



TUGAS AKHIR - ME 141501

**ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN SISTEM SAMBUNGAN PADA
KNOCK DOWN RIVER FERRY**

**CAHYO PUTRO INDRO SUSENO
NRP 4215 105 005**

**Dosen Pembimbing :
Edi Jadmiko, ST, MT
Irfan Syarif Arief, ST., MT**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017**



TUGAS AKHIR - ME 141501

**ANALYSIS OF STRESS DISTRIBUTION CONNECTION SYSTEM TO
KNOCK DOWN RIVER FERRY**

**CAHYO PUTRO INDRO SUSENO
NRP 4215 105 005**

Supervisor :

Edi Jadmiko, ST, MT

Irfan Syarif Arief, ST., MT

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Ocean Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN SISTEM SAMBUNGAN PADA
KNOCK DOWN RIVER FERRY**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Manufacturing and Design
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Cahyo Putro Indro Suseno

NRP 4215 105 005

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Edi Jadmiko, ST, MT

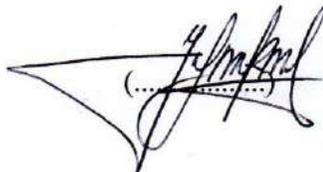
NIP. 1978 0706 2008 01 1012



(.....)

Irfan Syarif Arief, ST., MT.

NIP. 1969 1225 1997 02 1001



(.....)

SURABAYA, JULI 2017

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN SISTEM SAMBUNGAN PADA

KNOCK DOWN RIVER FERRY

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Manufacturing and Design
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

CAHYO PUTRO INDRO SUSENO

NRP 4215 105 005

Disetujui Oleh

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT.

NIP. 1997 0802 2008 01 1007

Surabaya, Juli 2017

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN SISTEM SAMBUNGAN PADA KNOCK DOWN RIVER FERRY

Nama Mahasiswa : Cahyo Putro Indro Suseno
NRP : 4215105005
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : 1. Edi Jadmiko, ST., MT.
2. Irfan Syarif Arief, ST., MT.

Abstrak

Sungai musi merupakan sungai yang lebar dan panjang yang digunakan warga sekitar sebagai sarana hilir mudik. Transportasi sungai menjadi pilihan utama warga sekitar meskipun sudah banyak infrastruktur lainnya. Hingga sekarang, transportasi sungai tetap menjadi pilihan terbaik dikarenakan memiliki waktu tempuh yang relatif singkat dibandingkan dengan jalur darat.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan solusi sederhana yang cukup baik, efektif dan cepat ketika dibutuhkan, maka dari itu dibuatlah desain Knock Down River Ferry. Knock Down River Ferry terdiri dari ponton – ponton dengan ukuran tertentu, ponton- ponton dirakit menjadi sebuah kapal dengan kelebihan ponton yang mudah pindahkan atau diangkut perbagian dan dapat dirakit sesuai dengan keadaan sungai yang akan dilewati, serta mudah dirakit di lokasi dalam beberapa hari. Pada kapal dilakukan identifikasi dan perumusan masalah tentang bagaimana desain tentang desain knock down sambungan pada kapal sehingga distribusi beban yang terjadi dapat merata.

Dalam proses Analisa didapatkan kekuatan dari pengunci dengan Analisa kondisi berbagai kondisi kapal, tegangan (stress) terbesar terletak pada pengunci nomer 10 dalam kondisi kapal bergerak dengan kecepatan 8 knot sebesar 30.71 MPa dengan safety factor 8.95 dan terendah pada pengunci nomer 1 pada kondisi kapal floating dengan tegangan sebesar 0.91 MPa

Kata Kunci : Kapal Ponton, Knock Down, Distribusi Beban, Sistem Sambungan, Penyeberangan sungai

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALYSIS OF STRESS DISTRIBUTION CONNECTION SYSTEM TO KNOCK DOWN RIVER FERRY

Nama Mahasiswa : Cahyo Putro Indro Suseno
NRP : 4215105005
Jurusan : Marine Engineering
Dosen Pembimbing : 1. Edi Jadmiko, ST., MT.
2. Irfan Syarif Arief, ST., MT.

Abstract

Musi river is a wide and very long river used by local citizen for the fro. Water transportation remains the choice of local citizen though other infrastructure was built. Hence today, water transportation remains best choice because it has better time compared to landline.

This research aims to get simple solution which is quite good, effective, and quick when needed, then author made Knock Down River Ferry design. Knock Down River Ferry consists of certain size pontoon. Of course this ferry have advantages in moving and assembling. This pontoon can easily assembled in few day and various river width. In this Research there is problem identification and formulation about pontoon joints design of the ferry so force can distributed evenly when receive load.

The analysis process obtained the strength of the lock with the variety conditions of the ships, the largest stress lies on the lock number 10 on the ship moving conditions with a speed of 8 knots for 31.85 MPa with safety factor 8.635 and the lowest on the lock number 1 on the floating condition with stress for 0.91 MPa

Keywords : Pontoon Ship, Knock Down, Load Distribution, Connection System, River Ferry.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa saya ucapkan ke junjungan Nabi besar Muhammad Rasulullah SAW.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Kepada Tuhan yang maha esa yang selalu memberikan kemudahan untuk saya.
- Bpk Bambang Kusbiyanto, Ibu Tatik Suyati, Orang tua saya yang selalu mendukung dan berdoa untuk saya.
- Mas Alm.Arief Prasetyo dan Mas Bakti Nugroho, Kakak yang selalu mensupport dan mengajarkan pengalamannya hingga menjadi saya yang sekarang
- Bpk. DR. Eng. M. Badrus Zaman, ST.,MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
- Bpk. Adi Kurniawan, ST., MT. Selaku Dosen wali.
- Bpk. Edi Jadmiko, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I.
- Bpk. Irfan Syarif Arief, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II.
- Teman seperjuangan Lintas jalur Teknik Sistem Perkapalan angkatan 2015 semester ganjil.
- Dian Puspitaningtyas yang selalu mendukung dan berdoa untuk kelancaran dan motifasi saya
- Serta seluruh orang yang mendukung terselesaikannya tugas akhir ini.

Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan serta ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca sekalian.

