 dimensi (solid)



Gambar 3.19 Dudukan *securing fitting* tampak depan



Gambar 3.20 Dudukan *securing fitting* tampak samping

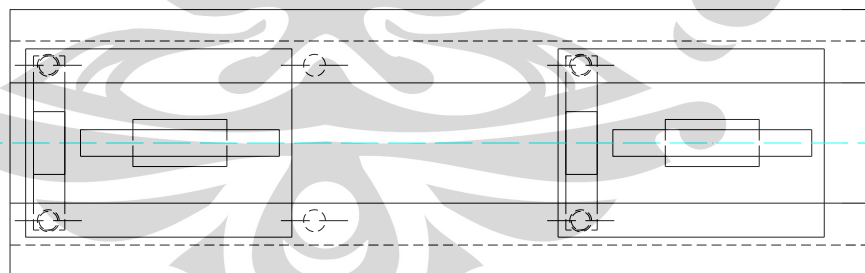


Gambar 3.21 Dudukan *securing fitting* tampak atas

3.3. Sistem Kerja Car-Lashing Hasil Desain

Sistem kerja *car-lashing* secara keseluruhan adalah:

1. Rel lashing dipasang sepanjang lantai deck kendaraan dan dudukan lashing dipasang langsung pada rel sekitar 10 buah tiap rel.



Gambar 3.22 Contoh pengisian rel oleh dudukan

2. Dudukan *securing fitting* dibuat bisa bergerak sepanjang rel dengan sistem pengunci menggunakan sistem pegas. Dimana jika batang panjang (yang ditengah) ditekan, maka batang lain yang ada di kedua sisi akan turun, sehingga dudukan *securing fitting* dapat digeser. Sementara untuk pengunciannya hanya tinggal melepas batang tengah yang tadi ditekan.

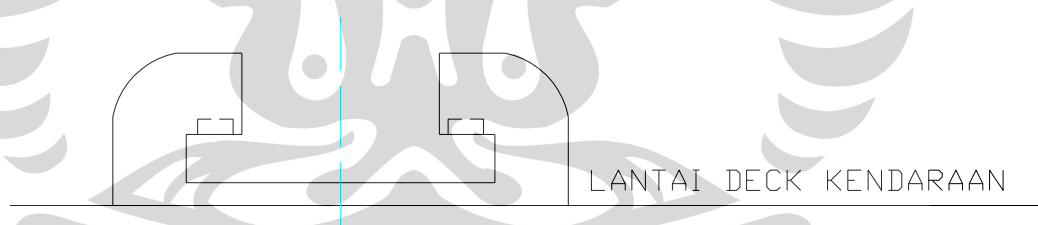
Sehingga kedua batang di pinggir akan ikut naik dan mengunci dudukan *securing fitting* ke rel.

3. *Ratchet* dipasang pada sasis kendaraan dengan tujuan agar pemasangan lebih cepat dan lebih sedikit.
4. *Hooks* yang digunakan satu paket dengan *ratchet* dan berfungsi sebagai pengikat *ratchet* ke *ring* yang ada.
5. Rel lashing bisa juga berfungsi sebagai balok penahan pergeseran kendaraan ke samping.

3.4. Pemasangan ke Lantai Deck Kendaraan

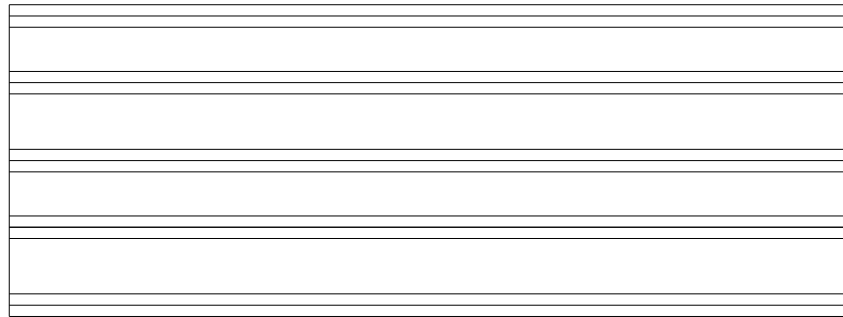
Pemasangan rel ke deck kendaraan di kapal ferry dengan cara di las dengan koefiensi las adalah 1, yaitu sama dengan kekuatan material. Hal ini dilakukan agar pengelasan kuat.

Bagian yang di las adalah bagian bawah rel *lashing* agar kekuatan penahannya besar. Sehingga mampu menahan beban yang akan diberikan pada lashing.



Gambar 3. 23 Pemasangan rel *lashing* pada lantai deck kendaraan

Karena tinggi rel lashing hanya 6 cm, maka tidak perlu ada alat bantu untuk kendaraan agar mudah lewat. Karena pada dasarnya rel ini mirip dengan polisi tidur.



Gambar 3. 24 Penempatan rel *lashing* di lantai deck kapal Jatra 3

3.5. Teknis Operasional

Selain lamanya waktu yang diperlukan, keamanan *lashing* turut menjadi faktor tidak dipasangnya *car lashing* sesuai peraturan yang berlaku. Ketidakamanan ini bisa karena awak kapal maupun penumpang kapal yang tidak mengembalikan *ratchet lashing* kembali ke tempatnya.

Untuk mengatasi hal itu, pada pemasangan *car lashing* kali ini dilakukan cara guna menjaga *ratchet lashing* tetap aman. Caranya adalah, pada saat pemasangan *car lashing* pada kendaraan, dilakukan oleh awak kapal. Sementara untuk melepasnya, dilakukan sendiri oleh pemilik kendaraan untuk kemudian diserahkan pada awak kapal di pintu keluar kapal. Dengan demikian, kontrol terhadap *ratchet lashing* dapat dilakukan.

Mengenai pelepasan *ratchet lashing* oleh pemilik kendaraan mudah dilakukan karena hanya perlu melepas *hooks* yang terpasang di *securing fitting* dan *ratchet* yang mengikat sasis. Yang dilepas pun hanya dua buah. Sehingga hal ini diharapkan mampu lebih menghemat waktu.

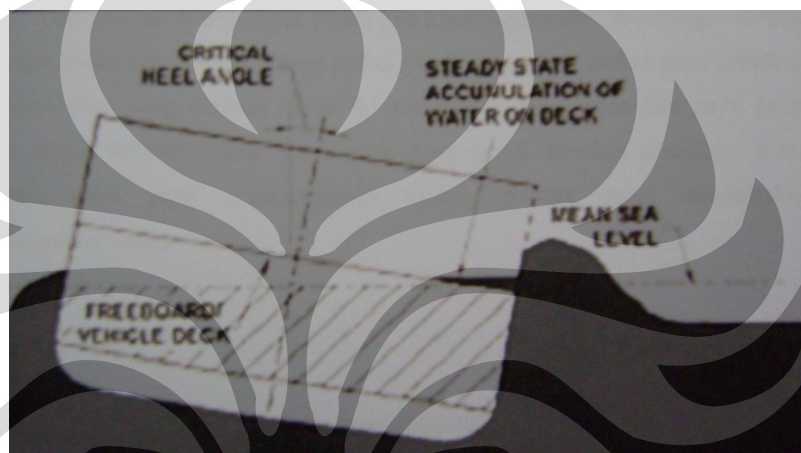
BAB 4

ANALISA DESAIN

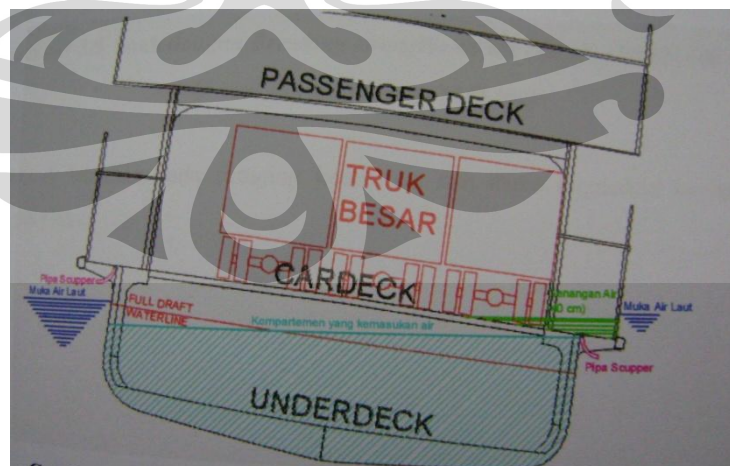
4.1. Perhitungan Kekuatan

4.1.1. Perhitungan Beban

Tinggi *freeboard* kapal ferry yang umum adalah 70 – 200 mm. Apabila lebar kapal ferry 20 m, maka kemungkinan kemiringan kapal ketika terkena ombak adalah:



Gambar 4.1 Kapal terkena ombak

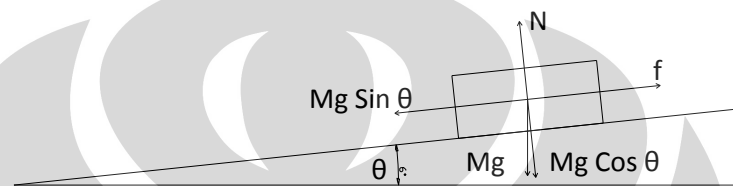


Gambar 4.2 Posisi kendaraan ketika kapal terkena ombak pada kondisi ekstrim dimana seluruh kendaraan bergeser sesuai pergerakan kapal

Dari *freeboard* tersebut dapat diperkirakan besarnya sudut kemiringan maksimum kapal ketika kapal terombang-ambing oleh ombak. Sehingga akhirnya dapat diketahui beban yang harus dijaga agar muatan kendaraan di atas deck kapal tidak mengalami pergeseran. Besarnya beban bergantung pada besarnya sudut dan lebar atau panjang kapal.

Kemiringan maksimum pada saat kapal berlayar adalah sekitar $0^\circ - 6^\circ$.

Kemiringannya bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.3 Bidang miring

Dari gambar di atas dapat dilihat jika kapal mengalami kemiringan sebesar 6° , maka muatan kendaraan akan bergeser akibat gaya gravitasi. Besarnya gaya yang dialami tergantung pada besar sudut kemiringan dan gaya gesek antara kendaraan dengan lantai. Jika gaya gesek diabaikan, maka besar gaya yang mempengaruhi mobil dapat dihitung menggunakan rumus:

$$N = mg \sin \theta$$

Perkiraan massa kendaraan terbesar yang ada pada kapal adalah 40 ton atau 40000 kg. Sehingga:

$$N = 40000 \times 10 \sin 6^\circ$$

$$N = 41811,4 \text{ N}$$

Gaya gesek yang terjadi antara roda kendaraan dengan lantai dek:

Gaya gesek statik

$$f_s = \mu_s \times N$$

Gaya gesek 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 (minimum) dengan pertimbangan kondisi kritis pada gesekan roda.

