

**SKRIPSI – ME184834**

**ANALISA SISTEM BUKA TUTUP RAMP DOOR DENGAN  
MEMVARIASIKAN BENTUK PLATE SHEET PADA RAMP DOOR  
MENGUNAKAN *SANWICH PLATE* PADA KAPAL RORO 1140 GT**

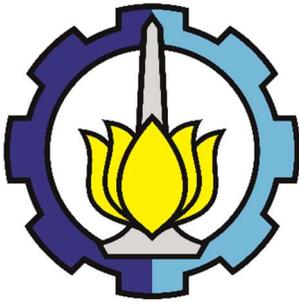
Miftah Fauzi Majid  
NRP. 0421 17 45 000 017

Dosen Pembimbing 1:  
Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.

Dosen Pembimbing 2:  
Achmad Baidowi, S.T., M.T.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**





**FINAL PROJECT – ME184834**

**ANALYSIS OF OPEN AND CLOSE RAMP DOOR SYSTEM BY  
VARIOUSING SHATE PLATE SHEETS ON DOOR RAMP USING  
SANWICH PLATE IN RORO SHIP 1140 GT**

Miftah Fauzi Majid  
NRP. 0421 17 45 000 017

Supervisor 1:  
Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.

Supervisor 2:  
Achmad Baidowi, S.T., M.T.

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA SISTEM BUKA TUTUP RAMP DOOR DENGAN  
MEMVARIASIKAN BENTUK PLATE SHEET PADA RAMP DOOR  
MENGUNAKAN *SANWICH PLATE* PADA KAPAL RORO 1140 GT**

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi *Marine Manufacture Design* (MMD)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Miftah Fauzi Majid**  
NRP. 0421 17 45 000 017

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

**Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.**  
NIP. 1961 0324 1988 03 1001

(  )

**Achmad Baidowi, S.T., M.T.**  
NIP. -



SURABAYA  
Juli 2019



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

---

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA SISTEM BUKA TUTUP RAMP DOOR DENGAN MEMVARIASIKAN BENTUK PLATE SHEET PADA RAMP DOOR MENGUNAKAN *SANWICH PLATE* PADA KAPAL RORO 1140 GT

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi *Marine Manufacture Design* (MMD)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Miftah Fauzi Majid**  
NRP. 0421 17 45 000 017

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :

  
**Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.**  
NIP. 1977 0802 2008 01 1007



SURABAYA

Juli 2019

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **Analisa Sistem Buka Tutup Ramp Door dengan Memvariasikan Bentuk Plate Sheet pada Ramp Door Menggunakan *Sandwich Plate* pada Kapal Roro 1140 GT**

**Nama Mahasiswa : Miftah Fauzi Majid**  
**NRP : 04211745000017**  
**Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS**  
**Dosen Pembimbing 1 : Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.**  
**Dosen Pembimbing 2 : Achmad Baidowi, S.T., M.T.**

## **ABSTRAK**

Konstruksi sangat berpengaruh pada komponen kapal, salah satu akibat dari adanya konstruksi adalah berat komponen itu sendiri. Pada ramp door dengan menggunakan Sandwich Plate System (SPS) dapat mengurangi konstruksi memanjang maupun melintang pada konstruksi ramp door konvensional, karena beban yang diterima oleh konstruksi memanjang maupun melintang dipindahkan pada Sandwich Plate sehingga walaupun mengurangi konstruksi tetapi masih dapat menerima beban yang sama dalam batas toleransi. Tujuan dilakukan analisa ini agar mengurangi beban ramp door sehingga dapat lebih efisien dalam pembuatan dan penggunaan dalam proses buka dan tutup ramp door hal ini bertujuan untuk mendapatkan power hidrolik yang makin kecil, sehingga beban untuk main generator tidak besar. Terbukti dalam penelitian ini ramp door tipe konvensional mempunyai berat 7,5 ton sedangkan dengan menggunakan SPS hanya 4,8 ton. Sehingga diharapkan akan lebih efisien dalam segi teknis. Hasil yang didapat dari memvariasi bentuk plate adalah perbandingan dari system 1 yang mana menggunakan winch dan system 2 yang menggunakan system engsel atau piston dengan kecepatan buka-tutup yang sama yaitu 32 detik, dari perhitungan yang telah dilakukan terdapat perbedaan

power yang dibutuhkan. Pada system 1 dengan ramp door konvensional adalah 16 kW dan pada ramp door SPS adalah 9,5 kW. Sedangkan pada system kedua power yang dibutuhkan pada ramp door konvensional adalah 12,2 kW dan pada ramp door SPS adalah sebesar 8,6 kW. System dengan menggunakan engsel/piston sedikit lebih kecil pada tenaga yang dibutuhkan.

Kata kunci: *Ramp Door, Sandwich Plate System, Winch, Engsel, Piston*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **ANALYSIS OF OPEN AND CLOSE RAMP DOOR SYSTEM BY VARIOUSING SHATE PLATE SHEETS ON DOOR RAMP USING SANWICH PLATE IN RORO SHIP 1140 GT**

**Name of Student** : Miftah Fauzi Majid  
**NRP** : 04211745000017  
**Department** : Teknik Sistem Perkapalan ITS  
**Supervisor 1** : Ir. Amiadji M.M, M.Sc.  
**Supervisor 2** : Achmad Baidowi, S.T., M.T.

## **ABSTRACT**

*The construction of a ramp door using a Sandwich Plate System (SPS) can reduce the longitudinal and transverse construction of conventional ramp door construction, because the load received is transferred to the Sandwich Plate so that although it reduces construction but can still accept the same load within the tolerance limit. The purpose of analysis is so that the process of opening and closing the ramp door is faster and requires a small hydraulic system, so that the load to play the generator is not large. Evidently in this study the conventional type of door ramp has a weight of 7.5 tons while using SPS only 4.8 tons. So that it is expected to shorten the loading and unloading process while at the port and accelerate the departure of a passenger ship. The results obtained from varying plate shapes are comparisons of system 1 which uses a winch and system 2 that uses a system of hinges or pistons with the same opening and closing speed of 32 seconds, from the calculations that have been made there are differences in the power needed. In system 1 with a conventional ramp door is 16 kW and at SPS door ramp is 9.5 kW. Whereas in the second system the power required for a conventional ramp door is 12.2 kW*

*and at the SPS door ramp is 8.6 kW. The system using a hinge / piston is slightly smaller on the power needed.*

*Keyword : Ramp Door, Sandwich Plate System, Winch, Piston*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Segala puji kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pengaruh Perancangan Tata Letak Kamar Mesin Terhadap Sistem *Self-Righting* Studi Kasus Kapal Cepat”. Skripsi ini merupakan syarat kelulusan sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyelesaian Skripsi ini, banyak dukungan yang diperoleh dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak, Ibu serta keluarga yang telah memberi dukungan tiada henti berupa semangat, moral, materi, dan hal lainnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Indra Ranu Kusuma, S.T., M.Sc. selaku Ketua Departemen selama menjalani proses kuliah di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
3. Bapak Ir Amiadji, M.M., M.Sc. Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing penulis dan memotivasi untuk selesainya Skripsi.
4. Bapak Achmad Baidowi, S.T., M.T. selaku Asisten Laboratorium Marine Manufacture and Design dan Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing penulis dan memotivasi untuk selesainya Skripsi.
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Bapak dan Ibu tenaga pendidik Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan bantuan berupa waktu dan tenaga yang sangat bermanfaat.
7. Erliana Jingga L yang telah memberi dukungan moral hingga dapat terselesaikannya Skripsi ini.
8. Teman-teman KONS KTT B63 yang telah hidup dan berbagi rumah kontrakan selama kuliah.
9. Teman-teman LJ Ganjil 2017 yang bersama sejak awal kuliah.

Semoga Skripsi ini dapat berguna dan dapat memberi ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# DAFTAR ISI

## LEMBAR PENGESAHAN

.....**Error! Bookmark not**

**defined.**

ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Jenis Kapal .....	7
2.1.1 Kapal Pengangkut Manusia .....	7
2.1.2 Kapal Ro-Ro .....	7
2.1.3 Dermaga .....	7
2.2 Konstruksi Ramp Door .....	8
2.2.1 Ramp Door .....	8
2.3 Material Sandwich Plate .....	9
2.4 Aplikasi Sandwich Panel pada Kapal .....	10
2.5 Penentuan Tebal Sandwich Plate .....	11
2.6 Standarisasi .....	13
2.7 Sistem Hidrolis .....	17
2.8 Renggangan .....	19
2.9 Sifat-Sifat Material .....	19
2.9.1 Ketangguhan .....	20
2.9.2 Pemanjangan .....	20
2.9.3 Kepadatan .....	20
2.9.4 Kelentingan .....	20
2.9.5 Keliatan .....	20
2.10 Solidwork .....	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	23
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah .....	23
3.2 Studi Literatur .....	23
3.3 Pengumpulan Data .....	23
3.4 Analisa Data .....	24
3.5 Permodelan .....	24
3.6 Simulasi dan Perhitungan .....	24
3.7 Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	24
3.8 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir .....	24
3.9 Rencana Jadwal Kegiatan .....	26

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	27
4.1 Principle Dimension .....	27
4.2 Parameter Design Konstruksi Ramp Door .....	27
4.2.1 Data Utama Ramp Door yang Sudah Terpasang .....	27
4.2.2 Menghitung Ketebaan Minimum SPS .....	28
4.3 Data Pembebanan .....	30
4.4 Data Berat dari Masing-Masing Desain Rampdoor .....	33
4.5 Perbandingan Waktu Closing Rampdoor .....	34
4.6 Perhitungan Pemilihan Elektrik Winch Untuk Type-Type Rampdoor .....	38
4.7 Perhitungan pada Masing-Masing Sistem .....	41
4.7.1 Sistem dengan Winch .....	41
4.7.2 Sistem dengan Piston .....	43
4.8 Gambar Sistem Buka Tutup Ramp Door .....	44
4.8.1 Sistem dengan Winch .....	44
4.8.2 Sistem dengan Piston .....	46
4.9 Spesifikasi Komponen .....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	51
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	53
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kapal Ro-Ro 1140 GT .....	1
Gambar 1.2 Kontruksi rampdoor kapal motor penumpang 1140 GT.....	2
Gambar 1.3 <i>General arrangement</i> kapal motor penumpang 1140 GT.....	3
Gambar 2.1 Konstruksi Rampdoor yang Terpasang.....	8
Gambar 2.2 <i>Sandwich Plate System Material</i> .....	9
Gambar 2.3 Grafik hubungan <i>stress – strain</i> material elastomer.....	10
Gambar 2.4 <i>Single Acting Cylinder</i> .....	18
Gambar 2.5 <i>Double Acting Cylinder</i> .....	18
Gambar 2.6 Solidwork 2013.....	21
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> metodologi penelitian.....	25
Gambar 4.1 Desain kontruksi rampdoor plat biasa.....	28
Gambar 4.2 <i>Double plate bulkhead</i> .....	30
Gambar 4.3 Tampak depan transportasi bus pariwisata.....	31
Gambar 4.4 Data uji berkala kendaraan bus Al-Hikmah.....	31
Gambar 4.5 Konstruksi Ramp door SPS.....	32
Gambar 4.6 Detail Konstruksi Rampdoor.....	32
Gambar 4.7 Gambar Diagram Bebas Rampdoor plate biasa.....	35
Gambar 4.8 Sistem Tali Yang Digunakan Pada Rampdoor plate biasa.....	35
Gambar 4.9 Katalog Spesifikasi Wire Rope.....	37
Gambar 4.10 Katalog Spesifikasi Elektromotor Merk Alliance.....	40
Gambar 4.11 Sistem dengan Winch Tampak Samping.....	44
Gambar 4.12 Sistem dengan Winch View A.....	45
Gambar 4.13 Sistem dengan Winch View B Detail.....	45
Gambar 4.14 Aktuator Putar.....	46
Gambar 4.15 Engsel .....	46
Gambar 4.16 Sistem Buka Tutup Ramp Door Menggunakan Lengan.....	46
Gambar 4.17 <i>Linear Silinder Actuator</i> .....	47
Gambar 4.18 Komponen Sistem hidrolik alternative 1.....	47
Gambar 4.19 Komponen Sistem hidrolik alternative 1.....	48
Gambar 4.20 Komponen Sistem hidrolik alternative 2.....	49
Gambar 4.21 Komponen Sistem hidrolik alternative 2.....	49

## DAFTAR TABEL

Table 2.1 Karakteristik material elastomer.....	2
Table 2.2 Nilai factor material berdasarkan jenis material baja.....	11
Table 2.3 Parameter ketebalan minimum.....	11
Table 2.4 Standarisasi Pengujian dan Kriteria SPS.....	13
Table 3.1 Rencana jadwal kegiatan tugas akhir.....	26
Table 4.1 nilai k menurut NK .....	28
Table 4.2 Kekuatan plat baja .....	29
Table 4.3 Input Property Material ASTM 36 steel Pada Software Solidwork.....	33
Table 4.4 Data hasil simulasi solidwork berat Rampdoor SPS.....	34
Table 4.5 Hasil Perhitungan Tegangan Tali.....	36
Table 4.6 Hasil Pemilihan Wire Rope Pada type-type Rampdoor.....	38
Table 4.7 Hasil Perbandingan proses closing type-type ramp door .....	42
Table 4.8 Hasil Perhitungan Sistem 2 .....	44
Table 4.9 Spesifikasi komponen system 1.....	50
Table 4.10 Spesifikasi komponen system 2.....	50

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kapal adalah media atau sarana transportasi laut yang banyak digunakan untuk mengangkut penumpang dan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Kapal dituntut untuk mampu tetap beroperasi dan bertahan dengan daya tahan yang tinggi dalam waktu yang relatif lama serta dalam lingkungan yang cepat berubah. Bentuk dan konstruksi kapal mempunyai fungsi tertentu sesuai dengan jenis muatan yang dibawa, bahan baku kapal dan operasi (pelayaran) kapal. Kapal pembawa muatan digolongkan menjadi tiga bagian yaitu: kapal kargo, kapal tangki dan kapal penumpang. Kapal penumpang adalah kapal yang khusus digunakan untuk mengangkut penumpang diantaranya adalah speed boat, kapal motor penumpang, kapal pesiar dan lain sebagainya.