Akhir kata terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Juli 2017

Penyusun.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Basalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Literatur Review	5
2.2. Kapal Ponton	6
2.3. Metode Knock Down	7
2.4. Keseimbangan Titik Simpul	8
2.5. Tegangan	9
2.6. Kriteria Dasar Perencanaan Sambungan	9
2.7. Deformasi	10
2.8. Faktor Keamanan.....	10
2.9. Konsep Perancangan Kapal	11
2.10. Tahanan Kapal.....	11
2.11. Stabilitas Kapal.....	12
2.12. Gaya yang Bekerja pada Lambung Kapal	13
2.13. Tegangan yang diizinkan.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1. Identifikasi Masalah	17
3.2. Studi Literatur.....	17
3.3. Desain <i>Lines Plan</i>	18
3.4. Desain Sambungan	18
3.5. Desain <i>General Arrangement</i>	18
3.6. Analisa Kekuatan Beban	18
3.7. Kesimpulan.....	18
3.8. Diagram Metodologi Penulisan	19
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Kapal Ponton	19
4.2. Penentuan ukuran Utama.....	19
4.3. Desain Lambung Kapal	20
4.4. Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>)	22
4.4.1. Lashing Point.....	22

4.4.2. Wheel Chock	22
4.4.3. Perhitungan Kontruksi	23
4.4.4. Payload	24
4.4.5. Exle Load.....	24
4.5. Desain Sambungan	25
4.6. Pemodelan Lambung Pontoon.....	27
4.7. Pemodelan Sambungan Antar Blok.....	28
4.8. Analisa Kekuatan pengunci	30
4.8.1. Proses Analisa Pemodelan Pengunci	30
4.8.2. Analisa Pengunci	32
4.8.3. Analisa Assembly Pengunci	34
4.9. Analisa Kekuatan Kondisi Kapal Floating dan Sailing Tanpa Muatan	36
4.9.1. Kapal Floating Tanpa Muatan	39
4.9.2. Kapal Sailing Tanpa Muatan	42
4.10. Analisa Kekuatan Kondisi Kapal Floating dan Sailing Muatan Penuh	44
4.10.1. Kapal Floating Muatan Penuh.....	47
4.10.2. Kapal Sailing Muatan Penuh.....	50
4.11. Hasil Analisa Kekuatan Sambungan	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	
BIODATA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kapal Ponton.....	4
Gambar 2.2	Sambungan Metode <i>Knock Down</i>	5
Gambar 2.3	Konstruksi pertama; kapal sebagai sebuah balok.....	6
Gambar 2.4	Konstruksi kedua; konstruksi datar berpenegar	6
Gambar 2.5	Konstruksi ketiga; Pelat diantara penegar	6
Gambar 4.1	Rancangan Pontoon.....	20
Gambar 4.2	Pandangan Samping	20
Gambar 4.3	Pandangan Atas.....	21
Gambar 4.4	Pandangan Depan.....	21
Gambar 4.5	Kalkulasi <i>Hydrostatic</i>	21
Gambar 4.6	<i>Lifting and Lashing Point</i>	22
Gambar 4.7	<i>Wheel Chock</i>	23
Gambar 4.8	Berat Truk yang diizinkan.....	24
Gambar 4.9	Rencana penempatan muatan	24
Gambar 4.10	Axle Load Distribusi Beban Kendaraan.....	25
Gambar 4.11	Standard Sambungan.....	26
Gambar 4.12	Perencanaan Sambungan Pengunci A.....	26
Gambar 4.13	Perencanaan Sambungan Pengunci B	26
Gambar 4.14	Perencanaan Titik Sambungan	27
Gambar 4.15	Pemodelan block middle	27
Gambar 4.16	Pemodelan block AP.....	27
Gambar 4.17	Pemodelan block FP.....	28
Gambar 4.18	Sambungan tampak samping.....	28
Gambar 4.19	Sambungan tampak atas.....	28
Gambar 4.20	Detail Sambungan Pengunci Pontoon.....	29
Gambar 4.21	Pemodelan Sambungan	30
Gambar 4.22	Mass Properties pengunci.....	30
Gambar 4.24	Pemilihan Material pada <i>Software Solidwork 2017</i>	31
Gambar 4.25	kondisi sarat penuh pada software Maxsurf	32
Gambar 4.26	Hasil <i>Stress Analysis</i> pengunci beban dari bawah.....	33
Gambar 4.27	Hasil <i>Safety Factor</i> pengunci beban dari bawah.....	33
Gambar 4.28	Hasil <i>Stress Analysis</i> pengunci beban tarik samping	34
Gambar 4.29	Hasil <i>Safety Factor</i> pengunci beban tarik samping.....	34
Gambar 4.30	Hasil <i>Stress Analysis assembly</i> pengunci beban dari bawah.....	35
Gambar 4.31	Hasil <i>Safety Factor assembly</i> pengunci beban dari bawah	35
Gambar 4.32	Hasil <i>Stress Analysis assembly</i> pengunci beban tarik samping.....	35
Gambar 4.33	Hasil <i>Safety Factor assembly</i> pengunci beban tarik samping	35
Gambar 4.34	Kondisi sarat kosong pada software Maxsurf	37
Gambar 4.35	Penomoren sambungan muatan kosong	38
Gambar 4.36	Gaya Pembebanan Kapal Tanpa muatan.....	38
Gambar 4.37	Distribusi Pembebanan Kapal Tanpa muatan	39
Gambar 4.38	Hasil <i>Stress Analysis</i> sambungan No.1 Floating Muatan kosong	39
Gambar 4.39	Hasil <i>Safety Factor Analysis</i> sambungan No.1 Floating Muatan kosong	40