Maka pembebanan yang terjadi pada alat adalah:

Pembebanan bila mobil belum bergeser:

$$F = N - f_s$$

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

$$F = 41811,4 - (0,325 \times 41811,4)$$

$$F = 28222,7 \text{ N}$$

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

$$F = 28,2 \text{ kN}$$

Pembebanan bila mobil bergeser:

$$F = N - f_k$$

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

$$F = 41811,4 - (0,15 \times 41811,4)$$

$$F = 35539,6 \text{ N}$$

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

$$F = 35,3 \text{ kN}$$

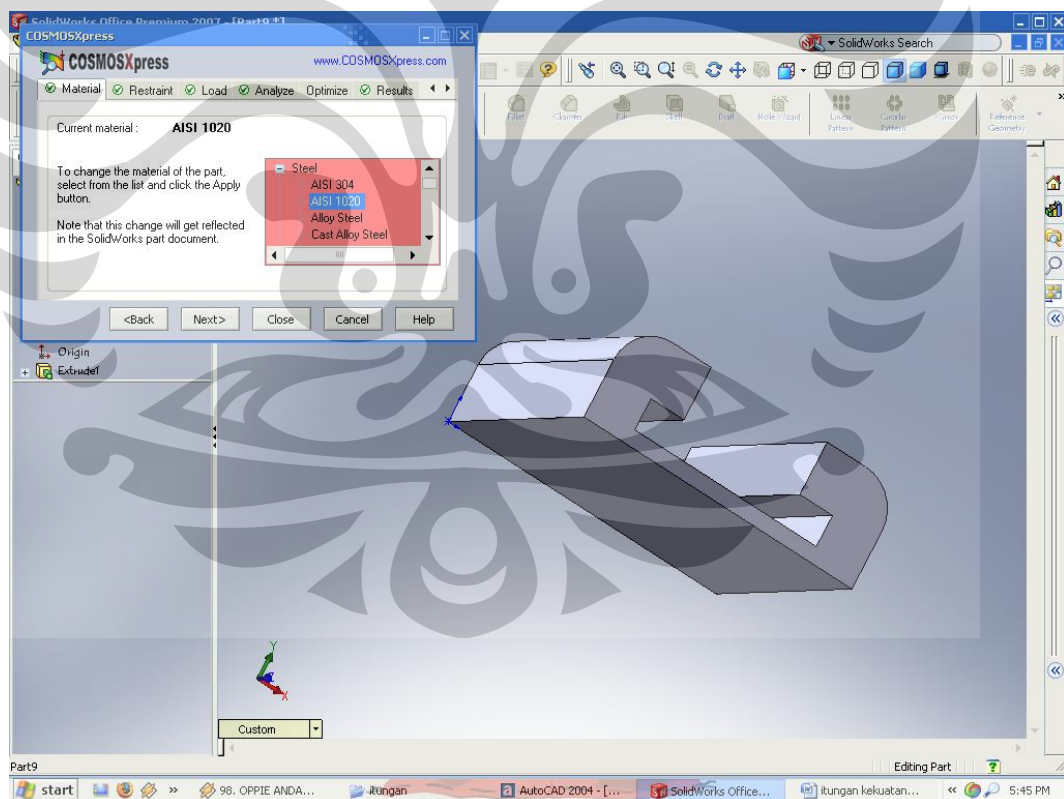
Sehingga alat yang digunakan harus mampu menahan beban seberat 35,3 kN untuk kondisi mobil bergeser. Karena sebelum mobil

bergeser gaya masih dapat ditahan oleh gaya gesek statik pada ban mobil tersebut.

4.1.2. Rel *Securing Fitting*

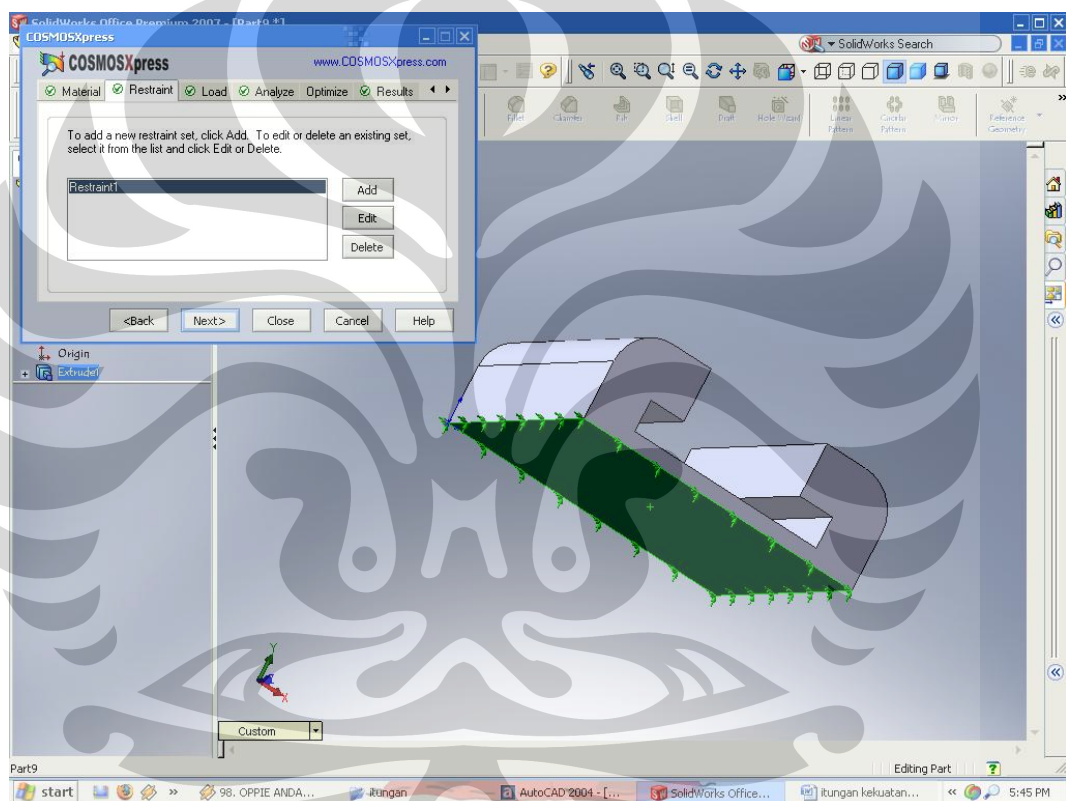
Rel *securing fitting* merupakan bagian yang akan mendapat gaya terbesar, yaitu 200 kN. Namun pada kasus ini tidak terjadi kondisi beban terbagi merata sehingga perlu dilakukan perhitungan terhadap daerah kritis.

Perhitungan kekuatan untuk rel *securing fitting* menggunakan software Solid Work 2007 dengan menggunakan pilihan menu COSMOSexpress pada Tools. Setelah gambar dibuat, dilakukan pemilihan bahan yang digunakan, yaitu *steel* AISI 1020 dengan pertimbangan kemudahan perolehan bahan dan dari segi ekonomis.



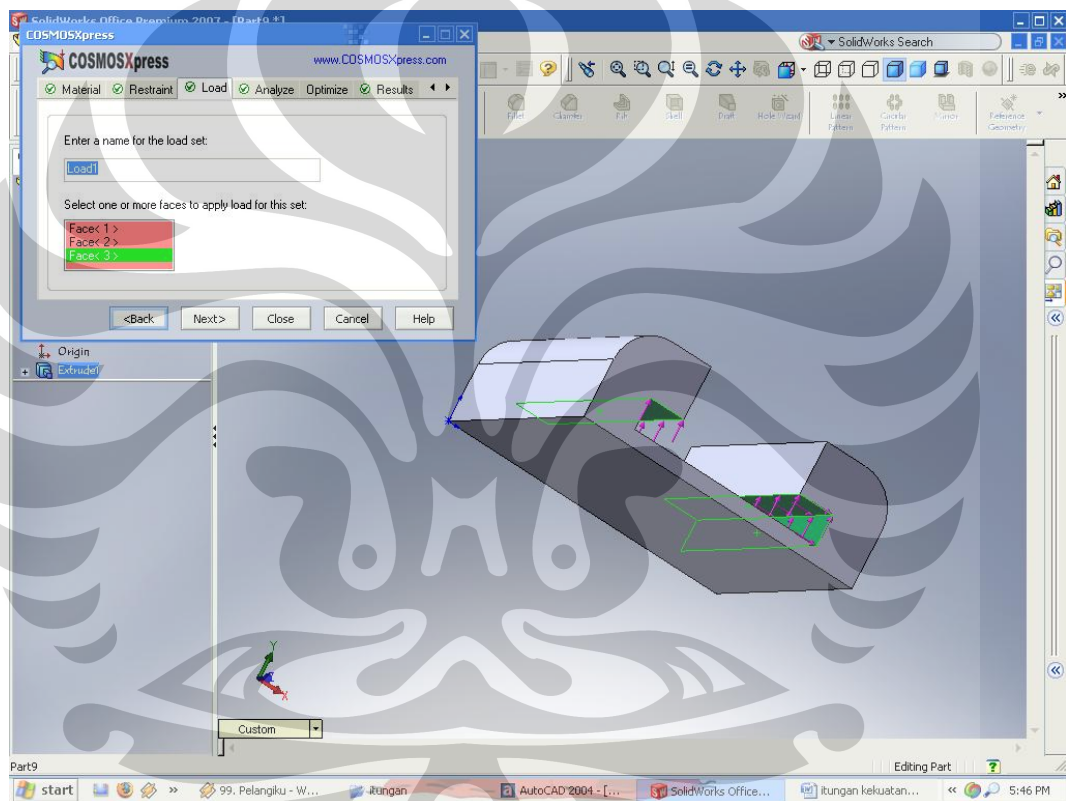
Gambar 4.4 Tampilan pada saat pemilihan bahan

Kemudian setelah menekan 'Next' dapat menentukan sisi yang akan menjadi tumpuan. Dalam hal ini bagian bawah rel yang akan disambungkan ke deck kendaraan di kapal ferry seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 4.5 Tampilan pada saat penentuan sisi tumpuan

Berikutnya adalah menentukan sisi yang menjadi daerah kritis setelah menekan 'Next'. Yang menjadi daerah kritis pada desain terletak pada daerah yang memiliki arah gaya sebagaimana terlihat pada gambar berikut.



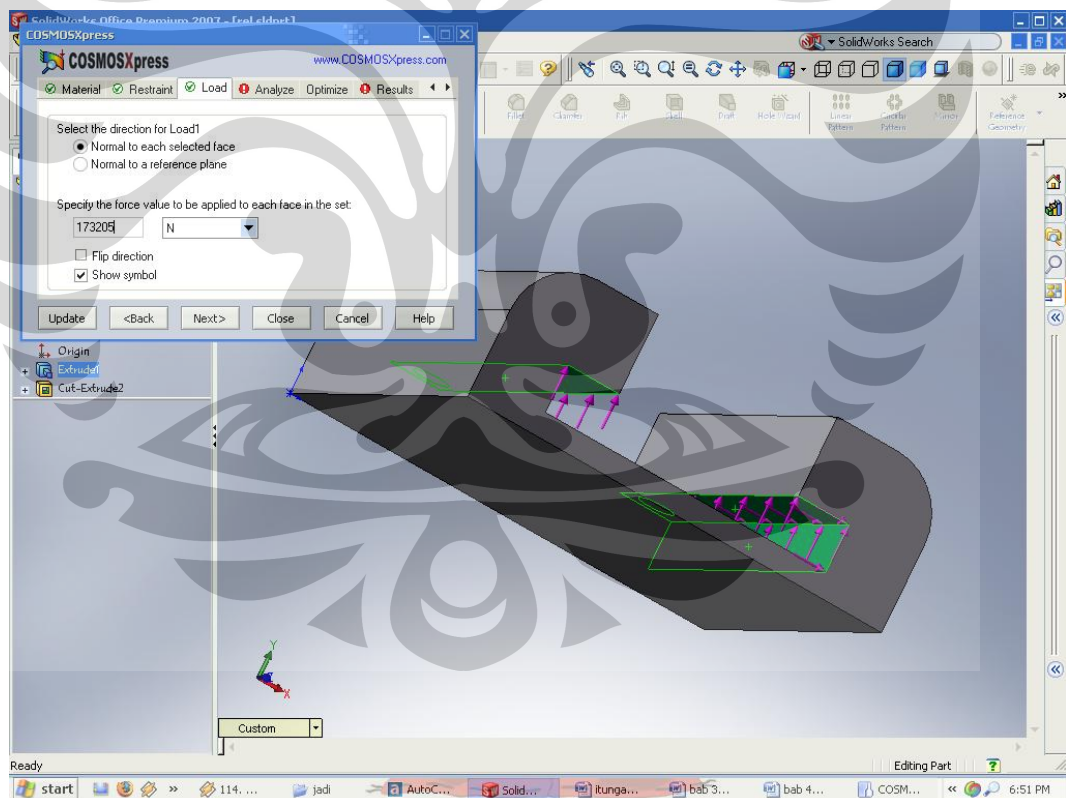
Gambar 4.6 Daerah kritis desain (yang memiliki garis gaya)