Gambar 1.1 Kapal R0-ro 1140 GT  
(Sumber: dokument kamera tahun 2016)

Biasanya persoalan utama yang dihadapi dalam mendesain konstruksi kapal ialah membuat suatu konstruksi yang kokoh dan kuat dengan berat konstruksi yang seringan mungkin. Karena dengan mendesain konstruksi yang kuat namun dilihat dari segi tonnage ringan, maka kita akan mendapatkan daya muat yang besar maupun sistem pengoprasian yang ringan sehingga hal ini akan lebih menguntungkan. Pada kapal niaga akan dapat mengangkut muatan dengan lebih cepat, sedangkan pada kapal perang akan memungkinkan penambahan kecepatan kapal dan jarak jelajah kapal akan menjadi lebih besar. Dalam pembahasan ini hal yang dianalisa yakni mengenai desain ramp door dimana desain ini bertujuan untuk mendapatkan sistem konstruksi yang kuat dan ringan pada kapal motor penumpang 1140 GT



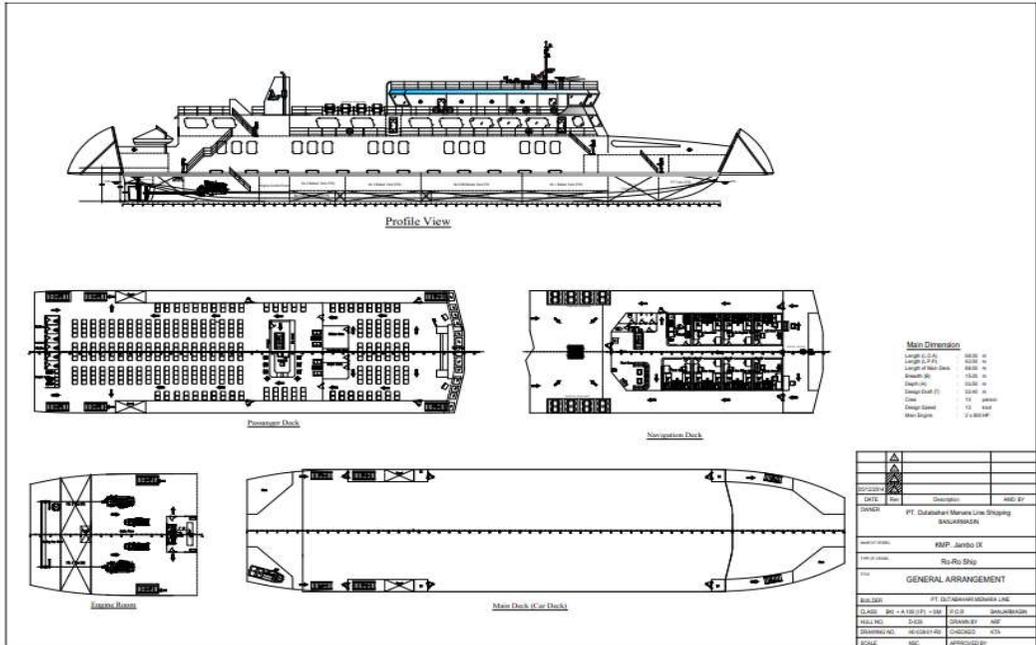
Gambar 1.2 Kontruksi rampdoor kapal motor penumpang 1140 GT  
(Sumber: dokument kamera tahun 2016)

Hal ini ditujukan agar proses buka dan tutup ramp door agar lebih cepat dan memerlukan sistem hidrolis yang kecil, sehingga beban untuk main generator tidak besar. Dimana dapat diharapkan mempersingkat waktu proses bongkar muat tersebut saat berada di pelabuhan dan mempercepat keberangkatan suatu kapal penumpang.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis memilih judul “Analisa Kekuatan *Sandwich Plate System* Dengan Memvariasikan Bentuk Plate Sheet Pada Design Ramp Door Kapal Motor Penumpang 1140 GT” dengan gambar rencana umum atau disebut *general arrangement* kapal seperti yang terlihat pada gambar 1.3.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ricky Nurgiantoro (2018) mencoba memvariasikan konstruksi ramp door dengan menggunakan *corrugated plate* dan hasil dari beberapa percobaan dengan beberapa tipe *corrugated plate* hanya satu yang hasilnya maksimal, sehingga dalam penelitian ini penulis mencoba lagi melakukan hal serupa dengan mengganti konstruksi yang digunakan dan nantinya akan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Achmad Baidowi dan Edy Utomo dimana dalam penelitian tersebut mengaplikasikan SPS pada konstruksi *inner bottom plate*. Dari dasar itulah penulis mencoba mengaplikasikan SPS pada ramp door dan diharapkan dapat menjadi pertimbangan dan referensi pembuatan ramp door untuk waktu kedepan.



Gambar 1.3 *General arrangement* kapal motor penumpang 1140 GT  
(Sumber: dokument dokyard pt.dml 2016)

<i>Length over all (Loa)</i>	: 68.0	m
<i>Length of perpendicular (Lpp)</i>	: 63.0	m
<i>Breadth (B)</i>	: 15.0	m
<i>Depth (H)</i>	: 03.5	m
<i>Draft (T)</i>	: 02.4	m
Kecepatan dinas (Vs)	: 12	knot
Main Engine	: 2 x 800	Hp
Crew	: 22	persons
Total DWT	: 1750	ton

## 1.2 Rumusan Masalah

Dengan adanya ketidak maksimalan saat operasional ramp door kapal motor penumpang di pelabuhan yakni dalam proses bongkar muat penumpang. Hal ini dapat menimbulkan aktifitas yang lain terganggu. Seperti contoh: terlalu lambatnya proses penaikan ramp door hal ini dapat mengurangi waktu proses bongkar muat kapal yang dibelakangnya. Sehingga mengurangi operasional setiap trip muatan kapal, maka sebab itu dengan adanya kendala tersebut dapat mengurangi pendapatan dari operasional kapal. Tentu hal-hal seperti ini owner tidak sebegitu paham mengenai desain yang kurang maksimal tersebut, namun owner akan komplain mengenai pendapatan dari operasional kapal yang kurang memuaskan. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan penulis maka rumusan permasalahan yang timbul adalah:

1. Bagaimana design ramp door *Sandwich Plate System* yang dapat menggantikan design ramp door yang terpasang?
2. Bagaimana perbandingan berat desain rampdoor *Sandwich Plate System* dan desain rampdoor plate biasa?
3. Bagaimana perbandingan dari kedua system?

### 1.3 Tujuan Tugas Akhir

Dari permasalahan yang dikemukakan, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai anatara lain:

1. Untuk mengetahui design ramp door *Sandwich Plate System* yang dapat menggantikan design ramp door plate biasa
2. Mengetahui berat masing-masing desain ramp door *Sandwich Plate System* dan desain ramp door plate biasa.
3. Untuk mengetahui perbandingan pada kedua system.

### 1.4 Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan, adapun manfaat yang dapat diambil dalam analisa penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi peneliti.  
Untuk menambah wawasan akan pengetahuan tentang desain ramp door menggunakan *Sandwich Plate System* dengan rampdoor plate biasa.
2. Manfaat bagi perusahaan  
Dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan dalam pemilihan jenis kontruksi rampdoor yang lebih efektif.
3. Manfaat bagi pembaca  
Untuk menambah wawasan informasi dan wawasan berfikir mengenai desain rampdoor untuk kapal motor penumpang.
4. Manfaat bagi ilmu pengetahuan  
Untuk mengetahui gambaran umum penggunaan *Sandwich Plate System* pada desain rampdoor.

### 1.5 Batasan Masalah

Arah pembahasan dalam penelitian ini diharapkan tidak mengalami penyimpangan dan terhindar dari pembahasan yang terlalu luas, maka ruang lingkup atau dalam pembahasan masalah, penulis hanya membatasi pada:

1. Kapal yang dianalisa adalah Kapal Motor Penumpang 1140 GT yang operasional di Ketapang- Banyuwangi dan dibangun di PT. Duta Bahari Menara Line di Banjarmasin.
2. Desain penggunaan *Sandwich Plate System* pada sistem rampdoor kapal motor penumpang 1140 GT.

3. Membandingkan berat pada masing-masing desain yakni ramp door plate biasa dengan rampdoor menggunakan *Sandwich Plate System*.
4. Tidak membandingkan dari segi ekonomisasi pada masing-masing desain ramp door plate biasa dengan ramp door menggunakan *Sandwich Plate System*.
5. Tidak menghitung dari segi kebutuhan ekonomis.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Jenis Kapal

##### 2.1.1 Kapal Pengangkut Manusia

Dilihat dari fungsinya kapal pengangkut manusia dibagi menjadi 3 macam diantaranya:

1. Kapal Pesiar

Kapal ini berfungsi untuk mengangkut penumpang sebagai pelayaran pesiar. Penumpang yang naik kapal pesiar ini hanya untuk menikmati suasana di lautan lepas. Kapal ini dilengkapi fasilitas seperti hotel berbintang, route pelayarannya juga akan kembali ke pelabuhan asal keberangkatan.

2. Kapal Penumpang

Kapal ini juga mengangkut penumpang hanya dengan tujuan yang berbeda. Jika kapal penumpang bertujuan mengantarkan penumpang ke suatu tempat atau dari satu pulau ke pulau yang lain.

3. Kapal Ro-Ro

Kapal ini memuat manusia dan kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal. Kapal ini dilengkapi dengan pintu rampa (ramp door) yang menghubungkan ke dermaga apung ke dermaga.

##### 2.1.2 Kapal Ro-Ro

Kapal Ro-Ro adalah kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggerakannya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga sehingga disebut sebagai kapal *roll on - roll off* disingkat *Ro-Ro*, untuk itu kapal dilengkapi dengan pintu rampa yang dihubungkan dengan moveble bridge atau dermaga apung ke dermaga. (2)

Kapal Roro selain digunakan untuk angkutan truk juga digunakan untuk mengangkut mobil penumpang, sepeda motor serta penumpang jalan kaki. Angkutan ini merupakan pilihan populer masyarakat Indonesia antara Jawa dengan Sumatera di Merak - Bakauheni dan antara Jawa dengan Bali di Ketapang – Gilimanuk. (2)

##### 2.1.3 Dermaga

Dermaga merupakan bangunan yang dirancang khusus pada suatu pelabuhan yang digunakan atau tempat kapal untuk ditambat/merapat untuk melakukan kegiatan bongkar muat barang dan penumpang kapal. Bukan cuma sebagai tempat untuk melakukan tempat bongkar muat barang atau penumpang tetapi dermaga juga digunakan sebagai tempat melakukan pengisian (bunker) bahan bakar kapal, air bersih, air minum ataupun membuang kotoran/limbah dari tangki penyimpanan. Adapun jenis dari dermaga antara lain sebagai berikut :

1. Dermaga barang umum  
Merupakan dermaga sebagai tempat melakukan aktivitas atau kegiatan bongkar muat barang keatas kapal.
2. Dermaga khusus  
Merupakan dermaga yang dibuat khusus untuk dijadikan pengangkutan barang khusus. seperti contoh : Bahan bakar minyak dan lain sebagainya.
3. Dermaga peti kemas  
Merupakan dermaga yang ditempati untuk melakukan bongkar muat peti kemas dengan menggunakan crane atau alat angkat.
4. Dermaga curah  
Merupakan dermaga untuk bongkar muat barang curah dan biasanya menggunakan ban berjalan.
5. Dermaga kapal ikan  
Merupakan dermaga untuk para kapal ikan.
6. Dermaga marina  
Merupakan dermaga yang biasanya ditempati untuk kapal speed boat, kapal pesiar.

## 2.2 Kontruksi Rampdoor Kapal

### 2.2.1 Ramp Door

Ramp door dalah suatu konstruksi pintu rampa yang digunakan untuk akses keluar masuknya kendaraan yang akan diangkut kedalam kapal. Sistem penggerak dari ramp door ada dua jenis yaitu dengan menggunakan sistem *hidrolik* dan sistem *steel wire rope*. Ada beberapa jenis ramp door yang sering dipakai pada kapal antara lain :

1. Quarter Ramp Door
2. Side Ramp Door
3. Slewing Ramp Door
4. Stern Ramp Door
5. Foldable Stern Ramp Door



Gambar. 2.1 Kontruksi rampdoor yang terpasang

(Sumber: dokument kamera 2016)

### 2.3 Material Sandwich Panel

*Sandwich Plate System* (SPS) merupakan material ringan dalam bentuk komposit sandwich panel yang terdiri dari struktur dua pelat logam yang dipisahkan oleh material inti elastomer. Pelat logam dengan parameter bar pada bagian tepi pelat, *polyurethane elastomer* berada diantara pelat dengan proses injeksi (Momcilovic & Motok 2009).



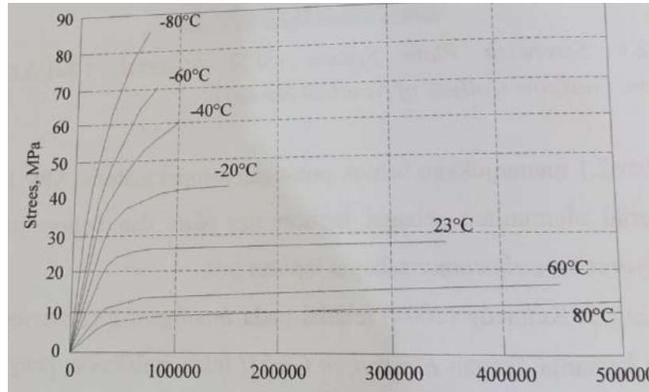
Gambar 2.2 *Sandwich Plate System Material*, (Baidowi Achmad 2015)

Gambar 2.1 menunjukkan bentuk potongan sampel material SPS, kombinasi antara material aluminium sebagai lapisan *top plate* dan *bottom plate*, serta material *polyurethane elastomer* sebagai lapisan inti.

Tabel 2.1 Karakteristik material elastomer

		Test Results						
		Density						
		$\rho_e = 1150 \text{ kg/m}^3$						
		Tensile Behaviour						
Mechanical Properties	Property	-80°C	-60°C	-40°C	-20°C	23°C	60°C	80°C
	E (MPa)	3859	2924	1765	1164	874	436	248
	$\sigma_y$ (MPa)	38.9	29.5	28.4	23.0	16.1	8.1	6.2
	$\epsilon_u$ (%)	7.2	11.1	13.2	15.1	32.1	43.1	47.4
		Compressive Behaviour						
Mechanical Properties	Property	-80°C	-60°C	-40°C	-20°C	23°C	60°C	80°C
	E (MPa)	3878	2813	1347	1166	765	501	336
	$\sigma_y$ (MPa)	52.1	33.5	30.9	21.4	18.0	10.2	7.9
		Shear Modulus (Torsion Pendulum Test)						
Mechanical Properties	Property	-80°C	-60°C	-40°C	-20°C	23°C	60°C	80°C
	G (MPa)	1386	955	559	429	285	180	135
			Poisson Ratio					
		$\nu = 0.36$						
		Thermal Expansion Coefficient						
Thermal Properties	Property	-30°C	-10°C	10°C	30°C	50°C	70°C	
	$\alpha$ ( $\times 10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$ )	96.1	120.1	133.6	148.7	162.5	184.7	
			Specific Heat					
Thermal Properties	Property	-20°C	23°C	60°C	80°C			
	c (J/kg $^\circ\text{C}$ )	1217	1414	1588	1687			
		Thermal Conductivity						
		$k = 0.1774 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (R-value/mm thickness = $0.032 \text{ }^\circ\text{F}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{h/Btu}$ )						

Tabel 2.1 merupakan karakteristik material elastomer SPS hasil pengujian yang telah dilakukan oleh *Intellegent Engineering 2015*.



Gambar 2.3 Grafik hubungan *stress – strain* material elastomer, (Brooking & Kennedy, 2004)

Pengujian lain yang dilakukan pada SPS ini antara lain :

1. Ketahanan (*S-N curves*) pada ikatan antar bidang pelat dan sambungan las untuk penggabungan setiap panel SPS.
2. Ketahanan pada air laut dan ketahanan kimia pada elastomer harus dapat bertahan selama proses pengoperasian material.
3. Ketahanan terhadap getaran dan peredaman terhadap kebisingan. SPS memberikan ketahanan yang jauh lebih baik daripada penggunaan baja.
4. Ketahanan terhadap *balistik*, diuji dengan dimensi peluru 7,62 mm, hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa kurva *balistik* untuk SPS berada di bawah dari baja yang menandakan SPS lebih tahan terhadap ketahanan *balistik* disbanding dengan material baja.

## 2.4 Aplikasi *Sandwich Panel* pada Konstruksi Kapal

Brooking & Kennedy (2004) melakukan studi simulasi penerapan SPS pada produksi kapal tanker, dengan LOA = 144,0 m; *Breadth* = 21,50 m; pada DWT = 14.000 ton dan kapasitas kargo = 16.660  $m^3$ , dengan menerapkan metode *Finite Element* dalam analisisnya pada beberapa konstruksi pelat datar dalam konstruksi kapal tanker tersebut.

Hasil analisa yang dilakukan menunjukkan tegangan yang terjadi pada konstruksi yang menggunakan material SPS memberikan nilai yang lebih kecil dari kriteria tegangan yang diizinkan untuk keseluruhan bagian konstruksi struktur. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kekuatan bahan berdasarkan beban tekanan local yang terjadi dapat digunakan.

Baidowi dan Utomo (2015) melakukan simulasi FE penggunaan SPS pada konstruksi *inner bottom Bulk Carrier* 11.000 DWT, dengan membandingkan dengan material baja AH36 dengan ketebalan 18 mm lalu digantikan dengan SPS (6-15-6),

dengan nilai material properties yang diberikan oleh penelitian sebelumnya. Nilai tegangan maksimum pada baja AH36 sebesar 226 MPa dan SPS 221 MPa.

Berat konstruksi *inner bottom* yang awalnya 236,8 ton berubah menjadi 205,88 ton ketika menggunakan material SPS dan memberikan peningkatan pada *payload* sebesar 13,05% dalam satu *block parallel middle body*. Besar *payload* awal kapal menggunakan baja AH36 8.800,00 ton meningkatsebesar 9.948,40 ton dengan menggunakan material SPS pada *inner bottom plate*.