Gambar 4.40 Hasil <i>Displasment Analysis</i> sambungan No.1 Floating Muatan kosong	40
Gambar 4.41 Hasil <i>Stress Analysis</i> sambungan No.5 Floating Muatan kosong	41
Gambar 4.42 Hasil <i>Safety Factor Analysis</i> sambungan No.5 Floating Muatan kosong	41
Gambar 4.43 Hasil <i>Displasment Analysis</i> sambungan No.5 Floating Muatan kosong	42
Gambar 4.44 Pembebanan Kapal Sailing Tanpa Muatan.....	42
Gambar 4.45 Hasil <i>Stress Analysis</i> sambungan No.1 Sailing Tanpa Muatan .	43
Gambar 4.46 Hasil <i>Safety Factor Analysis</i> sambungan No.1 Sailing Tanpa Muatan.....	43
Gambar 4.47 Hasil <i>Displasment Analysis</i> sambungan No.1 Sailing Tanpa Muatan.....	44
Gambar 4.48 Kondisi sarat penuh pada software Maxsurf	45
Gambar 4.49 Penomoren sambungan Muatan Penuh.....	46
Gambar 4.50 Pembebanan muatan penuh.....	47
Gambar 4.51 Hasil <i>Stress Analysis</i> sambungan No.1 Floating Muatan Penuh	47
Gambar 4.52 Hasil <i>Safety Factor Analysis</i> sambungan No.1 Floating Muatan Penuh.....	48
Gambar 4.53 Hasil <i>Displasment Analysis</i> sambungan No.1 Floating Muatan Penuh.....	48
Gambar 4.54 Hasil <i>Stress Analysis</i> sambungan No.5 Floating Muatan Penuh	49
Gambar 4.55 Hasil <i>Safety Factor Analysis</i> sambungan No.5 Floating Muatan Penuh.....	49
Gambar 4.56 Hasil <i>Displasment Analysis</i> sambungan No.5 Floating Muatan Penuh.....	50
Gambar 4.42 Hasil <i>Stress Analysis</i> sambungan No.1 Sailing Muatan Penuh .	50
Gambar 4.57 Hasil <i>Safety Factor Analysis</i> sambungan No.1 Sailing Muatan Penuh.....	51
Gambar 4.58 Hasil <i>Displasment Analysis</i> sambungan No.1 Sailing Muatan Penuh.....	51
Gambar 4.59 Hasil <i>Stress Analysis</i> sambungan No.5 Sailing Muatan Penuh .	52
Gambar 4.60 Hasil <i>Safety Factor Analysis</i> sambungan No.5 Sailing Muatan Penuh.....	52
Gambar 4.61 Hasil <i>Displasment Analysis</i> sambungan No.5 Sailing Muatan Penuh.....	53

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai Musi merupakan sebuah sungai yang terletak di provinsi Sumatera Selatan. Sungai ini memiliki panjang 750 km, lebar rata-rata 540 meter (lebar terpanjang 1.350 meter) berada di sekitar Pulau Kemaro dan (lebar terpendek 250 meter) berlokasi di sekitar Jembatan Musi II dan kedalaman 15-20 meter. Sungai Musi memiliki dua pulau yaitu Kembaro (Kemaro) dan Kerto. Ketiga sungai besar lainnya adalah Sungai Komering dengan lebar rata-rata 236 meter, Sungai Ogan dengan lebar rata-rata 211 meter dan Sungai Keramasan dengan lebar rata-rata 103 meter, selain itu sungai ini merupakan yang terpanjang di pulau Sumatera dan membelah Kota Palembang menjadi dua bagian. Pusat transportasi air di Palembang berada di dermaga Plasa Benteng Kuto Besak (BKB) Palembang, tepatnya di bawah Jembatan Ampera .

Alur sungai yang lebar dan memanjang sangat pas dijadikan andalan warga untuk hilir mudik. Jalur transportasi air itu tetap menjadi pilihan warga setempat meski berbagai infrastruktur modern dibangun di Provinsi Sumatera Selatan. Perjalanan ke Kabupaten OKI (Ogan Komering Ilir) bisa ditempuh dengan jalur darat dengan waktu tempuh sekitar 5-6 jam. Oleh Karena itu hingga saat ini alur sungai tetap menjadi pilihan terbaik karena hanya memiliki waktu tempuh sekitar 1,5-2 jam saja

Karena pembangun jembatan memakan waktu dan mungkin biaya mahal, Sebuah solusi sederhana yang cukup baik dan efektif serta cepat ketika diperlukan. Knock Down River Ferry adalah solusi dari permasalahan tersebut. *Knock Down River Ferry* sendiri merupakan sebuah kapal yang dapat dibongkar pasang sesuai dengan keadaan sungai yang akan dilewati dan dapat diangkut perbagian, dan mudah dirakit di lokasi dalam beberapa hari. Ditujukan mampu mengangkut truck atau kendaraan transportasi lain yang kosong maupun penuh muatan. Bongkar muat barang dapat dilakukan di mana saja dan memiliki draft yang dangkal sehingga memudahkan pendaratan dan tidak membutuhkan pelabuhan yang besar

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan desain sebuah kapal *Knock Down River Ferry* dengan menganalisa sambungan kapal metode *knock down* dengan distribusi gaya yang terjadi

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dikaji dalam Tugas Akhir adalah:

1. Bagaimana merencanakan desain kapal *Knock Down River Ferry*
2. Bagaimana merencanakan dan analisa distribusi tegangan pada sambungan

1.3. Tujuan

Dari permasalahan yang dikemukakan, adapun tujuan dari tugas akhir ini, sebagai berikut :

1. Merancang desain lambung serta gambar *general arrangement* untuk *Knock Down River Ferry*
2. Merencanakan dan menganalisis distribusi tegangan pada sambungan

1.4. Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pembahasan pada Tugas Akhir ini, maka diperlukan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Tidak membahas sistem kelistrikan kapal.
2. Pada tugas akhir ini hanya merencanakan bentuk lambung kapal dan *layout general arrangement*, serta analisa kekuatan pada sambungan

1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menjadi referensi mengenai desain bentuk lambung dan gambar rencana umum kapal *Knock Down River Ferry*
2. Menjadi referensi desain sebuah sambungan yang dapat diterapkan pada objek yang lain

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Literatur Review

Jurnal	Judul	Pembahasan
Adnyani Putri, Walujo R, Murdjito. 2012	Analisa kekuatan Geladak Kapal Tongkang Dengan Pendekatan <i>Ultimate</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Structure Barge - Analisa Tegangan - Penentuan Beban Maksimum - Software : Maxsurf dan ANSYS
Utama Danu, Wasis Dwi Aryawan. 2013	Perancangan <i>Integrated Tug-Barge (ITB)</i> Pengangkut CNG (<i>Compressed Natural Gas</i>) yang Sesuai Untuk Perairan Sembakung-Nunukan	<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran Optimal Barge - Penentuan Trim, freeboard (Load Lines), displasemen, dan stabilitas IMO. - Software: Maxsurf dan Solver (Ms.Excel)
Sugeng, Sunars.2010	Dampak Pelayaran Kapal Laut Di Alur Sungai Musi	<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran Optimal Barge - Ms.Excel
Cheng Yong, Chunyan Ji, Gangjun Zhai. 2016	Hydroelastic analysis of Oblique Irregular Waves With a Pontoon-Type VLFS Edges With Dual Inclined Perfomated Plates	<ul style="list-style-type: none"> - Pontoon -Type VLFS Edges - Penentuan Tahanan dan Stabilitas