Setelah itu, masukkan nilai gaya yang akan dikenai pada daerah kritis tersebut. Dalam hal ini, nilai gayanya adalah 200 kN atau 200.000 N. Karena sudut lashing diperkirakan 30° maka total gaya yang diterima adalah:

$$F_x = F \cos\theta$$

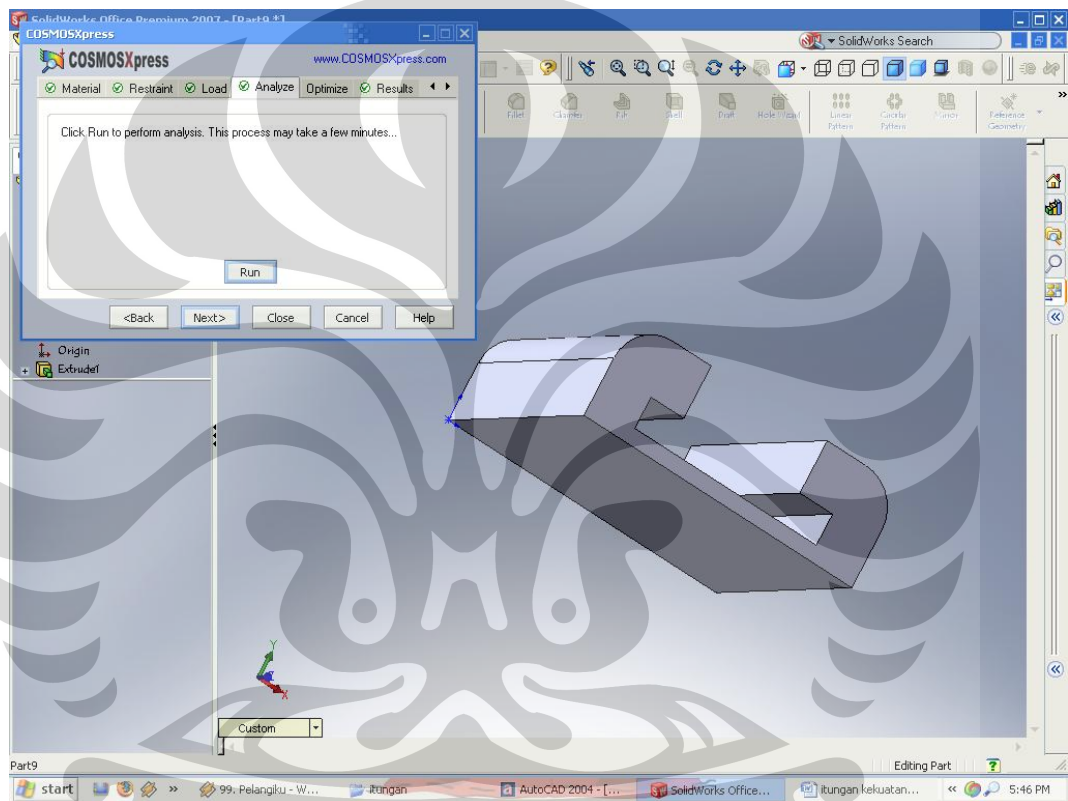
$$F_x = 200000 \times \cos 30^\circ$$

$$F_x = 173205 \text{ N}$$

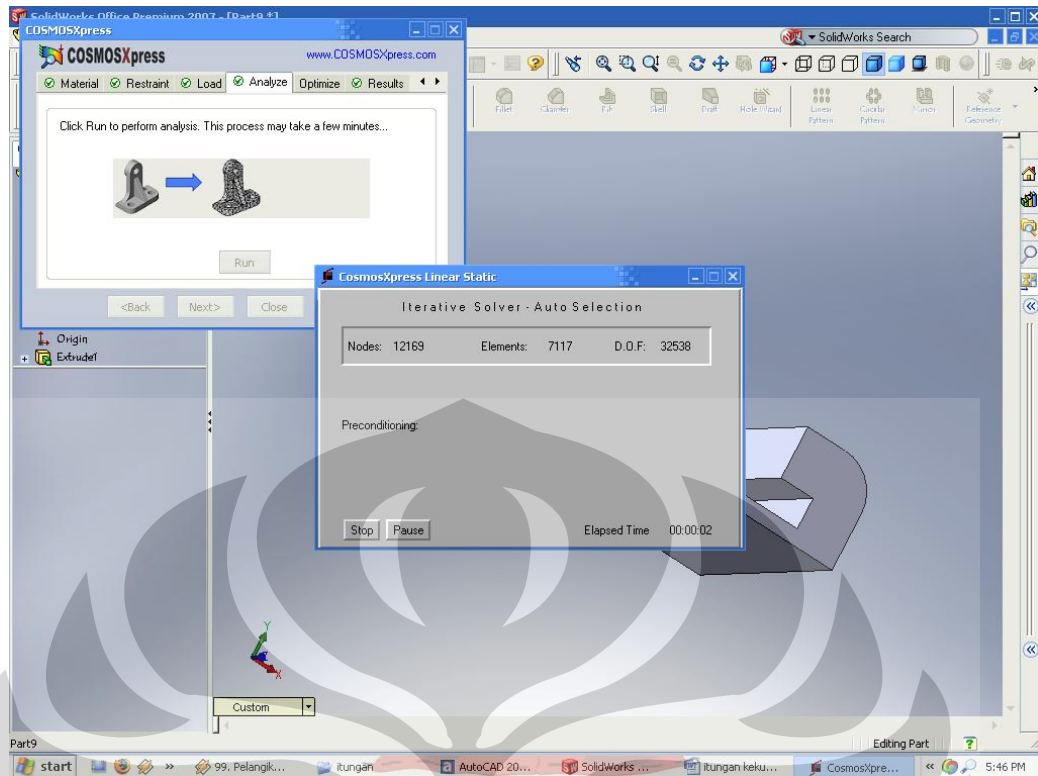


Gambar 4.7 Nilai gaya yang dikenakan pada daerah kritis (sesuai desain)

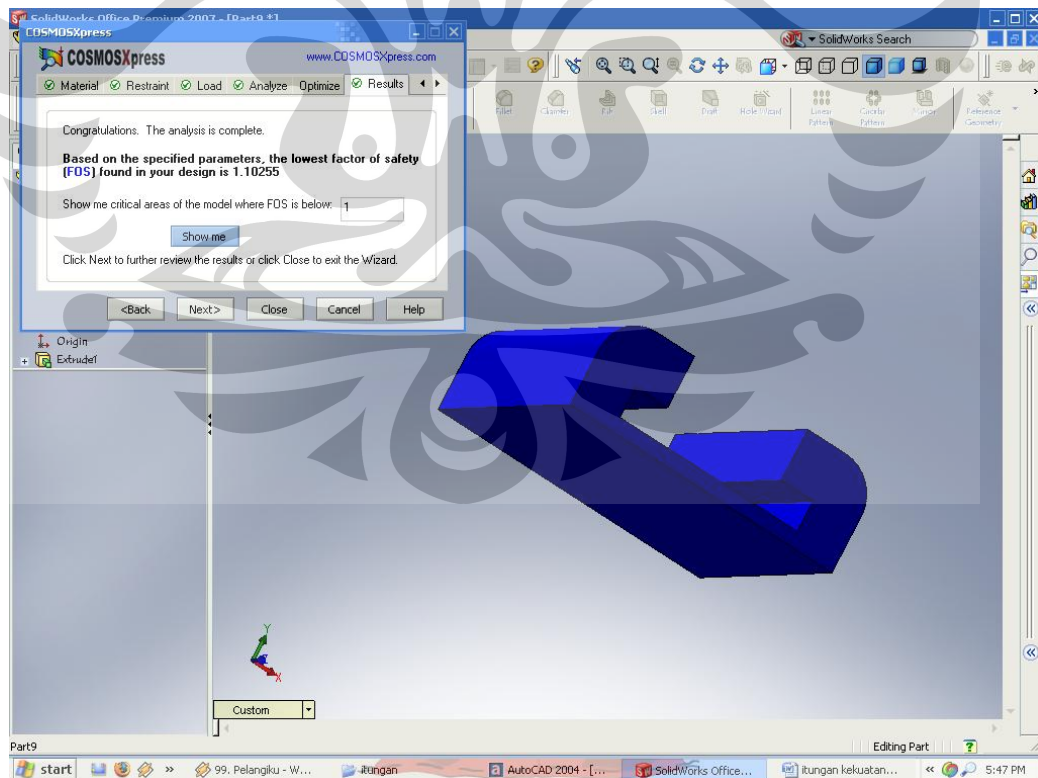
Kemudian Solid work akan memproses perhitungan setelah menekan 'Run'.



Gambar 4.8 Tampilan ketika akan melakukan perhitungan kekuatan

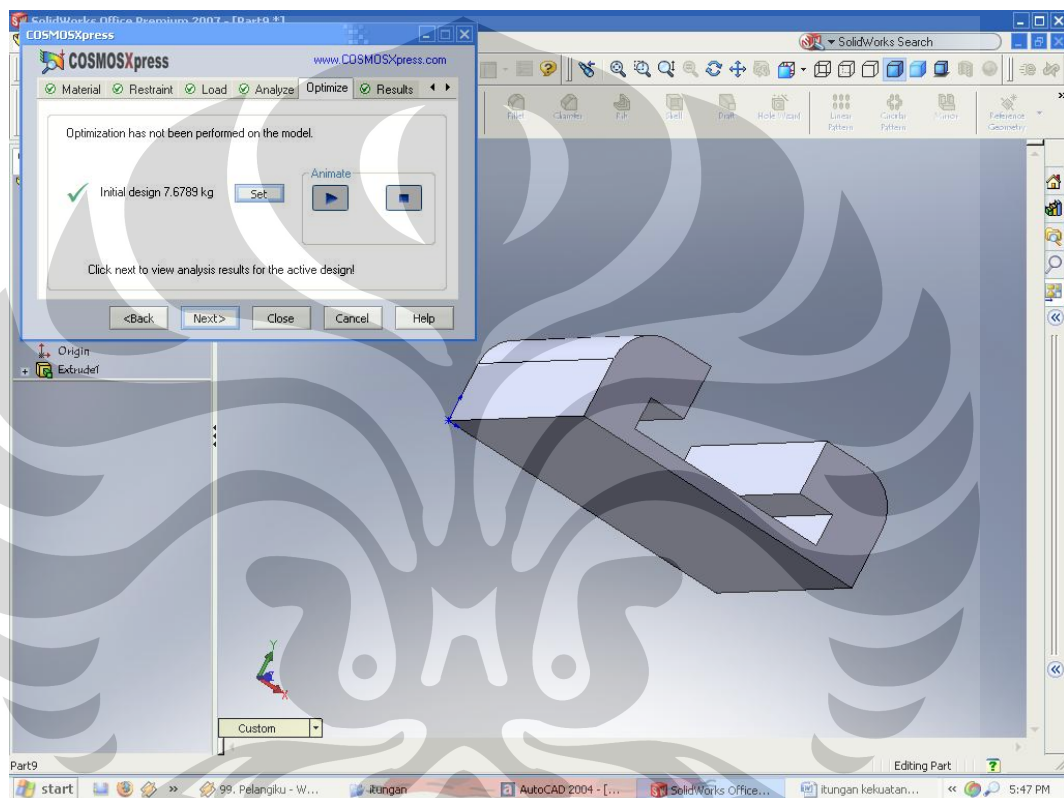


Gambar 4.9 Proses perhitungan yang dilakukan solid work



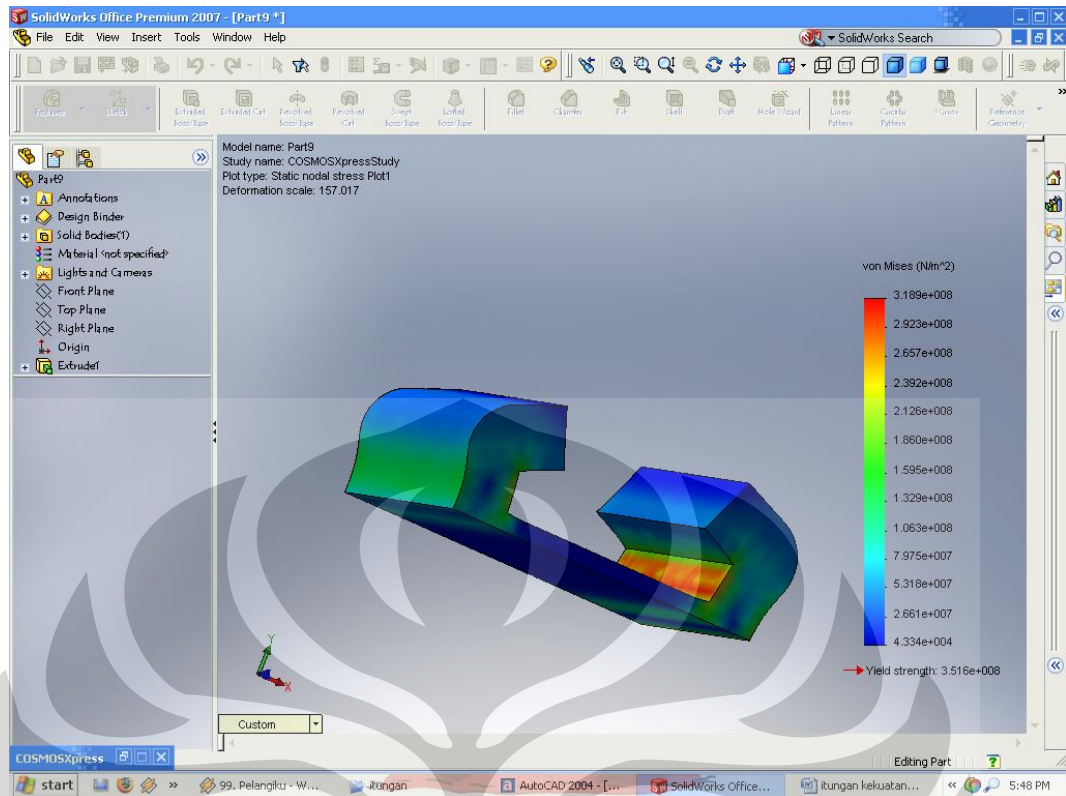
Gambar 4.10 Hasil perhitungan

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa berdasar hasil perhitungan, rel mampu menahan gaya hingga 1,10255 kali lipat dari gaya yang akan ditimpakan, yaitu 173,205 kN. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rel lashing hasil desain aman digunakan.