## 2.5 Penentuan Ketebalan *Sandwich Panel*

Penentuan ketebalan dari penggunaan *sandwich panel*, yang terdiri dari 3 bagian ketebalan, yaitu  $t_1$  untuk ketebalan lapisan atas,  $t_2$  untuk ketebalan lapisan bawah dan  $t_3$  untuk ketebalan lapisan inti. Pada ketebalan lapisan atas dan bawah digunakan ketebalan minimum yang telah disyaratkan dalam peraturan DNV (2017). Ketebalan minimum tersebut dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$t_{1,2} \text{ min} = 0,5 \left( t_0 + \frac{k \cdot L}{f_1^{0,5}} \right) \quad (2.1)$$

Dimana :

$L$  = Panjang kapal (m)

$f_1$  = Faktor material (Tabel 2.2)

$t_{0,k}$  = Parameter ketebalan minimum (Tabel 2.3)

Tabel 2.2 Nilai factor material berdasarkan jenis material baja

Jenis material baja	Keterangan	Factor material ( $f_1$ )
NV-NS	$\sigma_y$ tidak kurang dari 235 MPa	1,00
NV-27	$\sigma_y$ tidak kurang dari 315 MPa	0,78
NV-32	$\sigma_y$ tidak kurang dari 355 MPa	0,72
NV-36	$\sigma_y$ tidak kurang dari 390 MPa	0,66
NV-40	$\sigma_y$ tidak kurang dari 460 MPa	0,62

Sumber : DNV-Part 3, Chapter 1, Sec.2 (2017)

Tabel 2.3 Parameter ketebalan minimum

Items	$t_0$	$k$
Bottom/ Inner / Side	5,0	0,04
Weather Deck	5,5	0,02
Bulkhead	5,0	0,03
Tween decks & superstructure ends and sides	5,0	0,01

Superstructure decks	5,0	0
----------------------	-----	---

Sumber : *DNV* (2012)

Ketebalan minimum yang didapatkan perlu ditambahkan dengan ketebalan korosi dari material, sehingga ketebalan minimum yang digunakan dapat diperhitungkan dengan persamaan berikut.

$$t_{1,2 \text{ gross required}} = t_{1,2 \text{ min}} + t_k \quad (2.2)$$

Dimana :

$t_{1,2 \text{ gross required}}$  = ketebalan minimum yang digunakan (mm)

$t_{1,2 \text{ min}}$  = ketebalan minimum hasil perhitungan (mm)

$t_k$  = ketebalan korosi yang diizinkan oleh *DNV* 2012 (mm)

Ketebalan material inti yang digunakan ditentukan berdasarkan dengan persamaan 2.3 untuk pembangunan konstruksi kapal baru dan persamaan 2.4 untuk penggunaan *sandwich panel* sebagai konstruksi *overlay*, yang ditunjukkan sebagai berikut.

$$R = 0,01A_R 0,1 \left[ \frac{b^2}{d(t_1+t_2)} + 11,7 \left( \frac{bt_c}{d^2} \right)^{1,3} \right] kPeq, R \leq 1 \quad (2.3)$$

Dimana :

$$A_R = \left( \frac{a}{b} \right)^{0,65}$$

$$P_{eq,R} = 0,0017 (Z_{rule}/l^2), (\text{MPa})$$

$l$  = panjang panel (m)

$Z_{rule}$  = ekuivalen modulus penampang ( $\text{cm}^3$ ) ; disesuaikan penampang midship

$t_c$  = pilihan ketebalan lapisan inti (mm)

$a$  = panjang panel pada tepi terpanjang (mm)

$b$  = lebar panel pada tepi terpendek (mm)

$d$  = parameter ketebalan,  $d = t_c + (t_1 + t_2)/2$  (mm)

$t_1 + t_2$  = ketebalan panel lapisan atas dan bawah (mm)

$k$  = factor kekuatan baja

$R$  = nilai indeks ketebalan *core material stiffeners* (mm)

$$R = 0,0125 \left[ 0,1 \frac{s^2}{d(t_1+t_2)} + 11,7 \left( \frac{st_c}{d^2} \right)^{1,3} \right] kP_{eq}, R \leq 1 \quad (2.4)$$

Dimana :

$s$  = jarak antara long stiffeners (mm)

$P_{eq}$  =  $200 (t_{rule}/s)^2$ , (MPa)

dengan  $t_{rule}$  ditentukan berdasarkan perhitungan ketebalan kebutuhan pelat yang disesuaikan dengan tipe kapal yang dianalisa. Perhitungan ketebalan ini mengacu pada penggunaan standarisasi yang telah diatur dalam *rule* yang digunakan.

## 2.6 Standarisasi

LR (2006) dan DNV (2012) mengatur standarisasi pengujian material *sandwich panel*, baik persyaratan untuk *core material* hingga kriteria persyaratan *sandwich panel* yang digunakan. Standarisasi pengujian dan kriteria nilai hasil pengujian ditetapkan pada Tabel 2.4 sebagai berikut.

Tabel 2.4 Standarisasi pengujian dan kriteria *sandwich panel*

Property	Test Standard	Number of Parallels	Acc Criteria	
			DNV	LR
Density	ISO 845	Min 5	> 1000 kg/m <sup>3</sup>	≥ 1000 kg/m <sup>3</sup> at RT
Hardness	DIN 53505 ASTM D2240	Min 5	65 at 20°C	Shore D ≥ 65 at RT
Tensile Strength	ISO 527	Min 5	> 5 MPa at +80°C	≥ 20 MPa at RT
Tensile Modulus	ASTM D412		> 200 MPa at +80°C	≥ 5 MPa at +80°C
Elongation at Break			Min 20% at 20°C Min 10% at 20°C	Min 10% at 20°C Min 20% at RT
Compressive Strength	ISO 604	Min 5	> 5 MPa at +80°C	-
Compressive Modulus	ASTM D575		> 200 MPa at +80°C	-
Shear Modulus	Torsion Pendulum Test -20°C to +80°C, or +80°C only DIN EN ISO 6721-2	Min 5	G ≥ 312-2,4T (°C) or, min 120 MPa at +80°C	G ≥ 312-2,4T (°C)
Bond shear strength	ASTM D429-81	Min 5	3,7 MPa (shot blasted)	≥ 2,7 MPa (shot blasted)

			6,2 MPa (grift blasted)	$\geq 4$ MPa (grift blasted)
Bond shear strength from beam flexure	ASTM C393	Min 5	> allowable stress defined in 3.5.2 DNV rules for steel SPS	

Sumber : LR (2006) & DNV (2012)

DNV (2012) memberikan kriteria nilai hasil pengujian untuk tegangan ekuivalen maksimum dalam *face plate* dengan batasan yang diberikan factor kriteria tegangan, yang ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\eta \leq \eta_{allow} \quad (2.5)$$

dimana :

$\eta_{allow}$  untuk beban gelombang pada level  $10^{-8}$ , pada kondisi tahun = 0,9 dan 0,72 untuk beban gelombang pada level  $10^{-4}$ , pada kondisi sehari-hari.

$$\eta = \frac{\sigma_e}{\sigma_{F steel}}$$

$\sigma_e$  = Tegangan ekuivalen von Mises,  $\sigma_e = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2 + 3\tau^2}$

Sedangkan untuk kriteria tegangan geser lapisan inti, ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\eta \leq \eta_{allow} \quad (2.6)$$

Dimana :

$\eta_{allow} = 0,9$  untuk beban pada  $10^{-8}$  tingkat probabilitas, taksiran langsung

$\eta_{allow} = 0,72$  untuk beban pada  $10^{-4}$  tingkat probabilitas, beban rule

$$\eta = \frac{\tau_{core}}{\tau_{allow core}}$$

dengan tegangan geser *core* maksimum ditentukan berdasarkan persamaan :

$$\tau_{13 core} = \frac{S}{d} W_{s1} \quad (2.7)$$

$$\tau_{23 core} = \frac{S}{d} W_{s2} \quad (2.8)$$

Tegangan geser *core* yang diizinkan, ditentukan tidak lebih dari nilai pada hasil persamaan berikut.

$$\tau_{allow\ core} = \frac{\tau_{yield\ core}}{\gamma_{m\ core}} \quad (2.9)$$

dimana,  $\gamma_{m\ core}$  merupakan *safety factor* dengan nilai 1, ketika tegangan leleh dalam geser inti elastomer tidak tersedia, tegangan geser inti yang diizinkan dapat dikalkulasikan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\tau_{allow\ core} = \frac{\tau_{yield\ core}}{\gamma_{m\ core}\sqrt{3}} \quad (2.10)$$

dengan  $\tau_{yield\ core}$  untuk inti elastomer SPS dengan nilai 21 MPa, tegangan geser yang diizinkan adalah  $\tau_{allow\ core} = 12$  MPa.

Tegangan geser maksimum *interface* lebih rendah dari tegangan geser ikatan yang diizinkan seperti ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\eta \leq \eta_{allow} \quad (2.11)$$

Dimana :

$\eta_{allow} = 0,9$  untuk beban pada  $10^{-8}$  tingkat probabilitas, taksiran langsung

$\eta_{allow} = 0,72$  untuk beban pada  $10^{-4}$  tingkat probabilitas, beban rule

Tegangan geser *interface* maksimum harus dihitung dengan menggunakan perhitungan desain langsung untuk semua kondisi pembebanan, untuk tekanan hidrostatik yang bekerja pada pelat, tegangan geser maksimum *interface sandwich panel* dihitung persamaan berikut.

$$\tau_{bond} = \frac{[0,1(\frac{L_1}{L_2})+0,65]pL_2k}{t_{1,2\ net\ required}+t_c} \quad (2.12)$$

Tegangan geser ikatan yang diizinkan dapat diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{1}{\phi_t\phi_s} \left[ \frac{\sigma_n}{8,6} + \frac{\tau_{ult\ bond}}{13,5} \right] \leq 1,0 \quad (2.13)$$

$$\text{dan } \tau_{allow\ bond} = \frac{\tau_{ult\ bond}}{\gamma_{m\ bond}}$$

dimana  $\sigma_n$  merupakan tegangan normal *interface* pada arah tegak lurus dan  $\tau_{ult\ bond}$  merupakan tegangan geser ultimit *interface* antara pelat baja dan lapisan *core* pada titik yang sama pada setiap titik lokasi di dalam *sandwich panel* untuk kondisi beban yang diberikan. Parameter  $\phi_t$  dan  $\phi_s$  merupakan factor modifikasi untuk berbagai kondisi temperature dan *surface preparation*.

Parameter umum untuk kekakuan *sandwich panel* sebagai material *orthotropic* ditunjukkan sebagai berikut.

Koeffisien kekakuan bending.

$$D_{SPS} = \frac{E_c t_c^3}{12(1-\nu_c^2)} + \frac{E_f}{4(1-\nu_f^2)} [t_2(t_c + t_2)^2 + t_1(t_c + t_1)^2] \quad (2.14)$$

Poisson ratio SPS.

$$\nu_{SPS} = \frac{\nu_c E_c t_c (1-\nu_f^2) + \nu_f E_f (t_1+t_2)(1-\nu_c^2)}{E_c t_c (1-\nu_f^2) + E_f (t_1+t_2)(1-\nu_c^2)} \quad (2.15)$$

Koeffisien kekakuan eksensional.

$$C_{SPS} = \frac{E_c t_c}{(1-\nu_c^2)} + \frac{E_f}{(1-\nu_f^2)} (t_1 + t_2) \quad (2.16)$$

Berikut ini, penjelasan notasi yang digunakan dalam persamaan 2.5 sampai 2.16

$t_{SPS}$  = ketebalan total panel SPS,  $t_{SPS} = t_1 + t_2 + t_c$  (mm)

$w$  = defleksi lateral pelat (mm)

$\phi_s$  = factor modifikasi berdasarkan *surface preparation*

$\phi_t$  = factor modifikasi berdasarkan temperature

$\sigma_{F steel}$  = tegangan leleh nominal pada pelat (MPa)

$\sigma_{yield core}$  = tegangan leleh dalam tension pada elastomer, nilai karakteristik

$\tau_{yield core}$  = tegangan leleh dalam geser pada elastomer, nilai karakteristik

$\tau_{ult bond}$  = kekuatan ikatan ultimit , nilai karakteristik (MPa)

$\tau_{allow core}$  = tegangan geser yang diizinkan pada elastomer

$$\tau_{allow core} = \frac{\tau_{yield core}}{\gamma_{m core}} \text{ (MPa)}$$

$\tau_{allow bond}$  = tegangan geser ikatan yang diizinkan

$$\tau_{allow bond} = \frac{\tau_{ult bond}}{\gamma_{m bond}} \text{ (MPa)}$$

$\gamma_{m core}$  = *safety factor* untuk *core* =1,0

$\gamma_{m\ bond} = \text{safety factor}$  untuk ikatan = 1,8

$E_c$  = modulus elastisitas material inti (MPa)

$E_f$  = modulus elastisitas plat baja (MPa)

$\nu_c$  = poisson ratio untuk material *polyurethane* (MPa)

$\nu_s$  = poisson ratio untuk material plat (MPa)

$\nu_{SPS}$  = poisson ratio untuk panel SPS (MPa)

$G_e$  = modulus geser untuk material *core*,  $G_e = E_c / (2(1 + \nu_c))$

$P$  = tekanan lateral pada pelat (N)

$L_1$  = panjang axial panel (mm)

$L_2$  = panjang transversal panel (mm)  $L_1 > L_2$

$m$  = setengah gelombang di pola tekuk arah axial ( $l_1 = L_1 / m$ )

$n$  = setengah gelombang di pola tekuk arah transversal ( $l_2 = L_2 / n$ )

## 2.7 Sistem Hidrolis

Sistem hidrolis merupakan sistem yang berhubungan dengan pemanfaatan fluida sebagai media untuk memindahkan dan mengontrol energi dengan menggunakan gaya tekan fluida khususnya fluida cair, biasanya berupa oli. Sistem dan prinsip kerjanya hamper sama dengan pneumatis, bedanya hanya pada fluida yang digunakan, karena pada pneumatis fluida yang digunakan adalah berupa gas. Sistem hidrolis mempunyai beberapa komponen yang disebut dengan aktuator, yaitu komponen yang berfungsi untuk mengubah tenaga fluida yang bertekanan menjadi tenaga gerak atau mekanik.

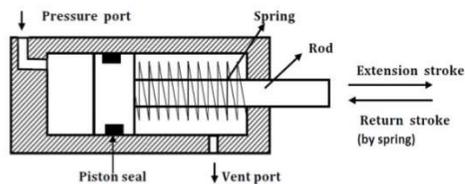
Umumnya, sistem hidrolis digunakan untuk memindahkan suatu komponen dari satu tempat ke tempat lain secara *mechanical energy* dengan menggunakan energi bertekanan yang didapatkan dari pompa hidrolis. Sistem hidrolis ini dapat digunakan untuk otomatisasi dari sebuah sistem kerja dengan memanfaatkan torsi dan respon kerjanya. Sistem hidrolis ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

### 1. *Working Cylinder*

*Working cylinder* pada rangkaian hidrolis ini adalah subsistem yang berfungsi melakukan kerja yang diperoleh dari fluida kerja. Subsistem ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa, diantaranya adalah:

- a. Penggerak lurus (*Linear Motion Actuator*)
- *Single Action Cylinder* atau silinder kerja tunggal merupakan jenis silinder yang hanya memiliki satu port untuk masuknya udara bertekanan. Silinder ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong ataupun menekan piston dalam satu arah saja (umumnya keluar). Dan menggunakan pegas pada sisi yang lain untuk mendorong piston kembali pada posisi semula. Akan tetapi silinder ini memiliki kelemahan dimana sebagian kekuatan dari silinder hilang untuk mendorong pegas.

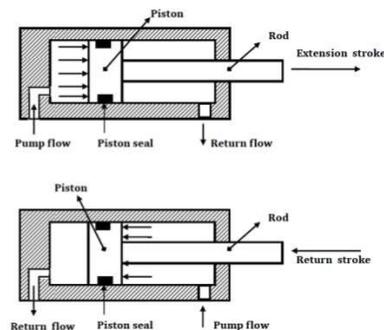
### SINGLE ACTING CYLINDER



Gambar 2.4 *Single Acting Cylinder*

- Silinder kerja ganda (*double acting cylinder*), merupakan silinder yang memiliki dua port untuk instroke dan outstroke. Silinder jenis ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston keluar dan mendorong piston untuk kembali pada posisi awal (menarik ke dalam). Sehingga silinder ini membutuhkan lebih banyak udara dan katup pengontrol arah yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan silinder kerja tunggal.