2.2. Kapal Ponton

Tongkang atau Ponton adalah suatu jenis kapal yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan kapal tunda atau digunakan untuk mengakomodasi pasang-surut seperti pada dermaga apung. Kapal jenis ini banyak digunakan di Indonesia terutama pada jalan-jalan yang terputus oleh adanya sungai, waduk ataupun danau. Ponton digunakan juga untuk mengangkut mobil menyeberangi sungai, di daerah yang belum memiliki jembatan. Ponton/rakit dibangun diatas dua atau lebih perahu atau drum-drum yang disusun yang biasanya digunakan untuk mengangkut/menyeberangkan mobil

Untuk keperluan wisata, ponton juga masih digunakan. Untuk meningkatkan kestabilan kapal biasanya digunakan dua ponton yang digabungkan secara paralel.tongkang sendiri tidak memiliki sistem pendorong (propulsi) seperti kapal pada umumnya. Pembuatan kapal tongkang juga berbeda karena hanya

konstruksi saja, tanpa sistem seperti kapal pada umumnya. Tongkang sendiri umum digunakan untuk mengangkut muatan dalam jumlah besar seperti kayu, batubara, pasir dan lain-lain.

Di negara maju sekalipun, masih banyak digunakan ponton untuk menyeberangkan orang, ataupun kendaraan pada lintas-lintas yang permintaannya masih kecil tetapi belum tersedia jembatan.



Gambar 2.1 Kapal Ponton

2.3. Metode Knock Down

Metode bongkar pasang atau istilah yang lebih populernya adalah knock down merupakan metode yang banyak digunakan untuk perakitan.

Metode bongkar pasang ini bertujuan diantaranya :

- Memudahkan dalam mobilitas atau transportasi.
- Memudahkan untuk proses perawatan atau penggantian komponen bagian-bagian dalam.
- Memudahkan dalam operasional pekerjaan.
- Konstruksi menjadi lebih sederhana
- Penggunaan lebar bahan dan jenis dapat dengan mudah diterapkan dalam perakitan.

Proses perakitan dengan metode knock down pada umumnya menggunakan sambungan baut dan mur ataupun screw. Perakitan dengan metode ini harus dilakukan secara teliti, terutama dalam hal pengeboran lubang-lubang yang akan dirakit. Pengeboran lubang-lubang ini biasanya dilakukan dengan memberi posisi dasar pemasangan. Lubang yang tidak tetap lebih besar dari lubang yang tetap.



Gambar 2.2 Sambungan Metode *Knock Down*

2.4. Beban-beban pada kapal

Berikut diberikan contoh daftar beban-beban penting yang bekerja pada kapal yang dikumpulkan menjadi tiga kelompok utama:

Beban statis.

- Gaya tekan air keatas.
- Berat bagian konstruksi kapal.
- Berat muatan dan barang barang lain di dalam kapal.
- Reaksi tumpuan pada waktu kapal kandas atau di dok.

Beban quasi statis.

- Gaya tekan ombak.
- Gaya-gaya tekan dinamis karena gerakan kapal.
- Gaya inersia = massa kapal dan muatannya x percepatan.
- Gaya tarik tali tunda, gaya dorong baling-baling.
- Gaya akibat gerakan muatan cair dalam tangki-tangki.

Beban dinamis.

- Beban sesaat karena “slamming”
- Damparan ombak pada dinding-dinding bangunan atas atau haluan yang melebar.
- Beban berat air yang naik ke geladak.
- Benturan dengan kapal lain, kapal tunda atau dermaga.

2.5. Sifat-Sifat Umum Respons Konstruksi Kapal Terhadap Beban.

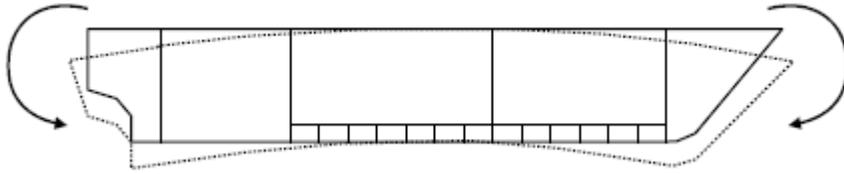
Sebuah kapal terdiri dari beberapa konstruksi datar yang saling berpotongan, misalnya pelat dasar, sekat dan pelat samping/lambung. Konstruksi datar ini mungkin terdiri dari pelat yang disangga suatu sistem penegar. Untuk mudahnya berdasarkan respon dari bangunan keseluruhan dan dari masing-masing bagian, respon bagian-bagian konstruksi dibagi menjadi respon pertama, kedua, dan ketiga sebagai berikut :

Respon pertama : tegangan dan lenturan badan kapal yang berlaku sebagai sebuah kapal.

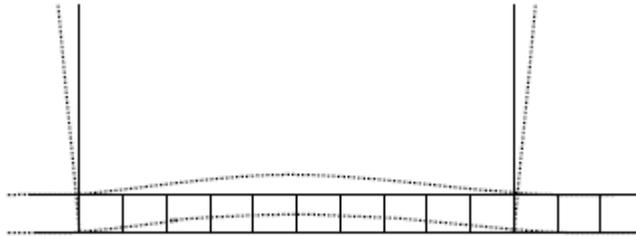
Respon kedua : tegangan dan lenturan dari konstruksi datar besar yang berpenegar, misalnya bagian dari pelat yang terletak antara dua sekat lintang.

Respon ketiga : tegangan dan lenturan bagian pelat atau kulit diantara penegar-penegar.