Gambar 4.11 Berat rel lashing untuk panjang 170 mm

Kemudian untuk berat dari rel tersebut dengan dimensi panjang 170 mm dapat dihitung juga. Dan didapat beratnya adalah 7,6789 kg atau 7,68 kg.

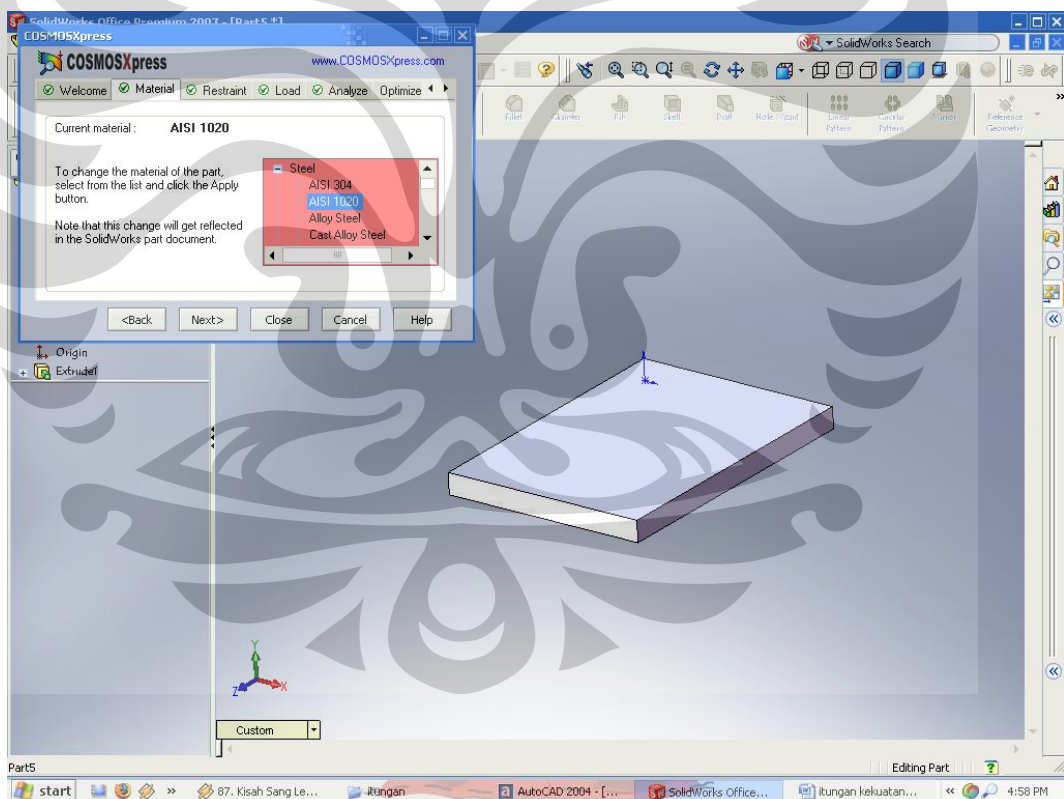


Gambar 4.12 Distribusi gaya yang akan terjadi

4.1.3. Dudukan *Securing Fitting*

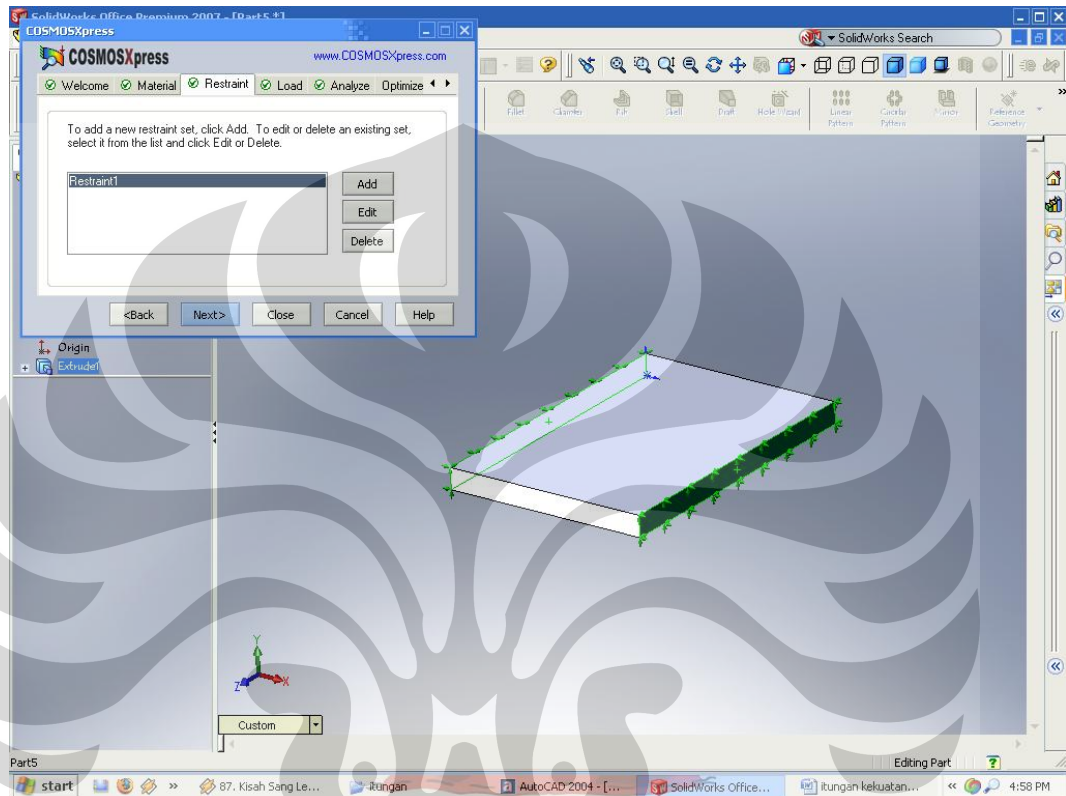
Dudukan *securing fitting* juga akan mendapatkan gaya sebesar 200 kN yang berasal dari kendaraan. Namun untuk bagian ini, beban terbagi merata.

Perhitungan kekuatan untuk dudukan *securing fitting* menggunakan software Solid Work 2007 dengan menggunakan pilihan menu COSMOSexpress pada Tools. Setelah gambar dibuat, dilakukan pemilihan bahan yang digunakan, yaitu *steel* AISI 1020, sama seperti material rel dengan pertimbangan kemudahan perolehan bahan dan dari segi ekonomis.



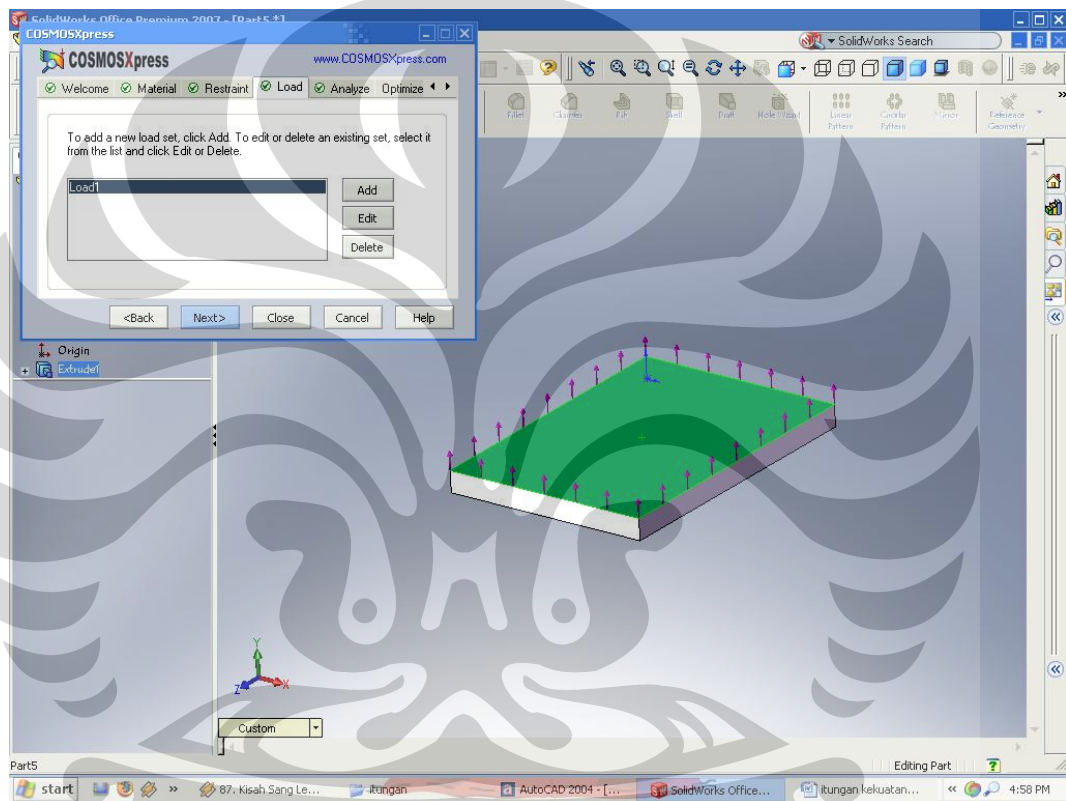
Gambar 4.13 Tampilan pada saat pemilihan bahan

Kemudian setelah menekan 'Next' dapat menentukan sisi yang akan menjadi tumpuan. Dalam hal ini bagian sisi kanan-kiri dudukan *securing fitting* yang akan bersisian langsung dengan rel.



Gambar 4.14 Tampilan pada saat penentuan sisi tumpuan

Berikutnya adalah menentukan sisi yang menjadi daerah kritis setelah menekan 'Next'. Yang menjadi daerah kritis pada desain terletak pada daerah yang memiliki arah gaya yang merupakan sisi atas dudukan *securing fitting* (yaitu sisi dimana *securing fitting* dipasang).