### DOUBLE ACTING CYLINDER



Gambar 2.5 *Double Acting Cylinder*

- b. Penggerak Putar (*Rotary Motion Actuator*)
2. *Control Device*

*Control Device* adalah peralatan yang berfungsi mengontrol sistem atau lebih tepatnya mengontrol laju aliran fluida kerja. Berdasarkan fungsinya, katup dibagi menjadi :

- a. *Control valve*
- b. *Safety valve*

## 2.8 Rengangan (*Strain*)

Regangan (*strain*) adalah bagian dari deformasi, yang dideskripsikan sebagai perubahan relatif dari partikel-partikel di dalam benda yang bukan merupakan benda kaku. Definisi lain dari regangan bisa berbeda-beda tergantung pada bidang apa istilah tersebut digunakan atau dari dan ke titik mana regangan terjadi.

Regangan merupakan ukuran mengenai seberapa jauh batang tersebut berubah bentuk. Tegangan diberikan pada materi dari arah luar, sedangkan regangan adalah tanggapan materi terhadap tegangan. Pada daerah elastis, besarnya tegangan berbanding lurus dengan regangan. Perbandingan antara tegangan dan regangan benda tersebut disebut modulus elastisitas atau modulus Young. Pengukuran modulus Young dapat dilakukan dengan menggunakan gelombang akustik, karena kecepatan jalannya bergantung pada modulus Young.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.4)$$

dimana: Type equation here.

$\varepsilon$	= Regangan ( <i>strain</i> )	
$L$	= Panjang benda	[mm]
$\Delta L$	= Pertambahan panjang ( <i>displacement</i> )	[mm]

## 2.9 Sifat – sifat Material

Suatu material yang kaku tentunya memiliki fleksibilitas meskipun material tersebut terbuat dari baja. Material baja meskipun dibebani dengan beban yang besar tentunya akan memiliki nilai elastisitas walaupun kecil sehingga dapat merubah bentuknya secara perlahan. Kekakuan suatu material sangat penting dalam perancangan suatu komponen konstruksi, sebab kekakuan tersebut nantinya akan menimbulkan masalah akibat pembebanan yang besar. Untuk mengatasi hal tersebut tiap material suatu komponen konstruksi memiliki nilai *Modulus Young* yang besarnya berbeda untuk tiap-tiap materialnya.

### 2.9.1 Ketangguhan (*Toughness*)

Ketangguhan (*toughness*) adalah kemampuan atau kapasitas bahan untuk menyerap energi sampai patah atau penahanan suatu material terhadap pecah menjadi dua, dengan suatu retakan melintang ini disebut "retak" serta menyerap energi. Jumlah energi yang diserap selama retak tergantung pada ukuran komponen yang pecah menjadi dua. Jumlah energi yang diserap setiap satuan luas dari retakan adalah tetap untuk material yang ditentukan dan ini disebut ketangguhan juga.

### 2.9.2 Pemanjangan (*Elongation*)

Pemanjangan (*elongation*) sampai kegagalan (*failure*) adalah suatu ukuran keliatan suatu material, dengan kata lain adalah jumlah regangan yang dapat dialami oleh bahan sebelum terjadi kegagalan dalam pengujian tarik.

### 2.9.3 Kepadatan (*Density*)

Kepadatan (*density*) adalah suatu ukuran berapa berat suatu benda untuk ukuran yang ditentukan, yaitu massa material setiap satuan volume. Perubahan temperatur tidak secara mantap (signifikan) mempengaruhi kepadatan suatu material walaupun material bertambah luas ketika dipanaskan, perubahan ukuran adalah sangat kecil.

### 2.9.4 Kelentingan (*Resilience*)

Kelentingan (*resilience*) adalah kemampuan material menyerap energi saat material mengalami deformasi *elastic*.

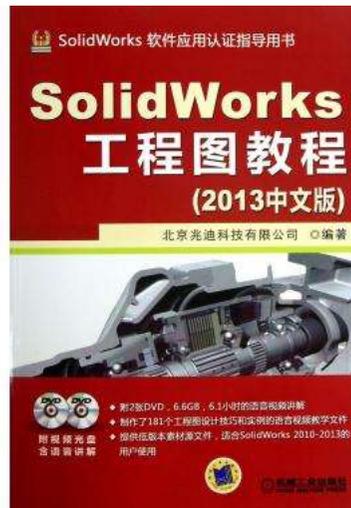
### 2.9.5 Keliatan (*Ductility*)

Keliatan (*ductility*) adalah ukuran derajat deformasi plastis yang telah dialami saat patah. Material yang mengalami deformasi plastis yang tinggi disebut material yang liat (*ductile*). Sedang material yang mengalami sedikit atau tidak mengalami deformasi plastis disebut material getas (*brittle*).

## 2.10 Solidwork

Solidwork merupakan *software* berbasis *Finite Element Analysis* (FEA). Penggunaan solidwork mencakup simulasi struktur, panas (thermal), dinamika fluida, akustik, dan elektromagnetik. solidwork merupakan *computer aided engineering* (CAE) yang dikembangkan oleh solidwork, Inc. Perusahaan tersebut telah mengembangkan banyak produk CAE. Dari banyak produk komersial yang mereka kembangkan, solidwork, Inc. mungkin hanya memiliki dua produk yang paling terkenal yakni solidwork *Mechanical* & solidwork *Multiphysics*. Solidwork merupakan

software penganalisa beban lokal pada struktur dengan metode elemen hingga, dengan analisa pada CFX ini, beban lokal yang menyebabkan failure yang terjadi akan terlihat jelas lebih detailnya. Solidwork – Statis merupakan software penganalisa beban lokal pada karakteistik pembebanan yang bergerak pada struktur dengan metode elemen hingga, software ini pun dapat menganalis serta mensimulasikan.



Gambar 2.6. Solidwork Software 2013  
(Sumber: [www.google.com](http://www.google.com))

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Metodologi yang digunakan dalam proposal ini adalah dengan menggunakan metode berbasis analisa dengan membuat perancangan permodelan konstruksi *SPS* pada ramp door dengan menggunakan software *solidwork*. Kemudian dilakukan pengujian perhitungan dan analisis pada permodelan tersebut. Metodologi penulisan proposal ini mencakup semua kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan proposal. Tahapan dalam pengerjaan proposal sebagai berikut :

#### **3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Tahapan awal dalam pengerjaan proposal ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Kemudian timbul perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan proposal ini. Selain itu, juga terdapat batasan masalah. Hal ini dimaksudkan agar topik bahasan lebih mendetail dan tidak terlalu meluas serta memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah.

#### **3.2 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai referensi guna menunjang penulisan skripsi ini. Referensi yang diperlukan mengenai perancangan model kontruksi *corrugated rampdoor* dapat dicari melalui berbagai media, antara lain:

- |            |                 |
|------------|-----------------|
| a. Buku    | d. Tugas Akhir  |
| b. Jurnal  | e. Internet     |
| c. Artikel | f. <i>Paper</i> |

#### **3.3 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan guna menunjang proses pengerjaan proposal tugas akhir. Pengumpulan data-data penunjang proposal dilakukan secara komunikasi dan data-data saat berada di galangan tersebut. Dalam proposal ini penulis menggunakan data kapal motor penumpang yang dibangun di PT. DML di banjarmasin, yaitu Kapal Motor Penumpang 1140 GT. Data yang diperlukan untuk merancang permodelan konstruksi *SPS ramp door* adalah :

- a) Ship particular kapal KMP 1140 GT.
- b) Gambar section profile ramp door kapal KMP 1140 GT.
- c) Hitungan modulus kontruksi rampdoor kapal KMP 1140 GT.

Dalam tahap ini dilakukan perancangan model konstruksi ranp door menggunakan program software *solidwork*.

### **3.4 Analisa Data**

Dalam tahap ini dilakukan analisa hasil model konstruksi dari *solidwork* yang terpasang. Dilakukan simulasi pengujian kekuatan konstruksi yang terpasang. Kemudian membandingkan antara kedua model *ramp door* dengan melakukan perbandingan perhitungan berat konstruksi secara teknis sesuai dengan model. Outputnya adalah membandingkan kedua model tersebut yakni *rampdoor* yang terpasang dengan *rampdoor Sandwich Plate System* dan mencari yang lebih efisien. Pada intinya akan menjawab permasalahan yang ada.

### **3.5 Permodelan**

Pada tahap ini dilakukan pembuatan rancangan ramp door yang terpasang dan ramp door menggunakan *Sandwich Plate System* dengan bantuan *software solid work*.

### **3.6 Simulasi dan Perhitungan**

Pada tahap ini dilakukan simulasi dan perhitungan kekuatan dan berat masing-masing ramp door dengan bantuan *software solidworks*.

### **3.7 Penarikan Kesimpulan dan Saran**

Tahap ini merupakan tahapan akhir dimana dilakukan penarikan kesimpulan mengenai keseluruhan proses yang telah dilakukan. Selain itu, juga memberikan saran terkait dengan penelitian selanjutnya.

### **3.8 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir**

Adapun flow chart pengerjaan skripsi yang digunakan untuk mempermudah proses pelaksanaan dan pengerjaan skripsi ditunjukkan pada gambar 3.1 dibawah.



Gambar. 3.1 *Flowchart* metodologi penelitian

### 3.9 Rencana Jadwal Kegiatan

Berikut ini akan diberikan tabulasi mengenai Garis Besar Rencana Kegiatan Tugas Akhir :

Tabel 3.1 Rencana jadwal kegiatan tugas akhir

No	Kegiatan	Bulan ke-				
		1	2	3	4	5
1	Studi Literatur					
2	Pengumpulan Data					
3	Membuat pemodelan ramp door					
4	Mensimulasikan dan menghitung dari segi kekuatan dengan <i>software solidworks</i> .					
5	Membandingkan kekuatan kedua desain ramp door dengan <i>software solidwork</i> .					
6	Analisa Perhitungan					
7	Validasi					
8	Penarikan kesimpulan dan saran					

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Principle Dimension

Dalam tugas akhir ini data kapal yang digunakan sebagai permodelan merupakan hasil dari pengamatan data kapal yang sudah jadi. Namun untuk keperluan perbandingan yang seimbang maka diambil salah satu data kapal yang terdapat pada latar belakang. Dalam tugas akhir ini, kapal Motor Penumpang yang akan dilakukan pemodelan adalah KMP 1140 GT. Data didapat dari gambar general arrangement dan rampdoor konstruksi Kapal Motor Penumpang 1140 GT. Adapun data utama KMP 1140 GT yang akan disimulasikan adalah sebagai berikut :

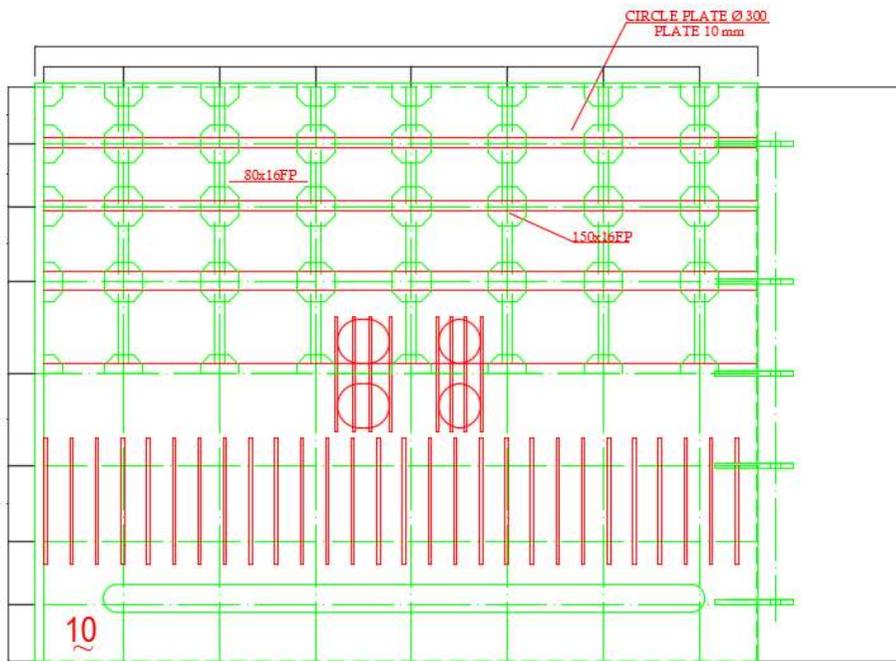
<i>Length over all (Loa)</i>	: 68.0	m
<i>Length of perpendicular (Lpp)</i>	: 63.0	m
<i>Breadth (B)</i>	: 15.0	m
<i>Depth (H)</i>	: 03.5	m
<i>Draft (T)</i>	: 02.4	m
Kecepatan dinas (Vs)	: 12	knot
Main Engine	: 2 x 800	Hp
<i>Crew</i>	: 22	persons
Total DWT	:1750	ton

### 4.2 Parameter Design Kontruksi Rampdoor

Dalam penyelesaian perhitungan konstruksi rampdoor dibutuhkan parameter design untuk memudahkan dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

#### 4.2.1 Data Utama Rampdoor Plate Biasa yang Sudah Terpasang:

Untuk detail rampdoor yang terpasang menggunakan plat biasa/konvensional penulis mendapatkan data dari dockyard, dimana kapal tersebut dibangun. Dari gambar tersebut terlampir ukuran dimensi yang actual. Oleh sebab itu dari data tersebut menjadi tolak ukur dalam berinovasi dalam mendesain rampdoor dengan menggunakan corrugated plate.



Gambar 4.1 Desain kontruksi rampdoor plat biasa  
(Sumber: drawing dari dockyard)

- Lenght : 5650 mm
- Breadth : 4500 mm
- Web space : 4 x 750 mm; 1 x 700 mm; 1 x 620 mm; 1 x 560 mm
- Longitudinal space : 2 x 722 mm; 2 x 592 mm; 2 x 492 mm; 2 x 444 mm

#### 4.2.2 Menghitung Ketebalan Minimum Plat SPS

Berdasarkan Lloyd Register ketebalan minimum untuk plat baru adalah 3mm sedangkan untuk tebal core atau material inti sebesar 15mm. untuk menghitung ketebalan plat atas dan bawah dengan rumus sbb:

$$t_{1,2} = 0,5(a + bL_2\sqrt{k})$$

Dimana :

$t_{1,2}$  = tebal plat atas dan bawah

Tabel 4.1 nilai k menurut NK

Table 2 Minimum thickness parameters

Items	a	b
Bottom / Inner bottom / Side	5	0.04
Weather deck	5.5	0.02
Bulkhead	5	0.03
Tween decks & superstructure ends and sides	5	0.01
Superstructure decks	5	0

$$k = 1,00$$

Dari perhitungan diatas penulis memvariasikan beberapa plat baja sesuai dengan kekuatan baja yaitu:

Tabel 4.2 Kekuatan plat baja

Specified minimum yield stress in N/mm <sup>2</sup>	$k_L$
235	1,0
265	0,92
315	0,78
355	0,72
390	0,68 (0,66 see Note 3)
460 see Note 4	0,62 see Note 4

Note 1. Intermediate values by linear interpolation.

Note 2. For the purpose of calculating hull moment of inertia as specified in Pt 3, Ch 4, 5.8 Hull moment of inertia 5.8.1,  $k_L = 1,0$ .

Note 3. A  $k_L$  factor of 0,66 may be applied to all ship types provided that a fatigue assessment is carried out as required by Pt 3, Ch 2, 1.2 Steel 1.2.4.

Note 4. Grade only applies to thickness above 50 mm for upper deck, hatch coamings, shear strake, uppermost strake of longitudinal bulkhead and other longitudinal strength members in way of the above structures of container ships. The requirements specified in Ch 3, 3 Higher strength steels for ship and other structural applications of the Rules for Materials apply, see Pt 3, Ch 2, 1.2 Steel 1.2.4 and Pt 3, Ch 2, 1.2 Steel 1.2.5.