Bagian-bagian tersebut dijelaskan pada Gambar 2.3 sampai dengan Gambar 2.5 dan diberikan juga perbandingan antara respon konstruksi pertama, kedua, dan ketiga dalam Tabel 2.1 menurut St. Denis (1954)



Gambar 2.3 Konstruksi pertama; kapal sebagai sebuah balok



Gambar 2.4 Konstruksi kedua; konstruksi datar berpenegar



Gambar 2.5 Konstruksi ketiga; Pelat diantara penegar

Tabel 2.1 Penjelasan Perbandingan Sifat Respon Kontruksi kapal

Sifat	Konstr. pertama	Konstr. kedua	Konstr. ketiga
Kekuatan dalam bi-dang pembebanan	Hampir tak terhingga	Terbatas	Kecil
Pembebanan	Dalam bidang kons-truksi	Tegak lurus bidang konstruksi	Tegak lurus bidang konstruksi
Tegangantegangan	Tarik, tekan, geser	Lengkung dan geser	Lengkung dan geser, membran
Jenis konstruksi	Kulit, sekat, geladak, alas dalam, dibebani dalam bidangnya	Hanya konstruksi berpenegar ; kulit, sekat, geladak, dasar ganda dan lain-lain.	Semua pelat tak ber-penegar.
Batas ditentukan oleh	Tak tertentu	Konstruksi pertama, tempat kedudukan titik-2 dengan momen lengkung sama dengan nol.	Konstruksi kedua

Keterangan mengenai beban yang dibutuhkan dalam perhitungan tiap bagian respon konstruksi diberikan dibawah ini.

Pertama : penyebaran memanjang dari berat, gaya tekan keatas, penyebaran memanjang dari gaya gelombang dinamis dan gaya inersia.

Kedua : penyebaran memanjang dan melintang dari gaya tekan cairan dan beban beban lain dari pada bidang konstruksi datar.

Ketiga : penyebaran memanjang dan melintang dari gaya tekan cairan dan beban beban lain dari pada bidang konstruksi datar.

2.6. Keseimbangan Titik Simpul

Dalam kontruksi rangka batang terdapat gaya batang yang bekerja di tiap-tiap batangnya. Supaya Kontruksi berada dalam keadaan seimbang maka seluruh simpul harus dalam keadaan seimbang. Sehingga perlu dilakukan perhitungan supaya diketahui gaya batang ditiap-tiap batangnya. Dalam menghitung gaya batang suatu rangka dapat dilakukan dengan beberapa cara, namun hanya akan dijelaskan mengenai metode keseimbangan titik simpul.

Keseimbangan titik simpul merupakan metode untuk mencari gaya secara analisis, dimana keseimbangan titik simpul kontruksi rangka batang dianggap sebagai gabungan batang dan titik hubung. Gaya batang diperoleh dengan meninjau keseimbangan titi simpulnya.

2.7. Tegangan

Tegangan menunjukkan kekuatan gaya yang menyebabkan perubahan bentuk benda. Maka tegangan didefinisikan sebagai gaya/beban total (F) pada suatu penampang dibagi dengan luas penampang yang dikenainya. Tegangan biasanya dinyatakan dengan σ .

Berikut merupakan formula dari Tegangan

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana, $\sigma = \text{Tegangan } \left(\frac{N}{A^2}\right)$

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (m²)

Regangan dalam batang yang berada dalam keadaan Tarik didefinisikan sebagai perpanjangan dari batang dibagi dengan panjang batang semula. Regangan dinyatakan dengan ϵ . Sehingga didapat

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana, $\epsilon = \text{Regangan}$

$\Delta l = \text{Pertambahan panjang (m)}$

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

2.8. Kriteria Dasar Perencanaan Sambungan

a. Kekuatan (*strength*)

Dari segi kekuatan, sambungan harus kuat menahan momen, gaya geser, gaya aksial yang dipindahkan dari elemen yang satu ke elemen yang lainnya beserta gaya skunder yang ditimbulkannya.

b. Kekakuan (*stiffness*)

Kekakuan sambungan secara menyeluruh sangatlah penting, antara lain untuk menjaga lokasi semua komponen struktur satu sama lain. Menurut kekakuannya, sambungan dapat dibagi atas:

- Sambungan Diffinitif, berarti tidak dapat dibuka lagi tanpa merusak alat-alat penyambungan.
- Sambungan Tetap, berarti bagian-bagian yang disambung tidak dapat bergerak lagi.
- Sambungan Sementara, berarti dapat dibuka lagi tanpa merusak alat-alat penyambungannya.
- Sambungan Bergerak, berarti sambungan ini memungkinkan pergerakan yang dibutuhkan menurut perhitungan statis pada bagian-bagian yang disambung.

c. Ekonomis

Sambungan harus cukup sederhana, biaya fabrikasi yang murah tapi memenuhi syarat cukup kuat dan mudah dalam pelaksanaannya atau praktis.

2.9. Deformasi

Deformasi terjadi bila bahan mengalami gaya. Selama deformasi, bahan menyerap energi sebagai akibat adanya gaya yang bekerja sepanjang deformasi. Sekecil apapun gaya yang bekerja, maka benda akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran. Perubahan ukuran secara fisik ini disebut sebagai deformasi. Deformasi ada dua macam, yaitu deformasi elastis dan deformasi plastis. Deformasi elastis adalah deformasi yang terjadi akibat adanya beban yang jika beban ditiadakan, maka material akan kembali seperti ukuran dan bentuk semula, sedangkan deformasi plastis adalah deformasi yang bersifat permanen jika bebannya dilepas.

2.10. Faktor Keamanan

Faktor keamanan adalah factor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik menerima beban dari luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Gaya yang diperlukan agar terjadi tingkat optimal bahan didalam menahan beban dari luar sampai akhirnya menjadi pecah disebut dengan beban ultimate (*Ultimate Load*). Dengan membagi beban ultimate ini dengan luas penampang, kita akan memperoleh kekuatan ultimate (*ultimate strength*) atau tegangan (*ultimate stress*) dari suatu bahan. Untuk desain bagian-bagian struktur tingkat tegangan disebut tegangan ijin (*allowes stress*) dibuat benar-benar lebih rendah dari pada kekuatan ultimate yang diperoleh dari pengujian statis. Hal ini penting untuk berbagi pertimbangan. Besar gaya yang didapat bekerja pada bangunan yang dirancang jarang diketahui secara pasti. Karena tegangan dikalikan luas sama dengan gaya, maka tegangan ijin dari

ultimate dapat diubah dalam bentuk gaya atau beban yang diijinkan dan ultimate yang dapat ditahan.