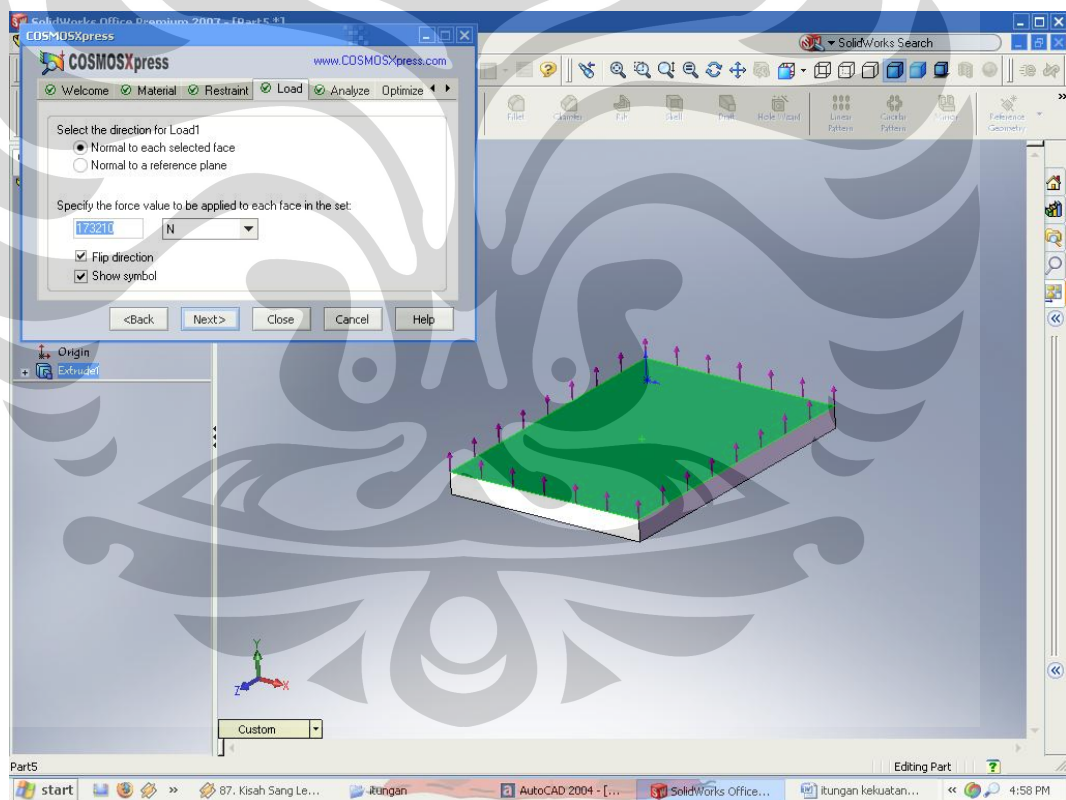
Gambar 4.15 Daerah kritis desain (yang memiliki garis gaya)

Setelah itu, masukkan nilai gaya yang akan dikenai pada daerah kritis tersebut. Dalam hal ini, nilai gayanya adalah 200 kN atau 200.000 N. Karena sudut lashing diperkirakan 30° maka total gaya yang diterima adalah:

$$F_x = F \cos\theta$$

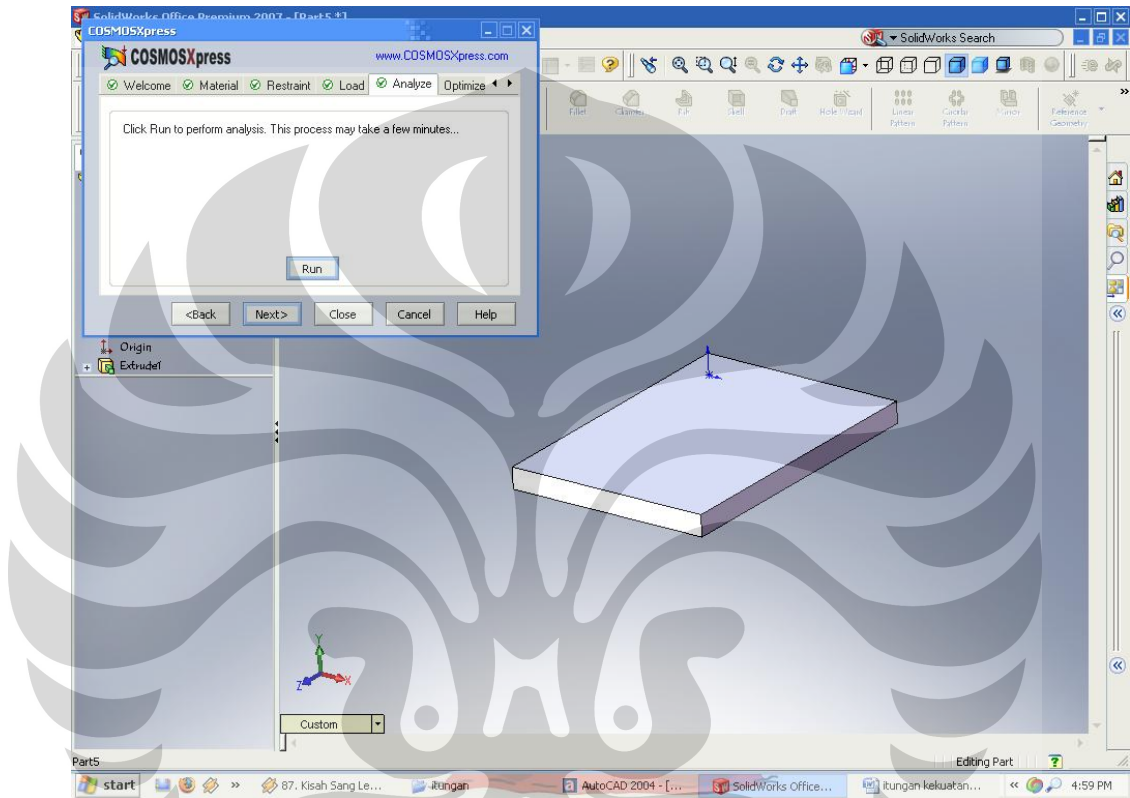
$$F_x = 200000 \times \cos 30^\circ$$

$$F_x = 173205 \text{ N}$$

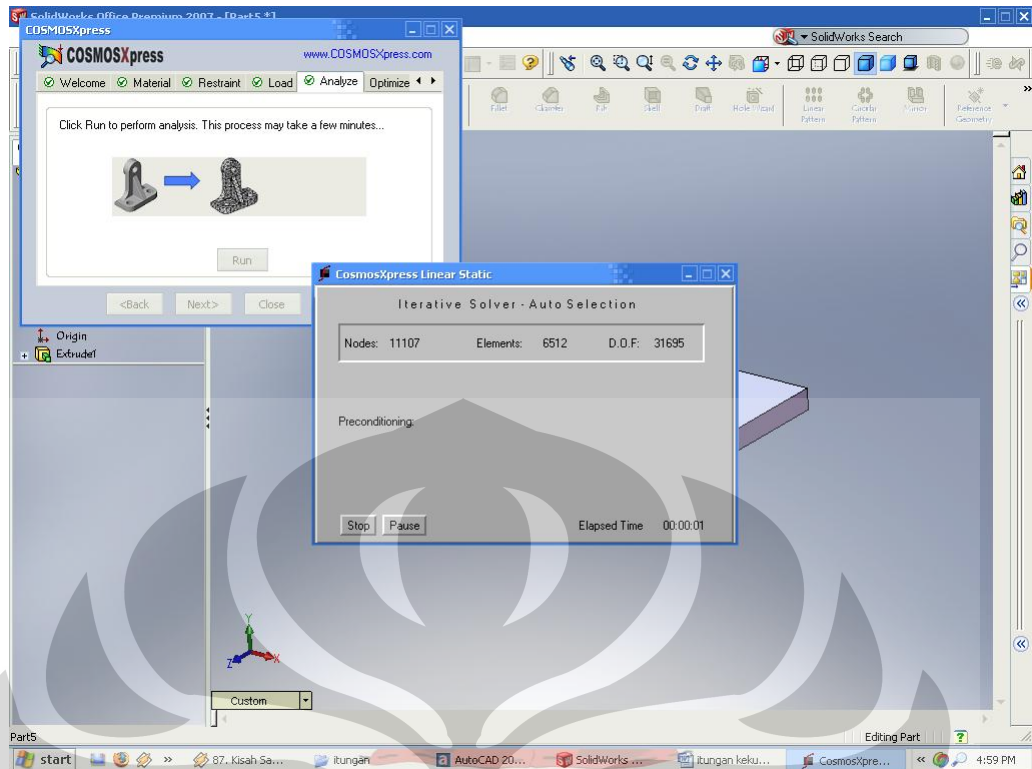


Gambar 4.16 Nilai gaya yang dikenakan pada daerah kritis (sesuai desain)

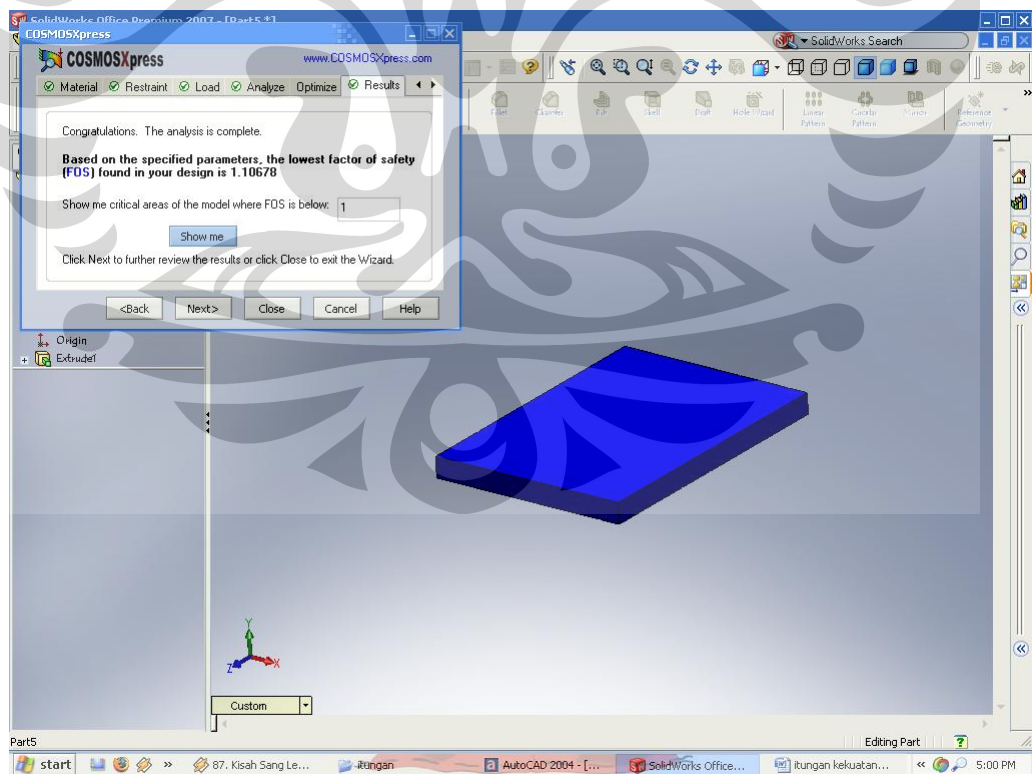
Kemudian Solid work akan memproses perhitungan setelah menekan tombol 'Run'.