Plat NV-NS 235 N/mm<sup>2</sup> =

$$t_{1,2} = 0,5 ( 5 + 0,04 \times 63 \times 1 )$$

$$= 3,76 \text{ mm}$$

$$t_{1,2 \text{ gross required}} = t_{1,2 \text{ min}} + t_k$$

Dimana :

$$t_{1,2 \text{ gross required}} = \text{ketebalan minimum yang digunakan (mm)}$$

$$t_{1,2 \text{ min}} = \text{ketebalan minimum hasil perhitungan (mm)}$$

$$t_k = \text{ketebalan korosi yang diizinkan}$$

$$= 3,76 \text{ mm} + 0,5$$

$$= 4,26 \text{ mm}$$

Ketebalan material inti yang digunakan ditentukan berdasarkan dengan persamaan untuk pembangunan konstruksi kapal baru yaitu sbb :

$$R = 0,01A_R 0,1 \left[ \frac{b^2}{d(t_1+t_2)} + 11,7 \left( \frac{bt_c}{d^2} \right)^{1,3} \right] kPeq, R \leq 1$$

Dimana :

$$A_R = \left( \frac{a}{b} \right)^{0,65}$$

$$Peq,R = 0,0017 (Z_{rule}/l^2), (\text{MPa})$$

$$l = \text{panjang panel (m)}$$

$$Z_{rule} = \text{ekivalen modulus penampang (cm}^3\text{)} ; \text{ disesuaikan penampang midship}$$

$$t_c = \text{pilihan ketebalan lapisan inti (mm)}$$

$$a = \text{panjang panel pada tepi terpanjang (mm)}$$

$$b = \text{lebar panel pada tepi terpendek (mm)}$$

$$d = \text{parameter ketebalan, } d = t_c + (t_1 + t_2)/2 \text{ (mm)}$$

$t_1 + t_2$  = ketebalan panel lapisan atas dan bawah (mm)  
 $k$  = factor kekuatan baja

Plat NV-NS =

$$A_R = \left(\frac{2250}{800}\right)^{0,65}$$

$$P_{eq,R} = 0,0017 (Z_{rule}/l^2), (\text{MPa})$$

$$= 0,001672 \text{ (NV-NS)}$$

$$l = 5,65^2$$

$$Z_{rule} =$$

$$= 31,4 \text{ cm}^3 \text{ (NV-NS)}$$

$$t_c = 15 \text{ mm}$$

$$a = 2250 \text{ mm}$$

$$b = 800 \text{ mm}$$

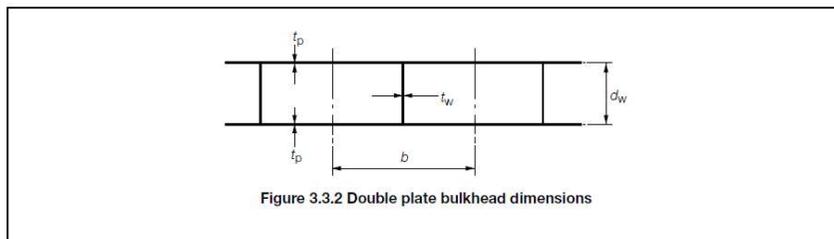
$$d = 11,76 \text{ mm (NV-NS)}$$

$t_1 + t_2$  = ketebalan panel lapisan atas dan bawah (mm)

$$k = 1$$

$$Z = \frac{d_w}{6000} (6f_b t_p + d_w t_w) \text{ cm}^3$$

where  $d_w$ ,  $b$ ,  $t_p$  and  $t_w$  are measured, in mm, and are as shown in Figure 3.3.2 Double plate bulkhead dimensions .



Gambar 4.2 Double plate bulkhead

dari data diatas didapatkan nilai R NV-NS = 1,53

Dapat disimpulkan dari hasil yang didapatkan maka jenis plat NV NS dapat diaplikasikan pada SPS kecuali NV-40 karena nilai  $R < 1$ .

#### 4.3 Data Pembebanan (Load)

Dalam penulisan tugas akhir ini Bus merupakan beban tetap (*Static Load*) dan pergerakan truk merupakan beban berubah (*Dynamic Load*) yang perlu diatasi oleh konstruksi *rampdoor*, sehingga data bus tersebut perlu diketahui dalam perhitungan pemilihan material dari *rampdoor*. Data bus yang digunakan adalah bus pabrikan Hino RK. Dibawah ini akan dijelaskan secara garis besar perencanaan beban pada bus adalah sebagai berikut :

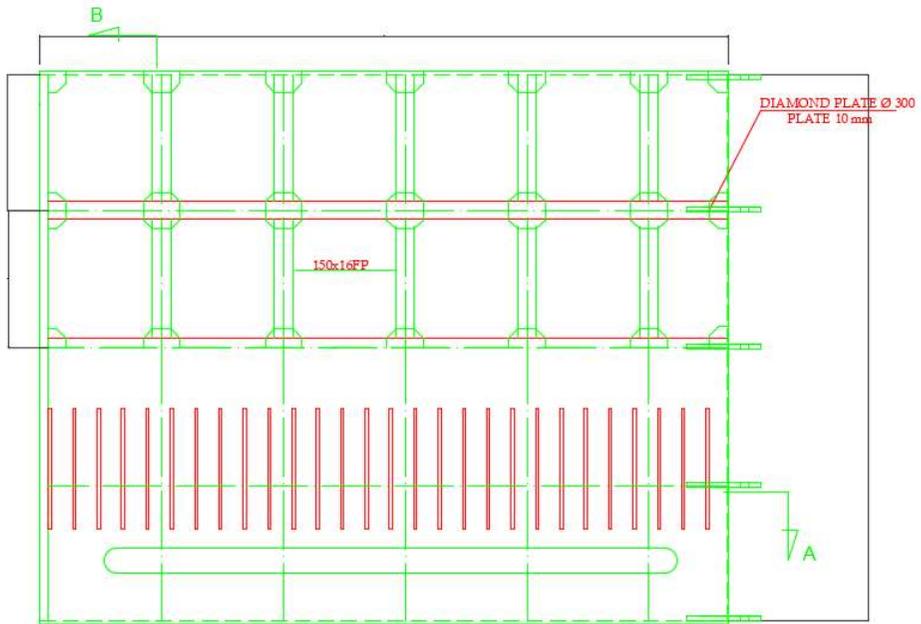


Gambar 4.3 Tampak depan transportasi bus pariwisata  
(Sumber: dokument foto)



Gambar 4.4 Data uji berkala kendaraan bus Al-Hikmah  
(Sumber: dokument foto)

Berat Kendaraan Kosong	= 10,554	ton
Panjang Kendaraan	= 12,0	meter
Lebar Kendaraan	= 2,5	meter
Tinggi Kendaraan	= 3,6	metar
Daya Angkut		
Orang (75 kg/orang)	= 49	orang
	= 3675	kg
Barang	= 520	kg
J.B.B (berat max yang diijinkan)	= 15,000	ton
J.B.I (berat muatan penuh)	= 14,749	ton
M.S.T	= 8,837	ton
▪ Data Load Dengan Mengkonferikan Ton ke Kilonewton		
1 Ton	= 9,8067 Kilonewton	
15 Ton	= 15 x 9,8067	(Persamaan 4.1)
P	= 147,1 Kilonewton	
P	= 147100 Newton	



Gambar 4.5 Konstruksi Ramp door SPS

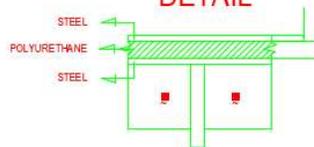
POTONGAN-A



POTONGAN-B



DETAIL



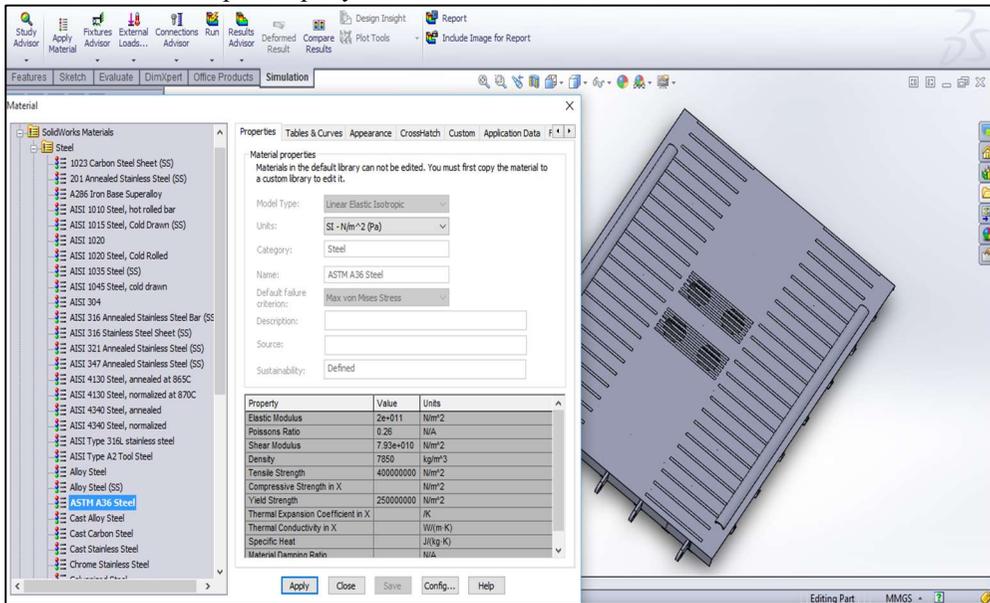
Gambar 4.6 Detail Konstruksi Ramp door

#### 4.4 Data Berat dari Masing-Masing Desain Rampdoor

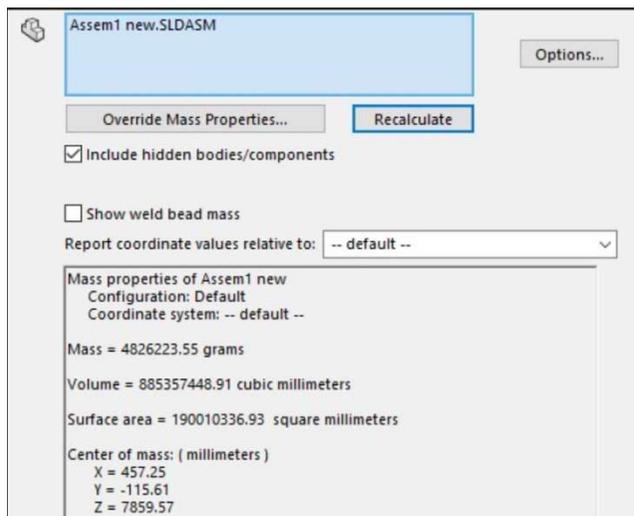
Semua sifat material yang dibutuhkan oleh jenis analisis terkait dan model material yang ditentukan. Model material menggambarkan perilaku material dan menentukan sifat material yang dibutuhkan.

Tensile strength :	<b>400 MPa</b>	
	: 400 x 1000000	N/m <sup>2</sup>
	: 400000000	N/m <sup>2</sup>
Yield strength :	<b>250 MPa</b>	
	: 250 x 1000000	N/m <sup>2</sup>
	: 250000000	N/m <sup>2</sup>
Sheer Modulus :	<b>79,3 GPa</b>	
	: 79,3 x 1000000000	N/m <sup>2</sup>
	: 79300000000	N/m <sup>2</sup>
	: 7,93 E+10	N/m <sup>2</sup>

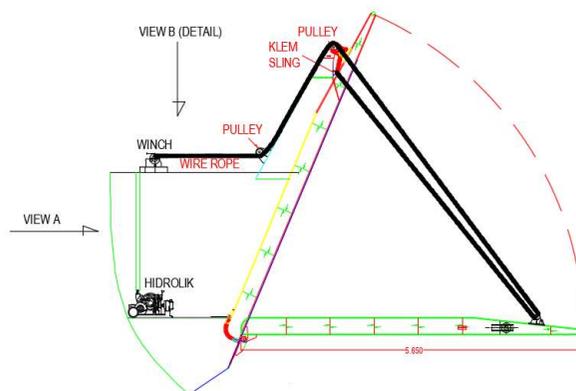
Tabel 4.3 Input Property Material ASTM 36 steel Pada Software Solidwork



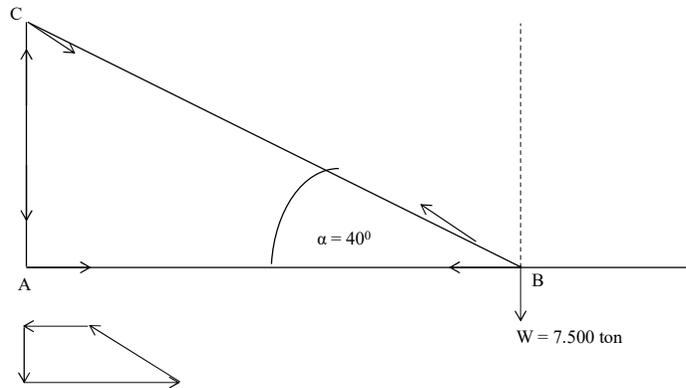
Tabel 4.4 Hasil dari berat desain SPS rampdoor



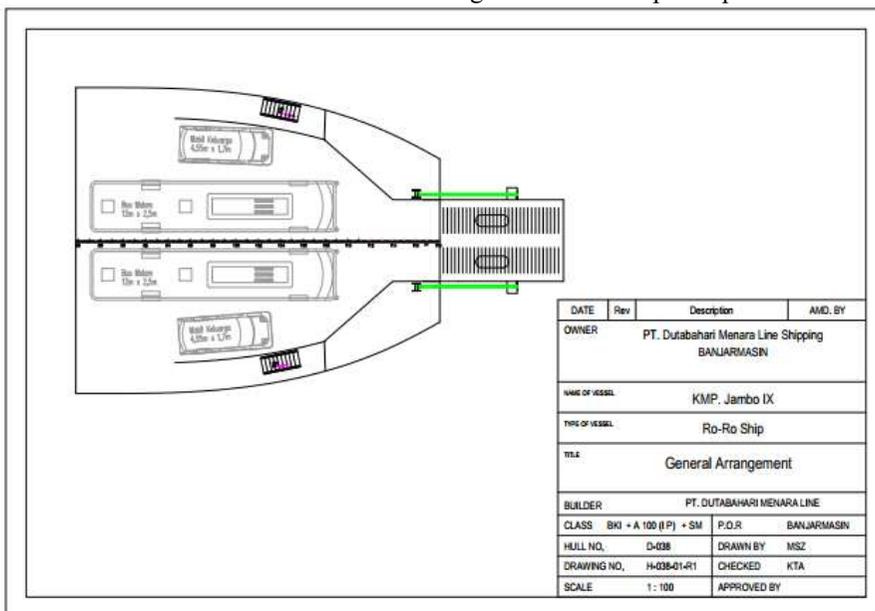
#### 4.5 Perbandingan Waktu Closing Rampdoor



Perhitungan Gaya Tarik Tali Untuk Pemilihan Wire Rope, Elektrik Winch Gaya Tarik tali pada rampdoor adalah gaya yang dihasilkan oleh tali yang menopang berat rampdoor dalam posisi tertutup ataupun terbuka. Dalam menentukan suatu gaya tarik tali pada rampdoor sistim kesetimbangan, freebody diagram, dan system tali yang digunakan (beserta jumlah tali yang digunakan) sangat diperlukan untuk menentukan persamaan-persamaan yang berlaku sehingga gaya tarik tali pada rampdoor dapat diketahui.



Gambar 4.7 Gambar Diagram Bebas Rampdoor plate biasa



Gambar 4.8 Sistem Tali Yang Digunakan Pada Rampdoor plate biasa

Dari gambar diatas maka persamaan untuk mencari nilai dari tegangan tali yang terjadi pada rampdoor adalah sebagai berikut :

$$\Sigma F_y = 0 \quad (\text{Persamaan 4.11})$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$- W + BC \sin 40^\circ = 0$$

$$BC = W / \sin 40^\circ \quad (\text{Untuk Satu Tali})$$

$$BC = BC / 2 \quad (\text{Untuk Dua Tali})$$

Berdasarkan persamaan diatas hasil nilai tegangan tali yang terjadi pada rampdoor plate biasa dengan rampdoor corrugated ditampilkan pada tabel 4.5.