2.11. Konsep Perancangan Kapal

Konsep perencanaan kapal tidak terlepas pada konsep design spiral, bahwa suatu kapal untuk dapat dibuat harus memenuhi segala aspek yang tercantum dalam spiral design, hal ini membuat perencanaan kapal menjadi kompleks dikarenakan adanya peninjauan kembali untuk mengecek kualitas dari hasil perencanaan dan produksi. Sehingga untuk merencanakan sebuah kapal maka harus mempertimbangkan beberapa aspek, yaitu daerah pelayaran, kondisi perairan, dan kapasitas *load* (muatan).

2.12. Tahanan Kapal

Kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu akan mengalami gaya hambat (tahanan atau resistance) yang berlawanan arah dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya hambatan kapal sangat dipengaruhi oleh kecepatan kapal (V_s), berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup oleh air (Displacement), dan bentuk badan kapal (Hull form).

Berdasarkan pada proses fisiknya (*Couser 1977*) mengemukakan bahwa hambatan kapal yang bergerak di permukaan air terdiri dari dua komponen utama yaitu tegangan normal (*normal stress*) dan tegangan geser (*tangential stress*). Tegangan normal berkaitan dengan hambatan gelombang (*wave making*) dan tegangan viskos. Sedangkan tegangan geser disebabkan adanya viskositas fluida. Kemudian (*Molland, 2008*) menyederhanakan komponen hambatan dalam dua kelompok utama yaitu hambatan viskos (*viscous resistance*) dan hambatan gelombang (*wave resistance*). Standar internasional dari ITTC mengklarifikasikan hambatan kapal di air tenang secara praktis dalam dua komponen hambatan utama yaitu hambatan viskos yang berkaitan dengan bilangan *Reynolds* dan hambatan gelombang yang bergantung pada bilangan *Froude*.

2.13. Stabilitas Kapal

Stabilitas adalah kemampuan dari suatu benda yang melayang atau mengapung dan dimiringkan untuk kembali pada posisi semula. Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk dapat kembali ke kedudukan semula setelah mengalami olengan yang disebabkan oleh gaya-gaya luar yang mempengaruhinya. Stabilitas adalah persyaratan yang penting dalam desain suatu kapal. Terutama untuk *Flat Top Barge* yang seringkali bekerja dengan beban yang besar. Stabilitas ditentukan oleh tiga titik yaitu titik berat (*centre of gravity*), titik apung (*centre of buoyancy*), dan titik metasenta. Adapun pengertian dari tiga titik tersebut yaitu:

1. Titik Berat/ G (*Centre Of Gravity*)

Menunjukkan titik berat kapal, merupakan titik tangkap titik pusat dari sebuah gaya berat yang menekan kebawah. Besarnya titik berat adalah nilai titik tinggi metasenta diatas lunas (KM) dikurangi oleh tinggi metasenta (MG).

$$KG = KM - MG \dots \dots \dots (2.3)$$

KG = Titik Berat

2. Titik Apung/B (*Centre Of Buoyancy*)

Menunjukkan letak titik apung kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang tergenang air.

3. Titik Metasenta

Merupakan sebuah titik semu dari batas dimana G tidak boleh melebihi titik ini. Dinyatakan dalam rumus

$$KM = KB + BM \dots \dots \dots (2.4)$$

KB = titik tinggi apung diatas lunas

BM = radius metasenta

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu stabilitas positif (*stable equilibrium*), stabilitas netral (*neutral equilibrium*), dan stabilitas negatif (*unstable equilibrium*).

1. Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik M berada diatas titik G, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu keadaan miring mesti memiliki kemampuan untuk kembali pada posisi tegak kembali.

2. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G berhimpit dengan titik M. Maka momen penagak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu berada pada keadaan miring. Dengan kata lain bila kapal miring tidak ada momen pengembali maupun momen penerus sehingga kapal tetap pada sudut miring yang sama.

3. Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G berada dibawah titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negative sewaktu miring tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut kemiringannya akan semakin besar yang pada akhirnya membuat kapal terbalik.

2.14. Gaya yang Bekerja pada Lambung Kapal

Secara umum kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, maka akan mengalami gaya hambat (*resistence*) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya gaya hambat total ini merupakan jumlah dari semua komponen gaya hambat (tahanan) yang bekerja di kapal, meliputi Tahanan Gesek, Tahanan Gelombang, Tahanan *Appendages*, Tahanan Udara, dan Tahanan Residu. (Surjo WA, 2006). Secara sederhana tahanan total kapal dapat diperoleh dengan pemikiran sebagai berikut; Besarnya gaya hambat yang terjadi harus mampu diatasi oleh gaya dorong kapal (*thrust*) yang dihasilkan dari kerja alat gerak kapal (*propulsor*). Daya yang disalurkan (PD) ke alat gerak kapal adalah berasal dari Daya Poros (PS), sedangkan Daya Poros sendiri bersumber dari Daya Rem (PB) yang merupakan daya luaran motor penggerak kapal. Ada beberapa pengertian mengenai

daya yang sering digunakan didalam melakukan estimasi terhadap kebutuhan daya pada sistem penggerak kapal (Surjo WA,2006), antara lain:

1. Daya Efektif (*Effective Power/PE*)

Adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (hull), agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain dengan kecepatan servis sebesar VS. daya efektif ini merupakan fungsi dari besarnya gaya hambat total dan kecepatan kapal. Untuk mendapatkan besarnya daya efektif kapal, dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

$$PE = RT \cdot VS \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana :

PE = Daya Efektif (kW)

RT = Gaya Hambat Total (kN)

VS = Kecepatan Servis kapal (Knots)

2. Daya Dorong (*Thrust Power/PT*)

Adalah besarnya daya yang dihasilkan oleh kerja dari alat gerak kapal (*propulsor*) untuk mendorong badan kapal. Daya dorong merupakan fungsi dari gaya dorong dan laju aliran fluida yang terjadi saat alat gerak kapal itu bekerja. Adapun persamaan Daya Dorong dapat dituliskan sebagai berikut.

$$PT = T \cdot Va \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana:

PT = Daya Dorong (kW)

T = Trust atau gaya dorong propeller (kN)

Va = Kecepatan advanced aliran fluida pada buritan
(m/s)

Va= Vs (1-w), w adalah wake fraction.