Gambar 4.17 Tampilan ketika akan melakukan perhitungan kekuatan

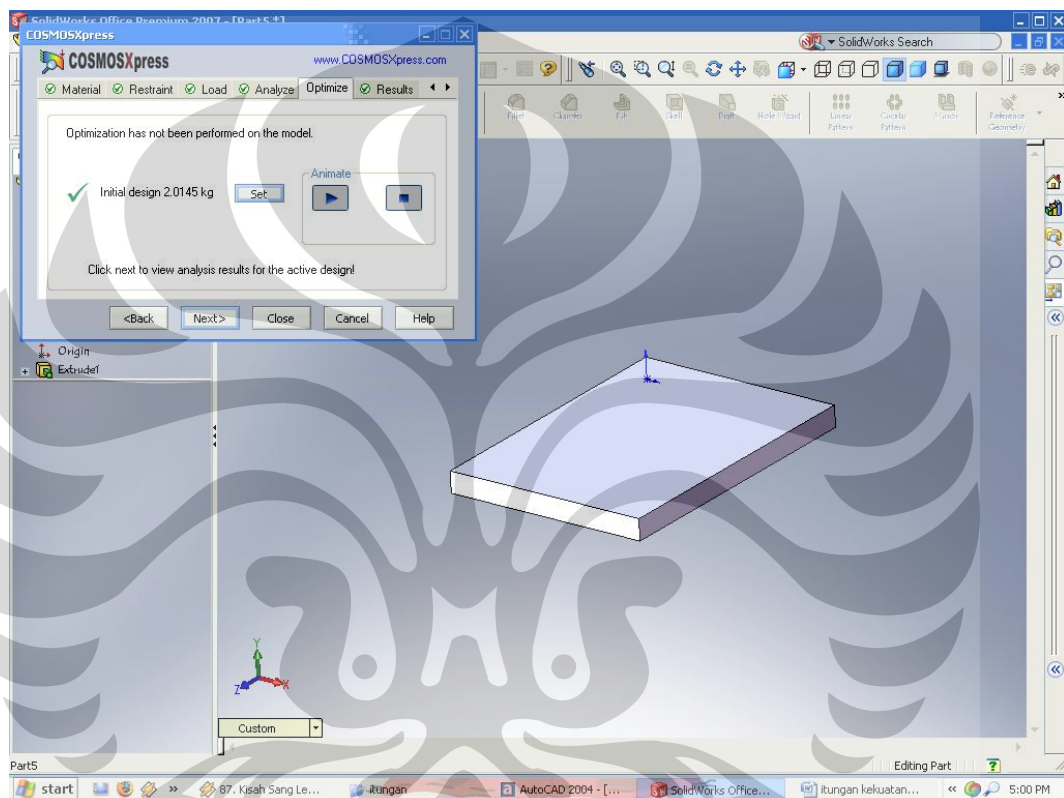


Gambar 4.18 Proses perhitungan yang dilakukan solid work

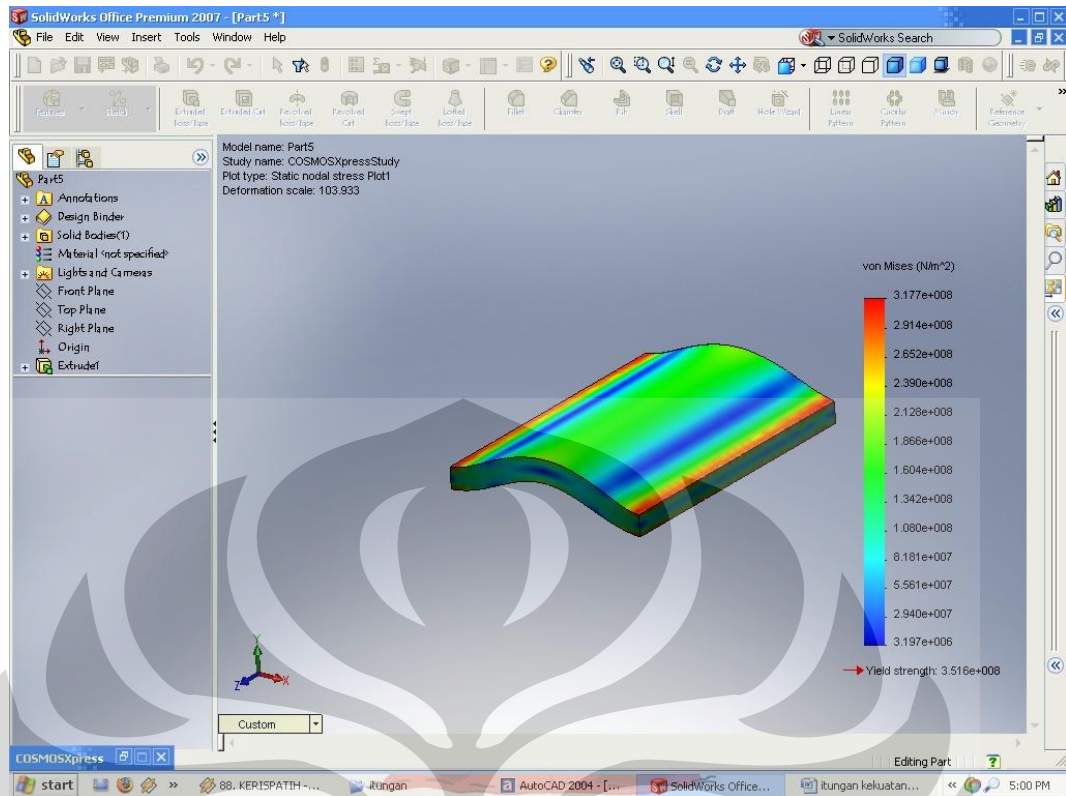


Gambar 4.19 Hasil perhitungan

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa berdasar hasil perhitungan, dudukan *securing fitting* mampu menahan gaya hingga 1,10678 kali lipat dari gaya yang akan ditimpakan, yaitu 107,305 kN. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dudukan *securing fitting* hasil desain aman digunakan.



Gambar 4.20 Berat dudukan *securing fitting* adalah 2,0145 kg atau 2,01 kg



Gambar 4.21 Distribusi gaya yang akan terjadi

4.1.4. Lashing

Berikut ini adalah contoh perhitungan lashing untuk kapal ferry Jatra-3 dengan rute pelayaran Merak – Bakauheni dengan contoh muatan kendaraan adalah truk karena truk dianggap sebagai muatan kendaraan terberat.

1. Ukuran utama kapal:

Nama	: Jatra 3
Call Sign	: YGJV
Tahun pembuatan	: 1985/Jepang
Klas	: BKI Code Klas; A. 100(1) P."Ferry"
Type	: Penumpang Ro-Ro
Ukuran GT/NT	: 3123/937
Panjang kapal (LOA)	: 89,95 m
Panjang kapal (LWL)	: 84,3 m
Lebar kapal (B)	: 16,6 m
Tinggi kapal (H)	: 5,5 m
Draft kapal (T)	: 4 m
Mesin	: Daihatsu, 4 x 1800 HP
Kecepatan (V)	: 18,5 knots
(update data: 22 Juni 2009)	

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 tanker and bulk carriers.

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

Maka,

$$GM = 0,07 \times 16,6$$

$$GM = 1,162$$

Untuk perhitungan disini, nilai GM yang dipakai sebesar 1,162 berdasarkan hitungan di atas.

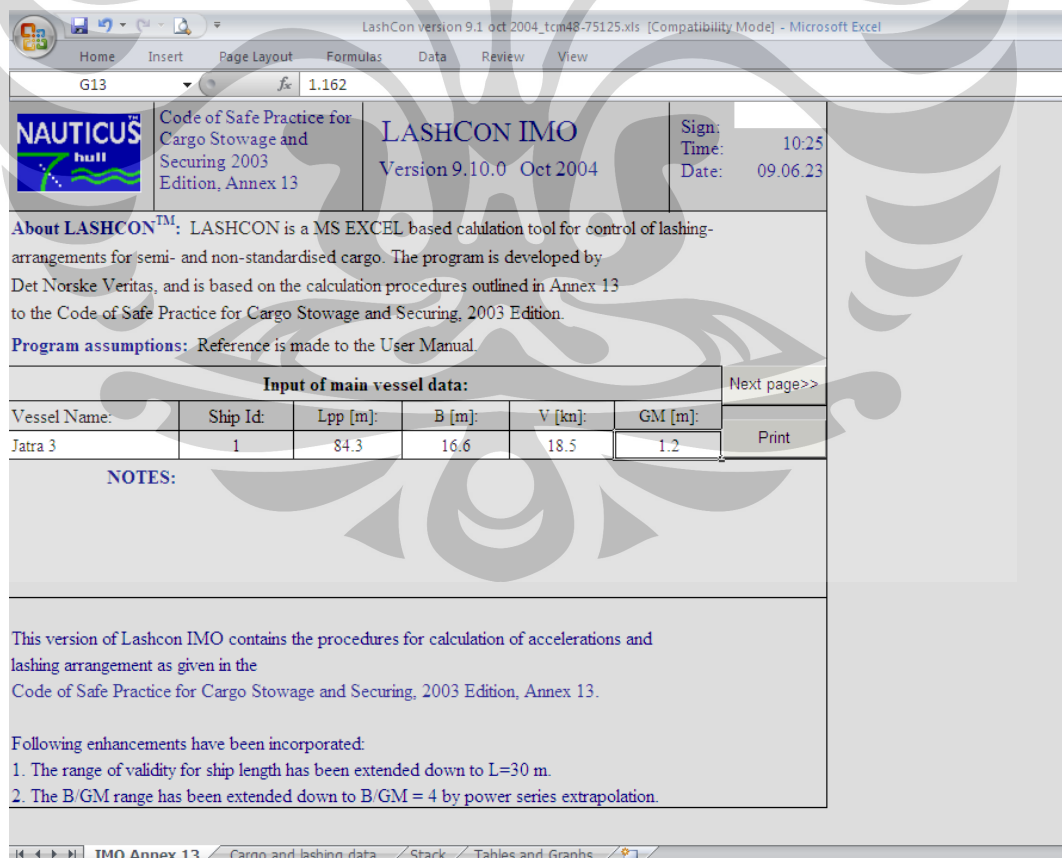
2. Nilai input kargo berupa kendaraan:

Jenis kargo	: truk
Massa	: 40 ton
Koefisien gesek (μ)	: 4 (untuk steel-rubber)
<i>Wind exposed area</i>	: 0 (asumsi truk di deck kendaraan)
<i>Sea exposed area</i>	: 0 (asumsi truk di deck kendaraan)
<i>Lever arm of tipping</i>	: 1,5 m
<i>Lever arm of stableness</i>	: 1,5 m

Perhitungan menggunakan software Lashcon ver 9.10.0 Oct 2004

Dengan memasukkan data ukuran utama kapal pada Lashcon v 9.10 yang dikeluarkan oleh IMO, akan diperoleh hasil akselerasi lashing.

Pemasukkan data awal dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.22 Masukan data awal pada Lashcon v 9.1

Setelah itu klik *Next Pages* pada Lashcon untuk memasukkan input yang kedua, yaitu input cargo dan input lashing.

Untuk input Maximum Securing Load sebesar 200 kN. Karena lashing yang akan dipasang hanya dua buah untuk menahan beban seberat 40 ton sehingga ring securing fitting harus bisa menahan beban seberat 200 kN. Setelah dimasukkan data, akan terlihat hasil seperti pada gambar berikut ini.

The screenshot shows the Lashcon v9.1 software interface. The title bar indicates the file is 'LashCon version 9.1 oct 2004_tcm48-75125.xls' in Compatibility Mode. The interface is divided into several sections:

- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing 2003 Edition, Annex 13** (NAUTICUS hull logo)
- LASHCON IMO Version 9.10.0 Oct 2004**
- Sign: Time: 23:20 Date: 09.06.23**

Input of cargo unit data:

- Cargo unit specification: truk
- Mass of cargo unit: m = 40.00 ton
- Coefficient of friction: μ = 4.00 (-) ?
- Wind exposed area: Aw = 0.00, As = 0.00 (m²) ?
- Sea exposed area: As = 0.00, 0.00 (m²) ?
- Lever arm of tipping: a = 1.50 m ?
- Lever arm of stability: b = 1.50 m ?

Give cargo unit stowage position:

- Vertical: Decky, low ?
- Longitudinal: AP ?
- Calculation method: Alternative calculation ? Recommended. Advanced calculation ?