#### Perhitungan BC (Tegangan tali yang terjadi)

Contoh perhitungan **no.1** pada rampdoor plate biasa/ konvensional

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\begin{aligned}
 -W + BC \sin 40^\circ &= 0 \\
 BC \cdot \sin 40^\circ &= W \\
 BC \cdot 0.745 &= 4,5 \\
 BC &= \frac{W}{\sin 40} \\
 BC &= \frac{4,5}{0.745} \\
 BC &= 6,039 \text{ ton} \quad (\text{Untuk Satu Tali}) \\
 BC &= 59,186 \text{ kN} \\
 BC &= \frac{BC \text{ (satu tali)}}{2} \quad (\text{Untuk Dua Tali}) \\
 BC &= \frac{59,186}{2} \\
 BC &= 29,59 \text{ kN} \quad (\text{Untuk Dua Tali})
 \end{aligned}$$

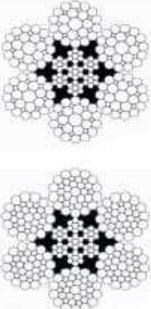
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Tegangan Tali Pada type-type Rampdoor

No	Type Rampdoor	Dimensi			Angle of Rope Against Rampdoor ( $\alpha$ )	BC (The Rope Stress That Happens)
		Lenght (L)	breadth (B)	Weight (m)		
		(m)	(m)	(ton)		
1	Plate biasa	5,64	4,5	7,500	40	49,32
2	SPS Rampdoor	5,64	4,5	4,826	40	31,74

Berdasarkan hasil perhitungan tegangan tali yang terjadi pada type-type rampdoor maka untuk memilih *wire rope* terlebih dahulu menghitung *Mean Breaking Load* atau kekuatan tarik maksimum dari tali. MBL adalah suatu nilai acuan dalam pemilihan tali berdasarkan peraturan API (American Petroleum Institute Standards) bahwa dalam menentukan MBL suatu tali baja (*wire rope*) nilai tegangan yang terjadi ( $F_c$ ) harus dikalikan dengan *safety factor*. Dalam penulisan tugas akhir ini menggunakan spesifikasi *wire rope* yang sudah terpasang .

**6x29 (FI) IWRC, 6x36 (WS) IWRC**

Application: Crane, Hoist, Lifting, General Engineering



Diameter of Rope (mm)	Minimum Breaking Load			Approx. Weight per meter (kg/m)
	A & BG (165 kg/mm <sup>2</sup> ) Tonnef	B & CG (180 kg/mm <sup>2</sup> ) Tonnef	C (200 kg/mm <sup>2</sup> ) Tonnef	
8	4.05	4.36	4.91	0.282
9	5.12	5.52	6.21	0.367
10	6.33	6.81	7.67	0.441
12	9.11	9.90	11.10	0.635
12.5	10.10	10.80	12.00	0.689
14	12.70	13.60	15.00	0.864
16	16.60	17.60	19.60	1.130
18	21.00	22.30	24.80	1.430
19.1	23.70	25.20	27.90	1.610
20	25.50	27.60	30.60	1.760
22.4	32.00	34.70	38.40	2.210
24	36.70	39.80	44.10	2.540
25	39.90	43.10	47.90	2.760
26	43.10	46.70	51.80	2.980
28	50.00	54.20	60.10	3.460
30	57.40	62.10	69.00	3.970
32	65.30	70.70	76.20	4.510
34	73.70	79.80	86.20	5.100
36	82.60	90.20	97.00	6.710
38	92.10	100.00	110.30	6.370
40	102.00	111.00	122.20	7.050
42	112.00	123.00	131.00	7.780
44	123.00	135.00	148.70	8.530
50	159.00	171.00	192.00	11.000
52	172.00	182.00	207.00	11.900
54	186.00	203.00	220.00	12.900
56	200.00	218.00	241.00	13.800
64	261.00	286.00	-	18.100
68	295.00	322.00	-	20.400
72	331.00	-	-	22.900
74	349.00	-	-	24.100

Gambar 4.9 Katalog Spesifikasi Wire Rope

Untuk penggunaan tali/wire rope sesuai yang ada di kapal yakni: **Diameter 2.4 mm; MBF type A: 32 ton (313.8 kN); Berat 2.210 kg/m.** Adapun formula dalam menghitung MBL pada wire rope adalah sebagai berikut :

$$\text{MBL} = \text{SF} \times \text{Fc} \quad (\text{Persamaan 2.7})$$

Dimana :

- MBL = Mean Breaking Load (kN)  
 Fc = Tegangan tali yang terjadi (kN)  
 SF = *Safety Factor for lifting*  
 = 3 (Untuk tali diam)  
 = 3.5 (Untuk tali hoist)  
 = 5 (Untuk *sling wire rope* / tali angkat beban)  
 = 10 (Untuk *man cage* / *man basket*)

Hasil perhitungan dari MBL dan pemilihan wire rope disajikan dalam tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Hasil Pemilihan Wire Rope Pada type-type Rampdoor

No	Type Rampdoor	BC	MBL	Spesifikasi Wire Rope Yang Dipilih IWRC / Galvanized			
		(Tegangan Tali Yang Terjadi)		Diameter	Area	Berat	MBF
		(kN)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg/m)	(kN)	
1	Plate biasa	29,59	147,96	22,4	393,88160	2,21	313,81
2	SPS	19,07	95,35	20,0	314,00000	2,21	313,81

#### 4.6 Perhitungan Pemilihan Elektrik Winch Untuk Type-Type Rampdoor

Berdasarkan perhitungan tegangan tali yang terjadi pada rampdoor dan pemilihan *wire rope* maka selanjutnya adalah menghitung berapa kebutuhan *Electric Winch* untuk type-type rampdoor Adapun persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungannya adalah sebagai berikut :

##### Gaya Tarik Pada Winch Drum (Tw)

$$Tw = Fc \quad \text{(Persamaan 2.8)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Tw &= \text{Gaya tarik pada winch} && \text{(kN)} \\ Fc &= \text{Gaya tarik tali pada rampdoor} && \text{(kN)} \end{aligned}$$

##### Diameter Drum (Dwe)

$$Dwe = 20 \times d \text{ wire rope} \quad \text{(Persamaan 2.9)}$$

$$\text{Jari – jari Drum ( r )} = Dwe / 2 \quad \text{(Persamaan 2.10)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Dwe &= \text{Diameter drum} && \text{(mm)} \\ Fc &= \text{Gaya tarik tali pada rampdoor} && \text{(kN)} \\ d_{\text{wire rope}} &= \text{Diameter wire rope} && \text{(mm)} \end{aligned}$$

##### Putaran Pada Poros Drum (Nw)

$$Nw = V / (\pi \times Dw) \quad \text{(Persamaan 2.11)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} V &= \text{Kecepatan tarik} && \text{(m/mnt)} \\ Dwe &= \text{Diameter drum} && \text{(m)} \\ Nw &= \text{Putaran pada poros drum} && \text{(rpm)} \end{aligned}$$

##### Torsi Pada Drum (Td) (1 st Layer)

$$Td = Fc \times (r + d \text{ wire rope}) \quad \text{(Persamaan 2.12)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Fc &= \text{Gaya tarik tali pada rampdoor} && \text{(kN)} \\ r &= \text{Jari – Jari Drum} && \text{(m)} \\ d_{\text{wire rope}} &= \text{Diameter wire rope} && \text{(m)} \\ Td &= \text{Torsi pada drum} && \text{(kN.m)} \end{aligned}$$

**Ratio Roda Gigi (im)**

$$im = n / Nw \quad (\text{Persamaan 2.13})$$

Dimana :

im	=	Ratio roda gigi	
n	=	Putaran motor	(rpm)
Nw	=	Putaran pada poros drum	(rpm)

**Perhitungan Torsi Pada Motor Elektrik (T)**

$$T = Td / (im \times effv) \quad (\text{Persamaan 2.14})$$

Dimana :

Td	=	Torsi pada drum (kN.m)
im	=	Ratio roda gigi
T	=	Torsi pada motor elektrik(kN/m)
Volumetric Effisiensi (effv)	=	0.90

**Perhitungan Daya Motor Elektrik (P)**

$$P = T \times 2.\pi.n \quad (\text{Persamaan 2.15})$$

Dimana :

T =	Torsi pada motor elektrik	(kN-m)
n =	Putaran motor	(rpm)
P =	Daya motor elektrik	(kW)

Dimana hasil pemilihan winch tersebut disajikan dalam tabel 4.17 sebagai berikut.



 AllianceMotori

NO.	Type	Full load current at rated voltage			Rated power		Full load speed in revolutions per minute	Efficiency %	P.F. Cos $\phi$	Start on line starting current ratio	Start on line starting torque ratio	Start on line pull up torque ratio	Max sound power level @ 1m in dB(A)	Weight kg	Kv <sub>100</sub> in rpm/kV
		380V	400V	415V	kW	HP									
1	A-Y3-80M1-2	1.77	1.74	1.68	0.75	1	2840	75.0	0.83	2.2	6.1	2.3	67	16	0.00075
2	A-Y3-80M2-2	2.61	2.48	2.39	1.1	1.5	2840	76.2	0.84	2.2	6.9	2.3	67	17	0.00090
3	A-Y3-90S-2	3.46	3.28	3.16	1.5	2	2850	78.5	0.84	2.2	7.0	2.3	72	20	0.00120
4	A-Y3-90L-2	4.85	4.61	4.45	2.2	3	2855	81.0	0.85	2.2	7.0	2.3	72	23	0.00140
5	A-Y3-100L-2	6.34	6.03	5.81	3	4	2860	82.6	0.87	2.2	7.5	2.3	76	30	0.00290
6	A-Y3-112M-2	8.2	7.79	7.51	4	5.5	2880	84.2	0.88	2.2	7.5	2.3	77	41	0.00550
7	A-Y3-132S1-2	11.1	10.63	10.15	5.5	7.5	2900	85.7	0.88	2.2	7.5	2.3	80	57.5	0.01090
8	A-Y3-132S2-2	14.9	14.1	13.6	7.5	10	2900	87.0	0.88	2.2	7.5	2.3	80	60.5	0.01260
9	A-Y3-160M1-2	21.2	20.2	19.5	11	15	2930	88.4	0.89	2.2	7.5	2.3	86	107	0.03770
10	A-Y3-160M2-2	28.6	27.2	26.2	15	20	2930	89.4	0.89	2.2	7.5	2.3	86	114	0.04990
11	A-Y3-160L-2	34.7	33.0	31.8	18.5	25	2930	90.0	0.90	2.2	7.5	2.3	86	133	0.05500
12	A-Y3-180M-2	41	39.0	37.6	22	30	2940	90.5	0.90	2.0	7.5	2.3	89	165	0.07500
13	A-Y3-200L1-2	55.4	52.6	50.7	30	40	2950	91.4	0.90	2.0	7.5	2.3	92	218	0.12400
14	A-Y3-200L2-2	67.9	64.5	62.2	37	50	2950	92.0	0.90	2.0	7.5	2.3	92	230	0.13900
15	A-Y3-225M-2	82.1	78.0	75.2	46	60	2960	92.5	0.90	2.0	7.5	2.3	92	290	0.23300
16	A-Y3-250M-2	100	94.8	91.4	55	75	2970	93.0	0.90	2.0	7.5	2.3	93	359	0.31200
17	A-Y3-280S-2	135	129	124	75	100	2975	93.6	0.90	2.0	7.0	2.3	94	475	0.57900
18	A-Y3-280M-2	160	152	147	90	125	2975	93.9	0.91	2.0	7.1	2.3	94	510	0.67500
19	A-Y3-315S-2	195	186	179	110	150	2975	94.0	0.91	1.8	7.1	2.2	96	875	1.18000
20	A-Y3-315M-2	233	222	214	132	180	2975	94.5	0.91	1.8	7.1	2.2	96	963	1.82000
21	A-Y3-315L1-2	279	265	256	160	220	2975	94.6	0.92	1.8	7.1	2.2	99	1010	2.08000
22	A-Y3-315L2-2	348	331	319	200	270	2975	94.8	0.92	1.8	7.1	2.2	99	1138	2.38000
23	A-Y3-355M-2	433	412	397	250	340	2980	95.2	0.92	1.6	7.1	2.2	103	1900	3.00000
24	A-Y3-355L-2	545	518	499	315	430	2980	95.4	0.92	1.6	7.1	2.2	103	2300	3.50000

Gambar 4.10 Katalog Spesifikasi Electromotor Merk Alliance

## 4.7 Perhitungan pada Masing-Masing Sistem

### 4.7.1 Perhitungan Sistem Drum

**Contoh perhitungan no.1** pada rampdoor plat biasa/ konvensional

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 P &= 16 \text{ kW} \\
 I_m &= 588 && \text{(pembagian rpm motor induk dengan reduksi gear)} \\
 D_{we} &= 448 \text{ mm} && \text{(diameter drum wire rope)} \\
 T_w &= 29.59 \text{ kN} && \text{(tegangan wire rope pada rampdoor plat biasa)} \\
 d_{\text{wire}} &= 22.4 \text{ mm} \\
 l_{\text{angkat}} &= 3.227 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Ditanya:

$$\begin{aligned}
 T &= \text{torsi pada motor penggerak?} \\
 T_d &= \text{torsi pada drum?} \\
 N_w &= \text{putaran pada poros drum?} \\
 V_t &= \text{kecepatan tarik?} \\
 T_{\text{angkat}} &= \text{waktu pengangkatan rampdoor?}
 \end{aligned}$$

Jawab:

a. mencari nilai T

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{P}{(2 \times 3.14 \times n)} \\
 T &= \frac{16}{(2 \times 3.14 \times 1204)} \\
 T &= 0.001733 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

b. mencari nilai Td

$$\begin{aligned}
 T_d &= T \times i_m \times \text{Volumetric efisiensi (effv)} \\
 T_d &= 0.001733 \times 588 \times 0.90 \\
 T_d &= 0,917 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

c. mencari nilai Nw

$$\begin{aligned}
 N_w &= \left[ \frac{T_d \times 1000}{T_w} \right] - d_{\text{wire rope}} \\
 N_w &= \left[ \frac{0,917 \times 1000}{29.59} \right] - 22.4 \\
 N_w &= 8,59 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

d. mencari kecepatan tarik

$$\begin{aligned}
 V_t &= \frac{N_w}{[3.14 \times (D_{we} \times 1000)]} \\
 V_t &= \frac{8,59}{[3.14 \times (448 \times 1000)]} \\
 V_t &= 6,109 \text{ m/menit}
 \end{aligned}$$

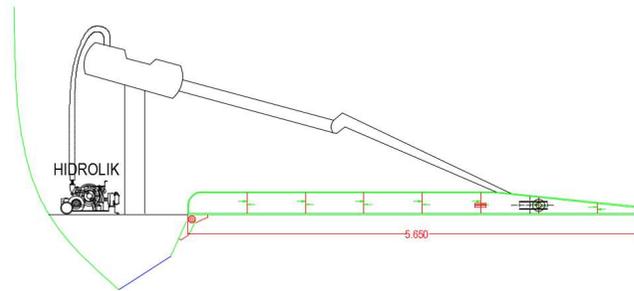
e. mencari waktu pengangkatan

$$\begin{aligned}
 t_{\text{angkat}} &= \frac{l_{\text{pengangkatan}} \times 60}{V_t} \\
 t_{\text{angkat}} &= \frac{3.277 \times 60}{6,109} \\
 t_{\text{angkat}} &= 32 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

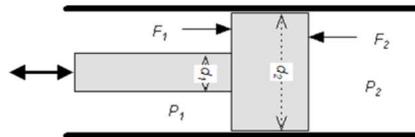
No	Type Rampdoor	P		T		im	Td (kN.m)	Nw (rpm)	Dwe (mm)	Tw (kN)	Kecepatan Tarik (m/menit)	Jarak Penggangkatan (m)	Waktu Penggangkatan (detik)
		(kW)	(kN-m)	(kN-m)	(kN-m)								
1	Plate biasa	16,00	0,001733177	588	0,917197452	8,593918023	448	29,59	6,109188768	3,277	32,18430588		
2	SPS	9,50	0,001029074	588	0,54488987	8,555818868	448	19,07	6,082105087	3,277	32,32762295		

Tabel 4.7 Hasil Perbandingan proses closing type-type ramp door

#### 4.7.2 Perhitungan Pada Sistem Piston



$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= 0 \\ -W + x \sin 40^\circ &= 0 \\ x \cdot \sin 40^\circ &= 7,5 \\ x \cdot 0.745 &= 7,5 \\ x &= \frac{W}{\sin 40} \\ x &= \frac{7,5}{0.745} \\ x &= 98,75 \quad \text{kN}\end{aligned}$$



$$F_1 = \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) P_1$$

Dimana :

F1 = Gaya Tarik Batang (lb)

D2 = Diameter piston (in)

D1 = Diameter batang (in)

P1 = Tekanan (lbf/in<sup>2</sup>)

$$F_2 = \frac{\pi}{4} d_2^2 P_2$$

Dimana :

F2 = Gaya Dorong Batang (lb)

P2 = Tekanan (lbf/in<sup>2</sup>)