3. Daya Yang Disalurkan (*Delivered Power/PD*)

Adalah daya yang diserap oleh baling-baling kapal guna menghasilkan daya dorong sebesar PT, atau dengan kata lain, PD merupakan daya yang disalurkan oleh motor penggerak ke propeller yang kemudian dirubahnya menjadi daya dorong kapal (PT). variable yang berpengaruh pada daya ini adalah Torsi yang disalurkan dan putaran baling-baling sehingga persamaan untuk menghitung PD adalah sebagai berikut:

$$PD = 2\pi \cdot QD \cdot nP \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana:

PD = Daya yang disalurkan (kW)

QD = Torsi propeller dibelakang kapal (kNm)

nP = Putaran propeller (rps)

4. Daya Poros (*Shaft Power/PS*)

Adalah daya yang terukur hingga daerah didepan bantalan tabung poros (*stern tube*) dari sistem perporosan penggerak kapal. Untuk kapal berpengerak turbin gas, pada umumnya menggunakan persamaan berikut:

$$PS = PD/\mu_s \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana:

PS : Daya yang disalurkan poros (kW)

μ_s : Efisiensi bantalan poros

5. Daya rem (*Brake Power/PB*)

Adalah daya yang dihasilkan oleh motor penggerak utama dengan tipe *marine diesel engine*. Pada sistem penggerak kapal yang menggunakan *Hihg Speed engine*, maka pengaruh rancangan sistem transmisi perporosan adalah sangat besar didalam menentukan besarnya daya PS. Jika kamar mesin terletak dibelakang dari badan kapal, maka besarnya *losses* akibat sistem transmisi perporosan tersebut adalah berkisar 2-3%. Namun bila kamar mesin terletak agak ketengah atau jauh didepan, maka besarnya *losses* akan semakin bertambah (Surjo WA,2006).

2.15. Tegangan yang Diizinkan

Kekuatan tarik (*tensile strength, ultimate tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah

Pada tahap analisa kekuatan, hal-hal yang perlu dianalisa adalah gaya momen dari pembebanan, nilai *stress* total, dan nilai faktor keamanan. Sebelum memulai proses analisa pada *software*, hal - hal yang perlu dilakukan adalah menentukan nilai – nilai izin yang telah ditetapkan. Hal tersebut yang nantinya akan mempengaruhi kriteria penerimaan pada hasil akhir analisa tersebut. Nilai – nilai izin yang perlu ditentukan berdasarkan *Rules B.K.I Vol.II* adalah nilai *stress* total izin dan nilai faktor keamanan izin.

ReH (*Yield Point*) : Nilai kekuatan bahan material

Safety Factor :Faktor Keamanan (*Safety factor*) adalah faktor yang digunakan untuk ménevaluasi agar perencanaan elemen mesin terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum

k (*factor of material*) BKI Vol.II Sec.2 A1.4

$$k = \frac{235}{ReH} \text{ MPa} \dots \dots \dots (2.7)$$

Permissble Stress(σ) BKI Vol.II Sec.9 A2.1.4

$$\frac{235}{ReH} \text{ MPa} \dots \dots \dots (2.8)$$

2.16. Gaya Buoyancy

Dalam bahasa fisika *buoyancy* (daya apung) adalah daya tekan keatas dari cairan terhadap sebuah benda yang berlawanan dengan massa benda dan efek gravitasi. Atau dalam bahasa sederhana, *buoyancy* adalah kemampuan mengapung dari sebuah benda pada cairan tertentu (misalnya air, raksa dan lain-lain).

Daya apung sangat dipengaruhi oleh perbandingan antara massa jenis benda dan cairan. Massa jenis atau sering disebut sebagai densitas adalah tingkat kerapatan sebuah benda. Angka massa jenis / densitas didapat dari total massa benda dibagi dengan total volumenya.

Jika densitas sebuah benda lebih besar dari densitas air, maka benda akan tenggelam biasa disebut *buoyancy* negatif. Jika lebih ringan, benda akan mengapung disebut positif, dan jika sama maka disebut netral.

Tentu saja hukum *buoyancy* ini akan mengalami modifikasi jika diterapkan pada teknik pembangunan kapal atau perahu. Ada faktor tambahan yang berperan yaitu Tegangan Permukaan.

2.17. Material aluminium alloy

Mengenai penggunaan *aluminium*, menyatakan bahwa, penggunaan material berupa *aluminium* dapat / diijinkan untuk digunakan sebagai *special purpose craft* dalam hal ini dapat dikategorikan sebagai kapal perang. *Lloyd Register* juga telah merekomendasikan ketebalan plat dengan persamaan sebagai berikut :

$$t_a = t_s \sqrt{k_a C}$$

Untuk *section modulus stiffeners* ;

$$Z_a = Z_s k_a C$$

Dimana,

C = 0.95 (untuk *high resistance alloy*)

= 1 (untuk *others alloy*)

Ka = 245/ σ

ta = ketebalan plat aluminium

ts = Ketebalan *mild steel*

Za = Section modulus untuk *aluminium stiffener*

Zs = Section modulus untuk *mild steel stiffener*

σ = 0,2 % proof stress atau 70% dari *ultimate strength materia*

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Identifikasi Masalah

Tahap awal dalam penyusunan skripsi adalah mengidentifikasi masalah yang relevan dengan penulisan skripsi. Pada proses ini dilakukan identifikasi dan perumusan masalah tentang bagaimana desain knock down sambungan pada kapal sehingga distribusi gaya yang terjadi dapat merata . Setelah itu dirumuskan permasalahan yang perlu diselesaikan terkait dengan penulisan tugas akhir ini.

3.2. Studi Literatur

Pada tahap selanjutnya adalah studi literatur. Pada tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan rangkuman dari dasar-dasar teori yang telah ada, acuan serta berbagai informasi yang dapat menjadi pendukung pada pengerjaan tugas akhir ini. Bahasan yang akan dibahas pada studi literatur ini meliputi pembahasan tentang :

1. Kapal Ponton
2. Perancangan Kapal
3. Kekuatan Beban Maksimum
4. Tahanan Kapal
5. Metode *Knock Down*

Pembahasan tersebut guna untuk menunjang landasan dasar dari skripsi. Dimulai dari pembahasan umum sampai dengan pembahasan secara khusus sesuai dengan tema yang diangkat, yaitu tentang *knock down river ferry*. Kemudian dikhususkan kembali pada permasalahan yang diangkat, yaitu pembahasan tentang kekuatan beban maksimum dan tahanan kapal, sehingga dapat menjadi desain kapal yang diharapkan.