Input of lashing data:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Max securing load [kN]:	MSL	200	200							
Transverse lashing direction	PS	PS								
Longitudinal lashing direction	Fwd	Aft								
Vertical securing angle [degr]:	α	45	45							
Horizontal securing angle [degr]:	β	45	45							
Horizontal securing distance:	d [m]	0.5	0.5							

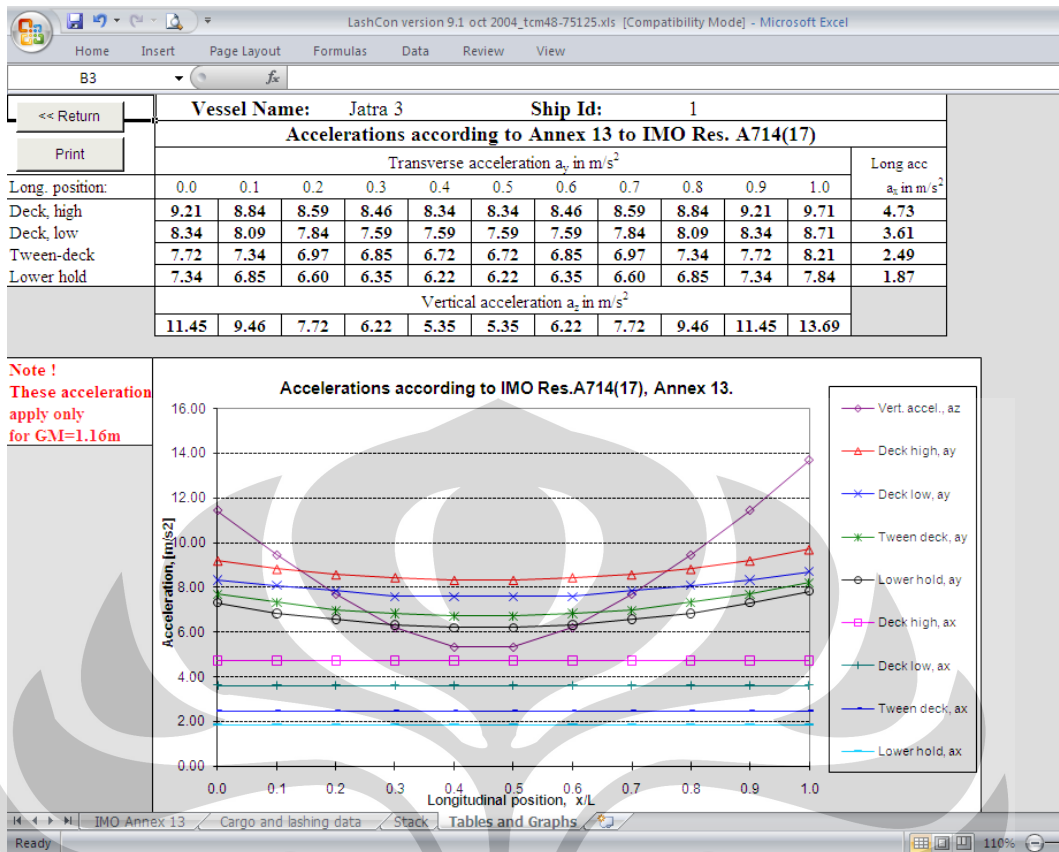
RESULTS:

Actual forces	Securing capacity [kN / kNm]	Accelerations
Transverse sliding force [kN]: 333.6	Transv. capacity: PS [kN] 2556 OK SB [kN] 1570 OK	Transverse: $a_t = 8.34$ m/s ² Vertical: $a_v = 11.45$ m/s ²
Longitudinal sliding force [kN]: 144.4	Long. capacity: Fwd [kN] 231 OK Aft [kN] 231 OK	Longitudinal: $a_l = 3.61$ m/s ²
Cargo tipping moment [kNm]: 500.3	Tipping capacity: PS [kNm] 697 OK SB [kNm] 589 OK	

Buttons at the bottom: <<< Main Data, Print, Save to stack, Clear last, Clear stack, Show stack >>>

Gambar 4.23 Input dan hasil perhitungan Lashcon v 9.1

Kemudian klik *Show stack* untuk melihat grafik yang dihasilkan seperti gambar berikut.



Gambar 4.24 Grafik berdasarkan input data

Hasil yang diperoleh dari perhitungan menggunakan Lashcon v 9.1 adalah:

RESULTS:			Show Graph >>	
Actual forces	Securing capacity [kN / kNm]	Accelerations	Override	Reset
Transverse sliding force [kN]: 333.6	Transv. capacity: PS [kN] 2556 OK SB [kN] 1570 OK	Transverse: $a_t = 8.34 \text{ m/s}^2$		
Longitudinal sliding force [kN]: 144.4	Long. capacity: Fwd [kN] 231 OK Aft [kN] 231 OK	Vertical: $a_v = 11.45 \text{ m/s}^2$		
Cargo tipping moment [kNm] 500.3	Tipping capacity: PS [kNm] 697 OK SB [kNm] 589 OK	Longitudinal: $a_l = 3.61 \text{ m/s}^2$		

Gambar 4.25 Hasil perhitungan pada Lashcon v 9.1

Akselerasi yang diperoleh yaitu:

- Transverse : 8,34 m/s^2
- Vertical : 11,45 m/s^2
- Longitudinal : 3,61 m/s^2

4.2. Keunggulan dan Kekurangan *Car-Lashing* Hasil Desain

4.2.1. Keunggulan *Car-Lashing* Hasil Desain

Car lashing hasil desain memiliki keunggulan sebagai berikut:

- Lashing dipasang pada sasis kendaraan sehingga waktu lebih cepat karena pemasangan lashing yang lebih sedikit dan lebih ringkas
- *Ring securing fitting* yang dipasang di lantai bisa bergerak sehingga bisa digunakan untuk segala jenis kendaraan karena jarak antar antar *ring securing fitting* bisa diatur
- Webbing yang digunakan untuk mengikat kendaraan tetap menggunakan webbing yang lama dengan breaking strength 40 kN
- *Securing fitting* yang digunakan memiliki *breaking strength* sama besar, sehingga bisa digunakan untuk semua jenis kendaraan (perhitungan dilakukan untuk truk yang dianggap sebagai kendaraan terberat)

4.2.2. Kekurangan *Car-Lashing* Hasil Desain

- Seluruh ring yang dipasang di lantai harus memiliki *breaking strength* yang sama (merata), yaitu 200 kN sehingga kemungkinan biaya lebih tinggi.
- Rel lashing yang dipasang sepanjang lantai deck kendaraan akan membutuhkan besi dalam jumlah besar dan menambah bobot kapal

Misalnya pada perhitungan untuk kapal Jatra 3. Panjang lantai deck kendaraan adalah 70 m atau 70000 mm. Maka berat satu rel yang dipasang adalah:

$$\frac{70000}{170} \times 7,68 = 3.162 \text{ kg} = 3,16 \text{ ton}$$

Sementara jumlah rel yang akan dipasang ada lima buah. Dengan asumsi jarak antar rel adalah 4 ditambah di kedua sisi paling pinggir. Sehingga total tambahan berat dari rel adalah 15,81ton.

- Untuk pengadaannya diperlukan biaya yang tidak sedikit (dari berat material) meskipun besi tergolong material yang paling murah.

4.3. Perbandingan dengan *Car-Lashing* yang Ada

Tabel 4.1 Perbandingan *car-lashing* desain dengan yang sudah dipakai

No.	Parameter	<i>Car Lashing</i> pada ferry saat ini	<i>Car Lashing</i> hasil desain untuk ferry
1.	jumlah webing yang digunakan	minimal empat buah	dua buah
2.	waktu pemasangan	lebih lama	lebih singkat
3.	kekuatan ring yang digunakan	tergantung muatan	harus sama semua
4.	tambahan berat pada kapal	lebih kecil	besar (hingga 15,81 ton)
5.	biaya pengadaan	lebih murah	agak mahal
6.	material yang digunakan	sedikit	banyak (boros)

Pada dasarnya, yang menjadi kendala utama pemasangan lashing di kapal feery adalah efisiensi waktu dan efektivitas kerja. Tujuan dari inovasi desain ini adalah untuk mengatasi masalah tersebut. Berdasarkan tabel perbandingan di atas, *car lashing* hasil desain sudah memenuhi kebutuhan akan kedua hal itu.

BAB 5 KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari pembahasan yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan:

1. Penyebab pemuatan tidak merata ada dua, yaitu:
 - Penempatan muatan (yang dimaksud adalah kendaraan) yang tidak sesuai dengan bobot kendaraan tersebut
 - Terjadinya pergeseran muatan pada saat kapal beroperasi
2. Pemasangan lashing kendaraan pada kapal ferry sangat diperlukan karena berkaitan dengan keamanan (*safety*) pada saat kapal beroperasi
3. Lashing yang kurang praktis dan membutuhkan waktu yang lama untuk pemasangan menjadi kendala utama ketidaktaatan awak kapal terhadap pemasangan lashing
4. Gaya yang akan membebani lashing untuk truk seberat 40 ton adalah sebesar $\pm 35,3$ kN
5. Untuk truk seberat 40 ton pada kapal dengan kemiringan 6° diperlukan lashing sebanyak 2 buah dengan *breaking strength* 200 kN
6. Desain *car lashing* yang ada memiliki kemampuan menahan beban hingga lebih dari dua kali lipat yang dibutuhkan
7. Setiap desain memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing, tergantung hal apa yang ingin dipenuhi dan menjadi prioritas

5.2. Saran

1. Sebelum dipekerjakan, sebaiknya awak kapal diberi pencerdasan dahulu mengenai segala perlengkapan yang ada di kapal dan konsekuensi apabila peraturan tidak ditaati
2. Inspeksi perlu dilakukan oleh pihak berwenang agar kepatuhan pemilik jasa penyebrangan tetap terjaga
3. Penggunaan lashing hasil inovasi adalah untuk tujuan efisiensi dan efektivitas waktu dan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

D J Reyes, Ship Construction fifth edition, Elsevier, Oxford, 2003.

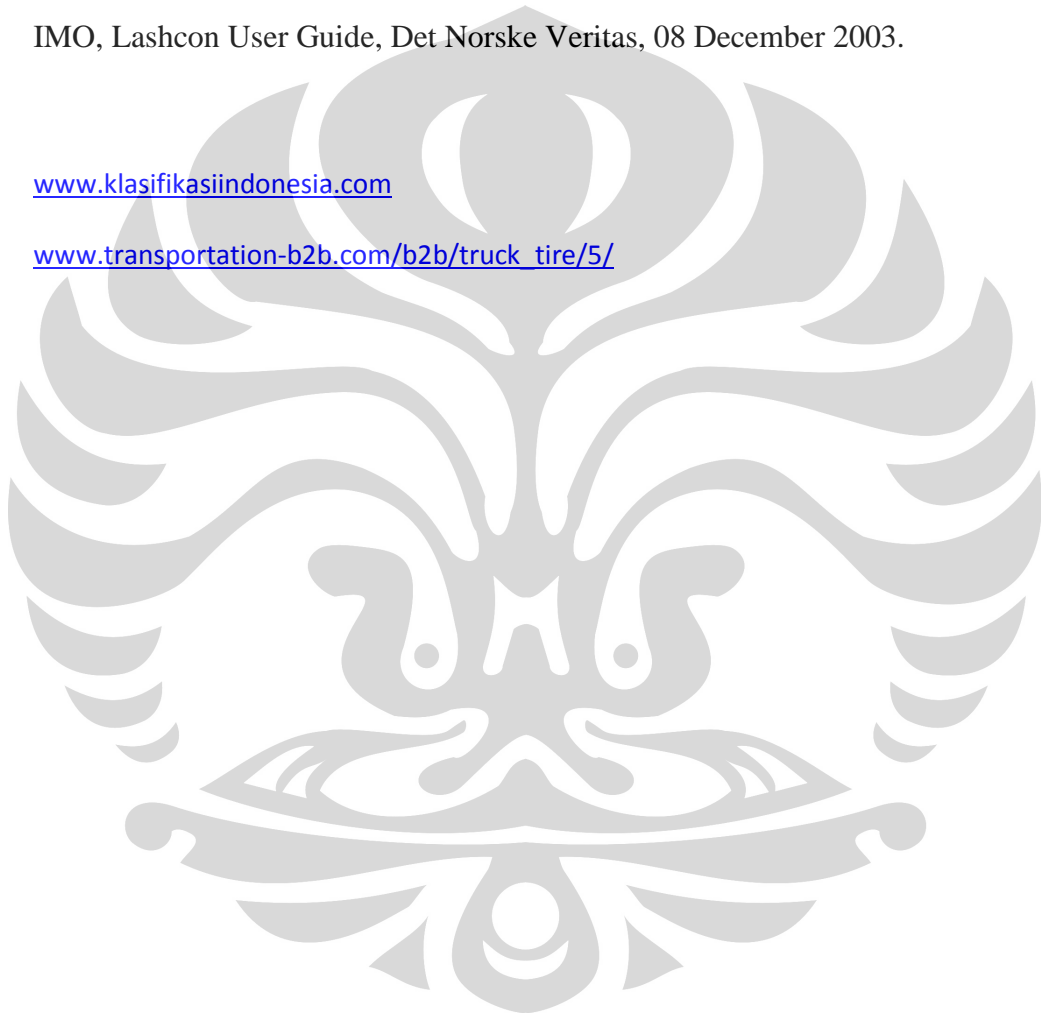
Dage, J L. Stability and Trim for the Ship's Officer, Van Nostrand company,
1956.

IMO, Guidelines for the Preparation of the Cargo Securing Manual.

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

www.klasifikasiindonesia.com

www.transportation-b2b.com/b2b/truck_tire/5/





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.