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}F_1 &= \frac{3,14}{4} (0,5^2 - 0,2^2) 114 \\ &= 18,792 \text{ lb} \\ &= 83,591 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \frac{3,14}{4} 0,5^2 \times 114 \\
 &= 22,375 \text{ lb} \\
 &= 99,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Power yang dibutuhkan} &= \frac{\text{gaya} \times \text{jarak}}{\text{waktu}} \\
 &= \frac{99,5 \times 3277}{32} \\
 &= 12.200 \text{ Watt} \\
 &= 12,2 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

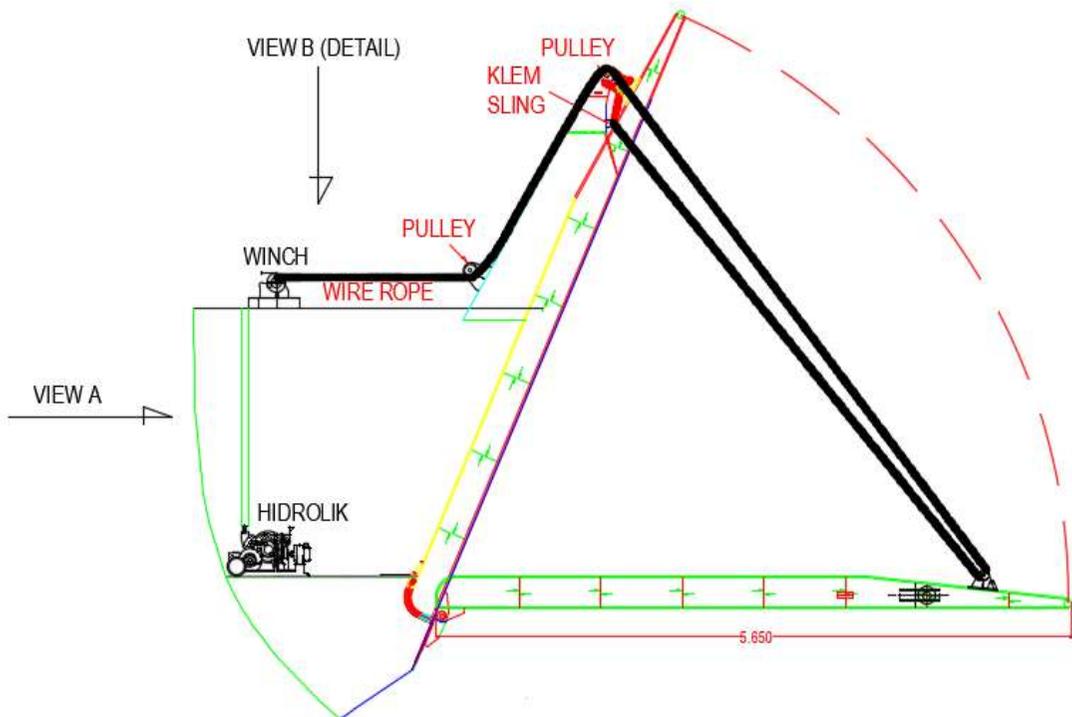
(1kW = 1000 Nm/s)

Type Ramp Door	m (Ton)	D2 mm	D1 mm	Gaya kN	Jarak Pengangkatan mm	Waktu detik	Power yang dibutuhkan Kw
Konvensional	7,5	500	200	99,5	3277	32	12,2
SPS	4,8	500	200	69,7	3277	32	8,6

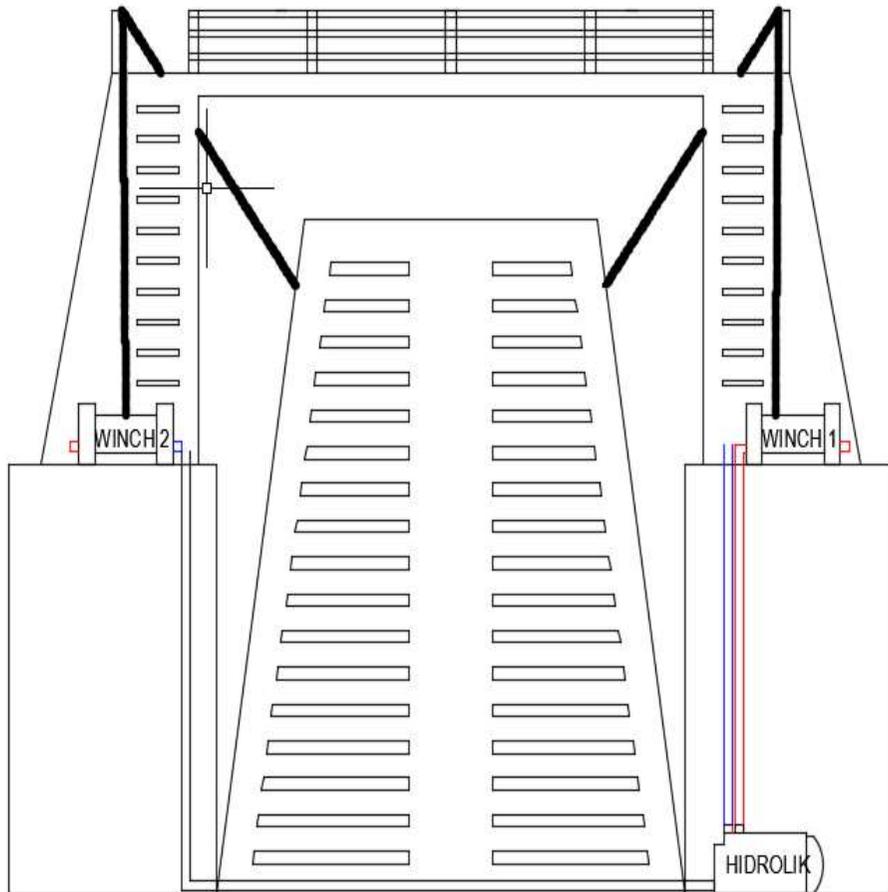
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Sistem 2

## 4.8 Gambar Sistem Buka Tutup Ramp Door

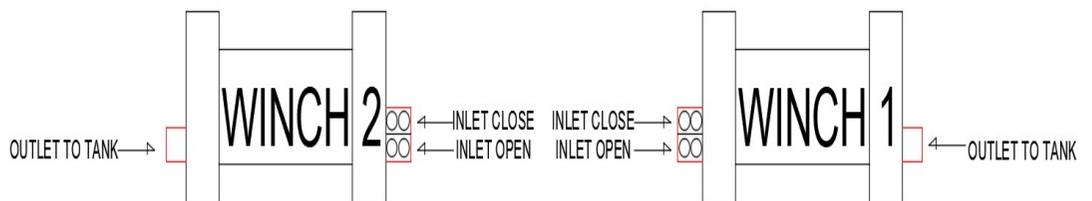
### 4.8.2 Sistem Buka Tutup Ramp Door Menggunakan Winch



Gambar 4.11 Sistem dengan Winch Tampak Samping

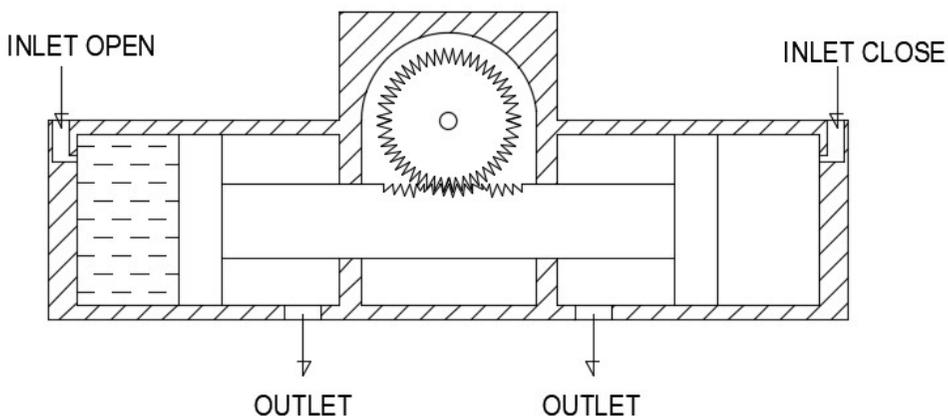


Gambar 4.12 Sistem dengan Winch View A



Gambar 4.13 Sistem dengan Winch View B Detail

Sistem buka tutup ramp door jenis ini menggunakan actuator hidrolis jenis actuator putar. Actuator ini adalah actuator yang menghasilkan gerakan putar atau torsi.

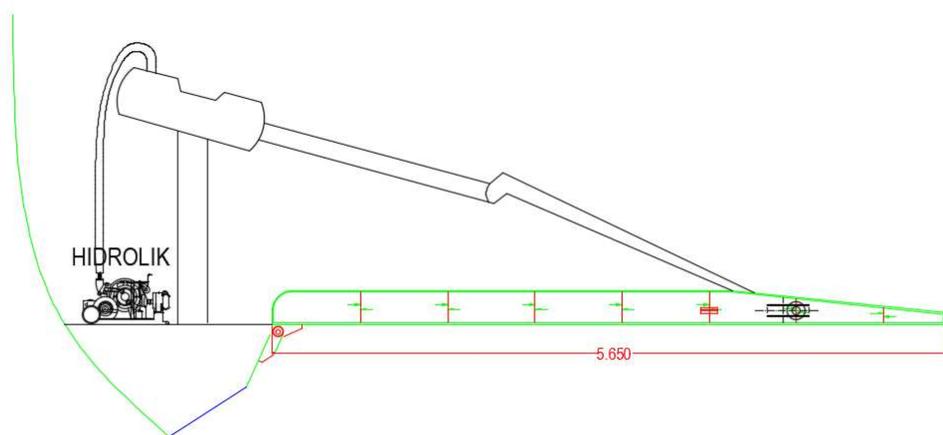


Gambar 4.14 Aktuator Putar

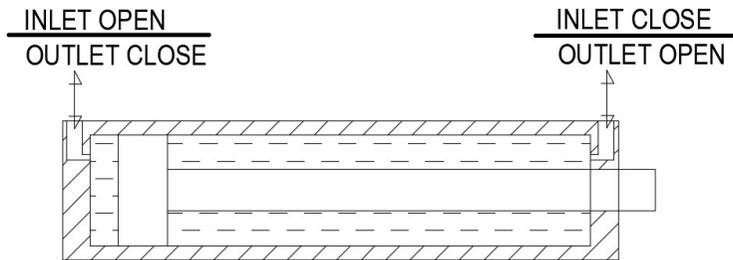


Gambar 4.15 Engsel

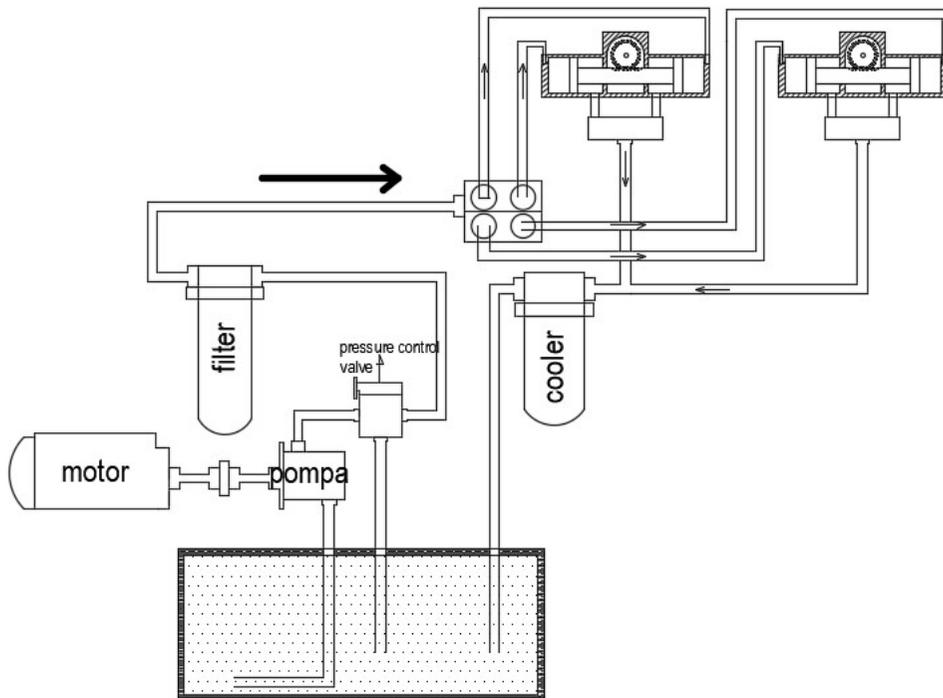
**4.8.2 Sistem Buka Tutup Ramp Door Menggunakan Piston**



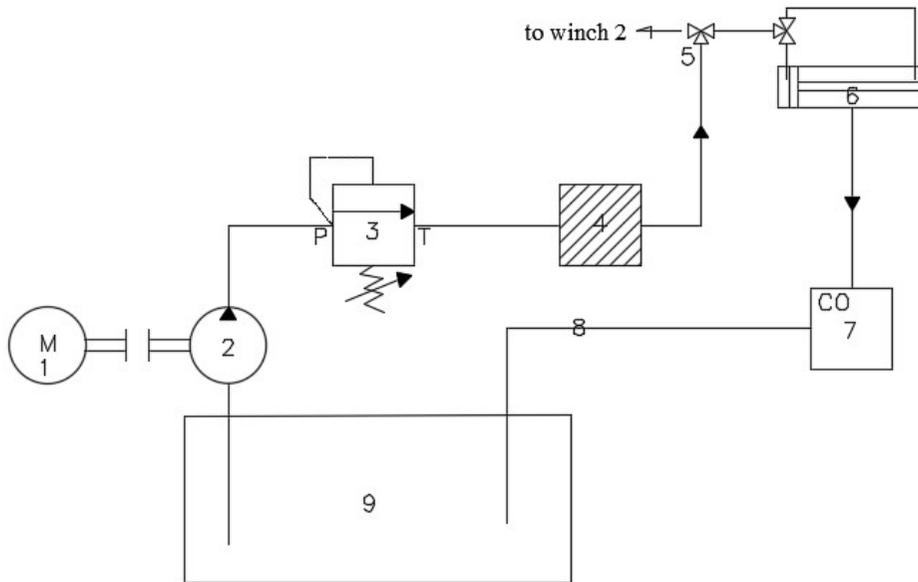
Gambar 4.16 Sistem Buka Tutup Ramp Door Menggunakan Lengan  
 Sistem ini mempunyai keunggulan tidak perlu konstruksi tambahan untuk tempat *pulley, winch*. Pada system ini menggunakan aktuator jenis linear silinder. Cara kerjanya sama dengan system sebelumnya hanya berbeda pada jenis aktuatornya.