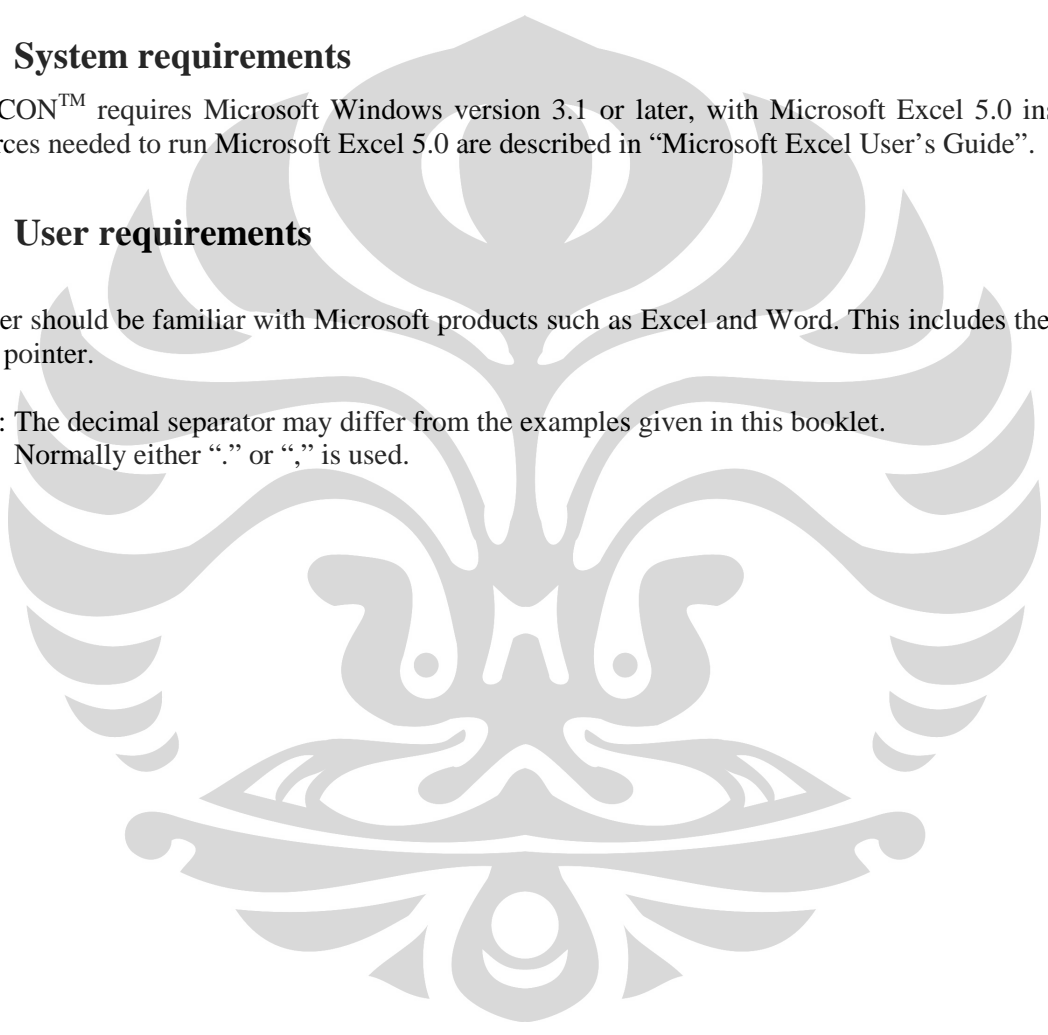
1.2 System requirements

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”.

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

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

		Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing 2003 Edition, Annex 13	LASHCON IMO Version 9.0 December 2003			Sign: <input type="text"/> Time: 16:48 Date: 04.02.19
<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, 2003 Edition.</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	123456	73,5	14,0	10,0	1,8	
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"> The range of validity for ship length has been extended down to L=30 m. The B/GM range has been extended down to B/GM = 4 by power series extrapolation. 						

- 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 2.2 Input Data for details.

3. 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: 16:48 Date: 04.02.19
Input of cargo unit data		Give cargo unit stowage position	
Cargo unit specification:			
Mass of cargo unit:	m	ton	Vertical: Deck, high ?
Coefficient of friction:	μ	(-) ?	Longitudinal: AP
Wind exposed area:	Aw	m ² ?	Calculation method:
Sea exposed area:	As	m ² ?	<input checked="" type="radio"/> Alternative calculation ? Recommended.
Lever arm of tipping:	a	m ?	<input type="radio"/> Advanced calculation ?
Lever arm of stability:	b	m ?	
Input of lashing data			
Max securing load [kN]:	MSL		
Transverse lashing direction			
Longitudinal lashing direction			
Vertical securing angle [degr]:	α		
Vertical securing angle [degr]:	β		
Horizont. securing point distance:	d [m]		
RESULTS:			
Actual forces	Securing capacity [kN/kNm]		Accelerations Show Graph >>
Transverse sliding force [kN]: 0,0	Transv. capacity:	PS [kN] 0 OK	Transverse: a _t = 10,71 m/s ²
	SB [kN] 0 OK		Vertical: a _v = 9,28 m/s ²
Longitudinal sliding force [kN]: 0,0	Long. capacity:	Fwd [kN] 0 OK	Longitudinal: a _l = 3,83 m/s ²
	Aft [kN] 0 OK		
Cargo tipping moment [kNm] 0,0	Tipping capacity:	PS [kN] 0 OK	
	SB [kN] 0 OK		
<input type="button" value="Main Data"/> <input type="button" value="Print"/> <input type="button" value="Save to stack"/> <input type="button" value="Clear last"/> <input type="button" value="Clear stack"/> <input type="button" value="Show stack >>"/>			
Main Vessel Data:			
Vessel Name:	Ship Id:	Lpp [m]:	B [m]:
M/S Test Vessel	123456	73,50	14,00
	V [kn]:		GM [m]:
	10,00		1,80

For help on input data, press the “?” button 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.

4. Fill in the in the “*Input of cargo unit data*” field.
5. Select the “*Cargo unit stowage position*” (vertical and longitudinal) by using the drop-down selection boxes in the upper right corner of the screen.
6. Select the desired method of calculation.
 - Advanced calculation, see 2.3 Calculation Methods
 - Alternative calculation, see 2.3 Calculation Methods
7. Give the applicable lashing particulars
 - MSL of lashing. [kN]
 - Lashing direction for drop down boxes.
 - Vertical securing angle [deg]
 - Horizontal securing angle [deg] (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.
- Acceleration data for the whole ship 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.

<input type="button" value="Return"/>		Vessel Name:										Ship Id:	
<input type="button" value="Print"/>		Accelerations according to Annex 13 to IMO Res. A714(17)											
Long position:		Transverse acceleration a_y in m/s^2										Long acc a_x in m/s^2	
		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
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	

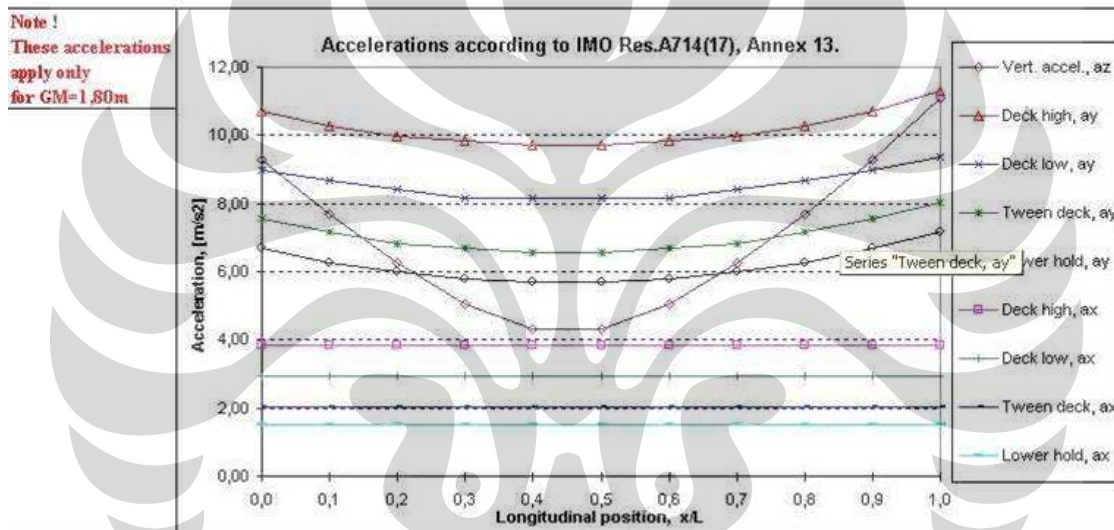


Chart and table showing the accelerations along the ship length, based on the annex 13 to the IMO CSS code.

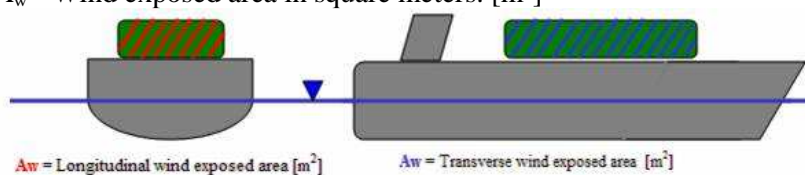
2.2 Input data

Main ship data:

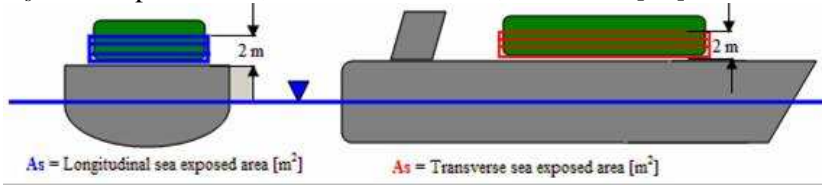
- L_{pp} - Length between perpendiculars in meters [m]
- B - Ship breadth in meters [m]
- V - Ship speed in knots [knots]
- GM - Ship GM value in meters [m]

Main cargo data:

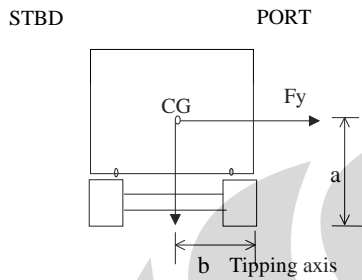
- m - Mass of cargo unit in tonnes [ton]
- μ - Coefficient of friction [-]
- A_w - Wind exposed area in square meters. [m^2]



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

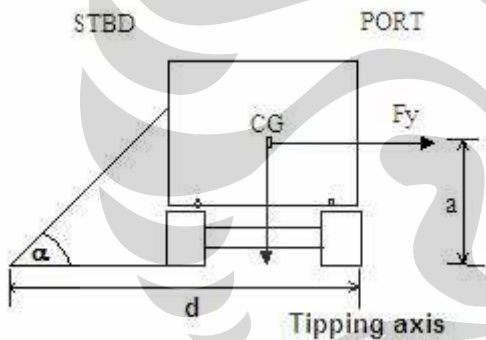


- a - Lever arm of tipping, i.e. height of cargo unit CG above deck, in meters. [m]
- b - Lever arm of stability in meters. [m]



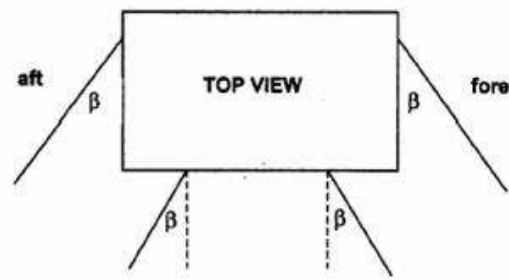
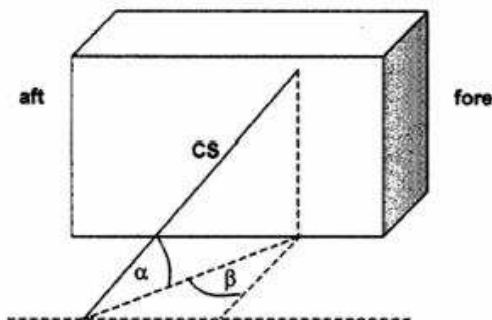
Advanced calculation, lashing parameters:

- MSL - Max securing load [kN]
- α - Vertical securing angle [degrees]
- d - Lever arm of securing force [m]



Alternative calculation, lashing parameters:

- 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)



lashings shown on one side only

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 $MSL / 1.35$.

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 recommended to keep the lashings of approximately same lengths.

2.4 Special features of Lashcon IMO

Stack function:

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.

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.