Gambar 4.17 *Linear Slinder Actuator*



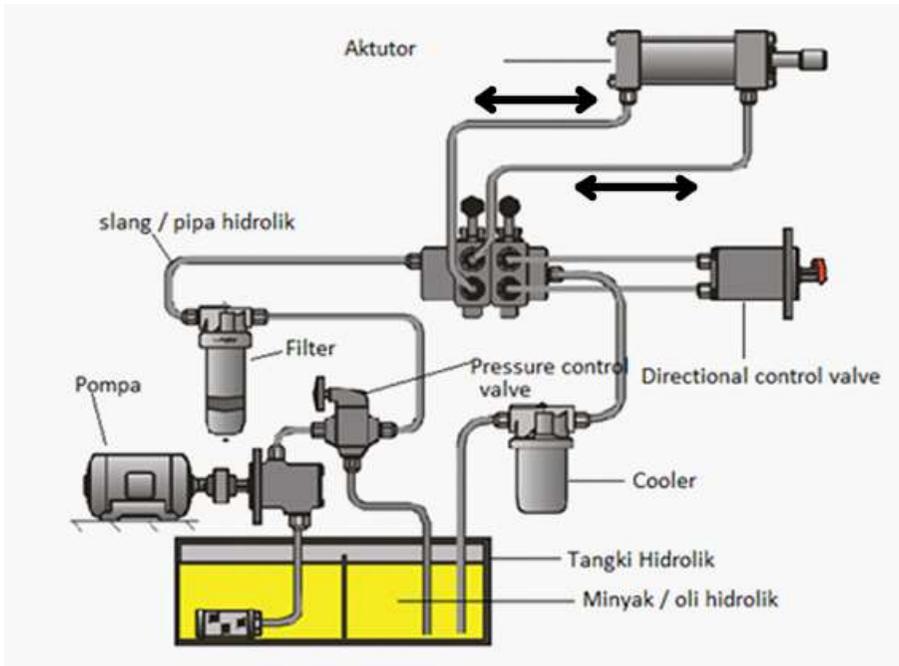
Gambar 4.18 *Komponen Sistem hidrolik alternative 1*



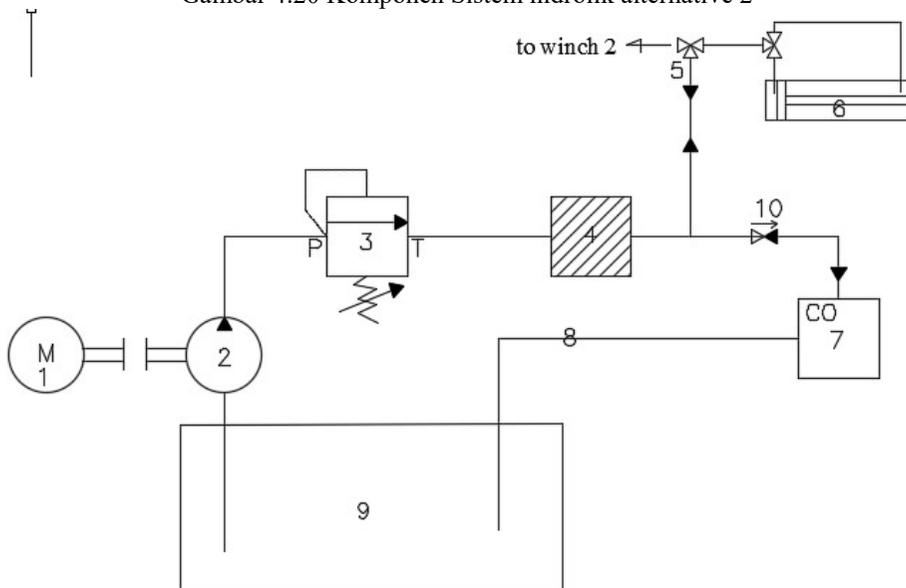
Gambar 4.19 Komponen Sistem hidrolik alternative 1

Keterangan gambar 4.19 :

1. Motor
2. Pompa EBARA GPF
3. Pressure Control
4. Filter
5. Directional Control Valve
6. Actuator winch 1
7. Cooler
8. Pipa/slang hidrolik
9. Fluida dalam tanki



Gambar 4.20 Komponen Sistem hidrolik alternative 2



Gambar 4.21 Komponen Sistem hidrolik alternative 2

Keterangan gambar 4.21 :

- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| 1. Motor                     | 6. Actuator Winch 1    |
| 2. Pompa EBARA GPF           | 7. Cooler              |
| 3. Pressure Control          | 8. Pipa/slang hidrolik |
| 4. Filter                    | 9. Fluida              |
| 5. Directional Control Valve | 10. Non return valve   |

## 4.9 Spesifikasi Komponen

### 4.9.1 Sistem Alternatif 1

Tabel 4.9 Spesifikasi komponen system 1

<b>Ramp Door Konvensional</b>	<b>Sandwich Plate System</b>
Massa Ramp door <b>7,5 ton</b>	Massa Ramp door <b>4,8 ton</b>
Hidrolik Power Pack <b>16 Kw</b>	Hidrolik Power Pack <b>9,5 kW</b>
Torsi pada motor <b>0,00173 kN/m</b>	Torsi pada motor <b>0,00102 kN/m</b>
Torsi pada Drum <b>0,917 kN/m</b>	Torsi pada Drum <b>0,544 kN/m</b>
Putaran pada Drum <b>8,59 rpm</b>	Putaran pada Drum <b>8,55 rpm</b>
Diameter Drum <b>448 mm</b>	Diameter Drum <b>448 mm</b>
Diameter sling <b>22,4 mm</b>	Diameter sling <b>20,2 mm</b>
Tegangan pada sling <b>29,59 Kn</b>	Tegangan pada sling <b>19,07 Kn</b>
Pompa <b>1 MPa</b>	Pompa <b>1 MPa</b>
Pompa <b>90 l/min</b>	Pompa <b>90 l/min</b>

### 4.9.2 Sistem Alternatif 2

Tabel 4.10 Spesifikasi komponen system 2

<b>Ramp Door Konvensional</b>	<b>Sandwich Plate System</b>
Massa Ramp door <b>7,5 ton</b>	Massa Ramp door <b>4,8 ton</b>
Hidrolik Power Pack <b>12,2 kW</b>	Hidrolik Power Pack <b>8,6 kW</b>
Tekanan pada Penampang <b>144 lbf/in<sup>2</sup></b>	Tekanan pada Penampang <b>144 lbf/in<sup>2</sup></b>
Diameter piston <b>500 mm</b>	Diameter piston <b>500 mm</b>
Diameter batang <b>200 mm</b>	Diameter batang <b>200 mm</b>
Gaya pada Ramp door <b>99,5 kN</b>	Gaya pada Ramp door <b>69,7 kN</b>
Pompa <b>1 MPa</b>	Pompa <b>1 MPa</b>
Pompa <b>90 l/min</b>	Pompa <b>90 l/min</b>

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

1. Konstruksi pada ramp door dengan menggunakan *Sandwich Plate System* (SPS) dapat mengurangi konstruksi memanjang maupun melintang pada konstruksi ramp door konvensional, karena beban yang diterima dipindahkan pada *Sandwich Plate* sehingga walaupun mengurangi konstruksi tetapi masih dapat menerima beban yang sama dalam batas toleransi.
2. Berat pada konstruksi ramp door konvensional adalah 7,5 ton sedangkan berat ramp door dengan menggunakan *Sandwich Plate System* adalah 4,8 ton. Hal ini sangat mungkin terjadi karena konstruksi dari SPS lebih sedikit dibandingkan dengan konstruksi dari ramp door konvensional. Walaupun pada lapisan permukaan pada SPS lebih tebal, tetapi lapisan inti elastomer yang terdapat pada SPS tidaklah berat sehingga SPS lebih ringan dibandingkan dengan ramp door konvensional.
3. Perbandingan dari system 1 yang mana menggunakan winch dan system 2 yang menggunakan system engsel atau piston dengan kecepatan buka-tutup yang sama yaitu 32 detik, dari perhitungan yang telah dilakukan terdapat perbedaan *power* yang dibutuhkan. Pada system 1 dengan ramp door konvensional adalah 16 kW dan pada ramp door SPS adalah 9,5 kW. Sedangkan pada system kedua *power* yang dibutuhkan pada ramp door konvensional adalah 12,2 kW dan pada ramp door SPS adalah sebesar 8,6 kW. System dengan menggunakan engsel/piston sedikit lebih kecil pada tenaga yang dibutuhkan.

### **5.2 Saran**

Saran yang diperlukan dalam pengembangan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jika dilakukan analisa yang lebih lanjut maka bisa dilakukan analisa ekonomi sehingga dapat dibandingkan sistem mana yang lebih efisien tidak hanya dari segi teknis saja.
2. Dilakukan simulasi pada kedua jenis ramp door sehingga dapat dianalisa apakah ramp door pada satu sistem sama besar kekuatannya dengan sistem yang lain.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**DAFTAR PUSTAKA**

- Baidowi, Achmad & Edy Utomo, 2015, "Penggunaan *Sandwich Plate System* (SPS) Pada Konstruksi Inner Bottom Plate", Surabaya, Indonesia.
- Brooking & Kennedy, 2004, "*The Performance, Safety and Production Benefits of SPS Structures for Double Hull Tankers*".
- Callister, D William Jr. *Material Science & Enggining*. 2006.
- Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd, "*Steel Sandwich Panel Construction*", DNV-GL, Norway, 2016.
- Hasbi, Muhammad, 2016, *Analisis Sistem Hidrolik Pengangkat Pada Alat Berat Jenis Wheel Loader Studi Kasus Dinas Pekerjaan Umum Kab. Bamboa, Kendari, Indonesia*.
- Llyod's Register, "*Provisional rules for the application of Sandwich panel construction to ship structure*", Llyod's Register, UK, 2007.
- Momcilovic.N and Motok.M, "*Estimation of Ship Lightweight Reduction by Means of Application of Sandwich Plate System*", Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Serbia, 2009.
- Murdianto, Fery, 2017, *Kajian Desain Ramp Door Pada Kapal Roro Port Link V, Bandung, Indonesia*.
- Nurgiantoro, Riky, 2018, *Analisa Kekuatan Corrugated Plate Dengan Memvariasikan Bentuk Plate Sheet Pada Design Ramp Door Kapal Motor Penumpang 1140 GT*", Indonesia.
- Pujo, Ir. Imam. Analisa kekuatan kontruksi side ramp door sistem wire rope pada KM. dharma kencana II akibat beban statis dengan metode elemen hingga. Semarang : Jurusan Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, 2011.
- Sarjito, Jokosisworo. Analisa Fatigue Kekuatan Stren Ramp Door Akibat Beban Dinamis Pada KM. Kirana I Dengan Metode Elemen Hingga Diskrit Elemen Segitiga Plane Stress. Semarang : Jurusan Teknik Perkapalan UNDIP, 2011.

## LAMPIRAN

### Perhitungan pada Sistem menggunakan Winch dengan *variable Sandwich Plate System*

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 P &= 9,5 \text{ kW} \\
 I_m &= 588 && \text{(pembagian rpm motor induk dengan reduksi gear)} \\
 D_{we} &= 448 \text{ mm} && \text{(diameter drum wire rope)} \\
 T_w &= 19,07 \text{ kN} && \text{(tegangan wire rope pada rampdoor plat biasa)} \\
 d_{wire} &= 20.2 \text{ mm} \\
 l_{angkat} &= 3.227 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Ditanya:

$$\begin{aligned}
 T &= \text{torsi pada motor penggerak?} \\
 T_d &= \text{torsi pada drum?} \\
 N_w &= \text{putaran pada poros drum?} \\
 V_t &= \text{kecepatan tarik?} \\
 T_{angkat} &= \text{waktu pengangkatan rampdoor?}
 \end{aligned}$$

Jawab:

a. mencari nilai T

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{P}{(2 \times 3.14 \times n)} \\
 T &= \frac{9,5}{(2 \times 3.14 \times 1204)} \\
 T &= 0.00102 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

b. mencari nilai T<sub>d</sub>

$$\begin{aligned}
 T_d &= T \times I_m \times \text{Volumetric efisiensi (effv)} \\
 T_d &= 0.00102 \times 588 \times 0.90 \\
 T_d &= 0,545 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

c. mencari nilai N<sub>w</sub>

$$\begin{aligned}
 N_w &= \left[ \frac{T_d \times 1000}{T_w} \right] - d_{wire \text{ rope}} \\
 N_w &= \left[ \frac{0,545 \times 1000}{19,07} \right] - 22.4 \\
 N_w &= 8,55 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

d. mencari kecepatan tarik

$$\begin{aligned}
 V_t &= \frac{N_w}{[3.14 \times (D_{we} \times 1000)]} \\
 V_t &= \frac{8,55}{[3.14 \times (448 \times 1000)]} \\
 V_t &= 6,082 \text{ m/menit}
 \end{aligned}$$

e. mencari waktu pengangkatan

$$\begin{aligned}
 t_{angkat} &= \frac{l_{pengangkatan} \times 60}{V_t} \\
 t_{angkat} &= \frac{3.277 \times 60}{6,082} \\
 t_{angkat} &= 32 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan pada Sistem menggunakan Lengan dengan *variable Sandwich Plate System***

$$F_1 = \frac{3,14}{4} (0,4^2 - 0,2^2) 114$$

$$= 10,738 \text{ lb}$$

$$= 47,766 \text{ kN}$$

$$F_2 = \frac{3,14}{4} 0,4^2 \times 114$$

$$= 15,669 \text{ lb}$$

$$= 69,701 \text{ kN}$$

Power yang dibutuhkan =  $\frac{\text{gaya} \times \text{jarak}}{\text{waktu}}$

$$= \frac{69,7 \times 3277}{32}$$

$$= 7.137 \text{ Watt}$$

$$= 7,137 \text{ kW}$$

**《Model GPF》  
Mechanical Seal Type**

Max discharge pressure  
**1.0MPa**

**Standard Accessories**

- Safety valve (Installed in pump) .....1
- Common base .....1
- Coupling .....1
- Coupling guard .....1

**Standard Specifications**

Model		GPF
Item		
Liquid	Liquid Type Temperature Viscosity	A.B.C. Heavy Oil, Turbine Oil 0-80°C 5-500mm <sup>2</sup> /s (cSt)
Suction Head		-0.05MPa (-0.5kgf/cm <sup>2</sup> )
Max. Suction Pressure		0.1MPa (1kgf/cm <sup>2</sup> )
Construction	Seal Bearing	Mechanical Seal Needle Type Roller Bearing
Connection		Screw Type
Material	Casing Gear Shaft	Cast Iron (FC200) Carbon Steel (S45C) Carbon Steel (S45C)

**Technical Data**

**50Hz**

( Motor Synchronous Speed:1500min<sup>-1</sup>  
Capacity is the case of turbine oil 60mm<sup>2</sup>/s (cSt) use.

Size	Connection	Type	Pole	Output (kW)	Max. Discharge Pressure (MPa) (kgf/cm <sup>2</sup> )	Capacity (L/min.)
12	Rc-3/8	12GPF	4	0.2 0.4	0.4 (4) 1.0 (10)	8.5
15	Rc-1/2	15GPF	4	0.4 0.75	0.4 (4) 1.0 (10)	17
20	Rc-3/4	20GPF	4	0.75 1.5	0.4 (4) 1.0 (10)	31
25	Rc-1	25GPF	4	1.5 2.2	0.6 (6) 1.0 (10)	54
32	Rc-1 1/4	32GPF	4	2.2 3.7	0.4 (4) 1.0 (10)	75
40	Rc-1 1/2	40GPF	4	2.2 3.7	0.6 (6) 1.0 (10)	105

**Technical Data**

**60Hz**

( Motor Synchronous Speed:1800min<sup>-1</sup>  
Capacity is the case of turbine oil 60mm<sup>2</sup>/s (cSt) use.

Size	Connection	Type	Pole	Output (kW)	Max. Discharge Pressure (MPa) (kgf/cm <sup>2</sup> )	Capacity (L/min.)
12	Rc-3/8	12GPF	4	0.2 0.4	0.4 (4) 1.0 (10)	10
15	Rc-1/2	15GPF	4	0.4 0.75	0.4 (4) 1.0 (10)	21
20	Rc-3/4	20GPF	4	0.75 1.5	0.4 (4) 1.0 (10)	37
25	Rc-1	25GPF	4	1.5 2.2	0.6 (6) 1.0 (10)	65
32	Rc-1 1/4	32GPF	4	2.2 3.7	0.4 (4) 1.0 (10)	90
40	Rc-1 1/2	40GPF	4	3.7 5.5	0.4 (4) 1.0 (10)	125



## BIODATA PENULIS



**Miftah Fauzi Majid** merupakan nama yang diberikan Bapak Sujiwo dan Ibu Lusi Astuti kepada penulis. Dilahirkan di Wonogiri pada 5 November 1996 sebagai anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis dibesarkan di lingkungan Desa Batuwarno, Kecamatan Batuwarno, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Penulis memulai studi di SDN 1 Batuwarno selama enam tahun dan lulus pada tahun 2008. Melanjutkan jenjang berikutnya di SMPN 1 Wonogiri (2009-2011) dan SMA Negeri 1 Wonogiri, Wonogiri, Jawa Tengah. Lulus SMA pada 2014 dan melanjutkan kembali jenjang perguruan tinggi Diploma di Universitas Diponegoro Semarang. Mengambil Jurusan Teknik Perkapalan (2014-2017), dan selanjutnya melanjutkan Strata 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Dalam perkuliahan penulis mengambil penelitian untuk Tugas Akhir pada bidang studi *Marine Manufacture and Design* (MMD). Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan akademis maupun non-akademis. Untuk kegiatan non-akademis penulis aktif diluar kampus sebagai peserta maupun penitia dalam beberapa kompetisi Cabang Olahraga seperti Futsal dan sepak bola. Kegiatan lainnya penulis juga menjadi pengurus himpunan sebagai Staf Seni di Departemen Minat dan Bakat Himpunan D-III Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.