3.3. Desain *Lines Plan*

Pada tahap ini penggambaran *Lines plan* atau rencana garis merupakan langkah selanjutnya dalam proses merancang suatu kapal digambarkan dengan tujuan untuk mengetahui bentuk lambung kapal atau karakteristik dari lambung kapal terutama yang berada dibawah garis air, dimana penggambaran ini dilakukan atas dasar garis air yang telah dibuat Panjang dan lebar kapal didapatkan dari jumlah maksimum kendaraan yang direncanakan

3.4. Desain Sambungan

Setelah Mendapatkan bentuk lambung kapal maka kapal dibagi per-blok sesuai rancangan. Dari rancangan per-blok maka didesain sambungan dengan acuan standart yang dapat menerima beban yang akan diterima.

3.5. Desain *General Arrangement*

Tahap selanjutnya penggambaran *General Arrangement* kapal, pengembangan dari gambar *Lines plan* pada tahap ini digambarkan pemilihan dan menempatkan semua perlengkapan yang dibutuhkan oleh kapal.

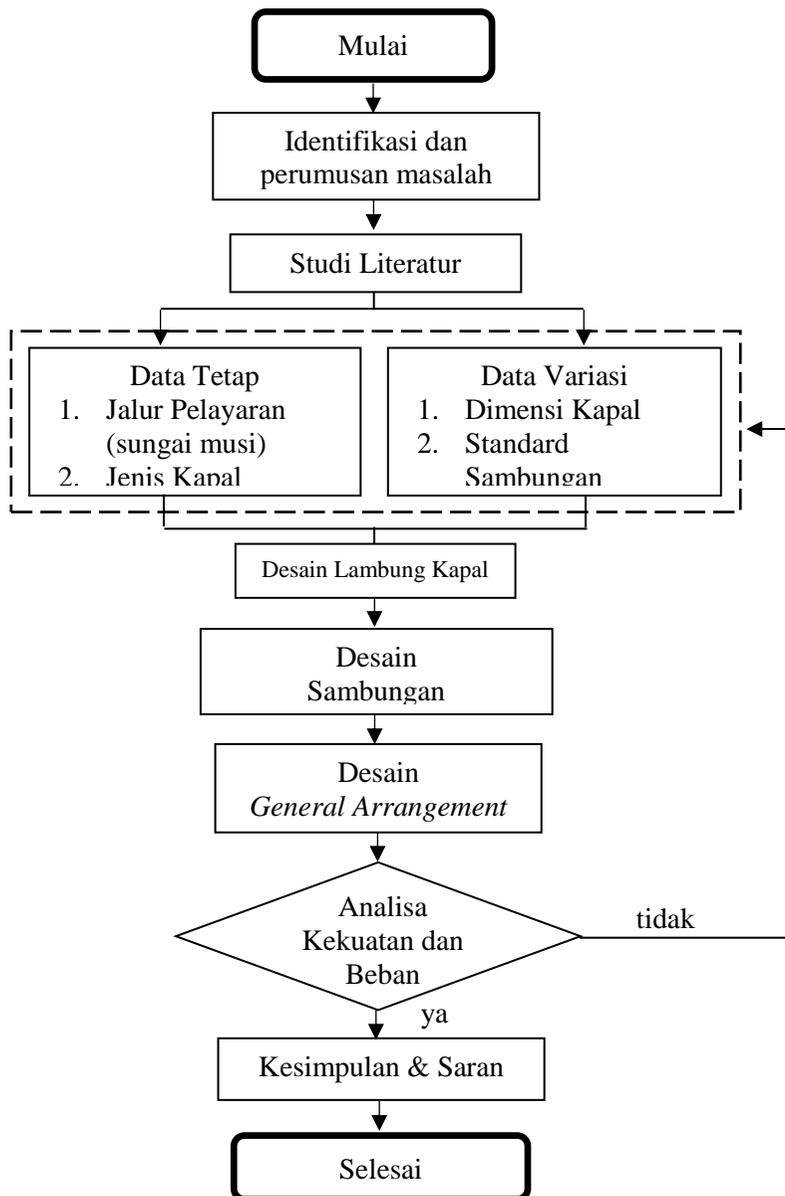
3.6. Analisa Kekuatan dan Beban

Pada tahap ini kekuatan sambungan pada kapal yang sudah dirancang akan dianalisa dengan bantuan software Inventor

3.7. Kesimpulan

Merupakan tahap akhir dimana dilakukan penarikan kesimpulan mengenai permasalahan yang diambil dan tujuan yang telah ditetapkan, serta memberikan saran-saran atau rekomendasi yang dapat menunjang untuk dilakukan penelitian di waktu yang akan datang.

3.8. Diagram Metodologi Penulisan Tugas Akhir



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Kapal Ponton

Ponton adalah unit apung yang tidak berawak atau berawak dengan atau tanpa tenaga penggerak sendiri. Perbandingan ukuran-ukuran utama ponton berbeda dengan yang biasa digunakan pada kapal laut. Ponton biasanya dirancang sebagai pengangkut beban geladak atau peralatan kerja (misalnya alat angkat, ram dan lain-lain) dan tidak mempunyai palka untuk mengangkut muatan.

4.2. Penentuan Ukuran Utama

Dalam Merancang sebuah Kapal dibutuhkan adanya ukuran-ukuran utama kapal. Untuk mendapatkan besarnya ukuran utama pada kapal tersebut, maka perlu dilakukannya proses perhitungan-perhitungan ukuran utama pada kapal. Namun, sebelum itu maka dinggap perluk untuk mencari data-data ukuran utama dari kapal-kapal yang telah ada dengan tipe kapal

Perencanaan ukuran utama barge ini dilakukan berdasarkan referensi ukuran utama awal barge pembanding yang sesuai. Barge pembanding ini digunakan sebagai batasan-batasan untuk menentukan nilai-nilai minimum dan maksimum dari ukuran utama barge disamping batasan-batasan yang sudah ada yaitu batasan akibat dari kondisi daerah yang harus dipenuhi sesuai dengan referensi tugas akhir yang membahas tentang optimasi ukuran kapal pada sungai Musi.

Data kapal Pembanding sebagai referensi dapat dilihat pada tabel 4.1

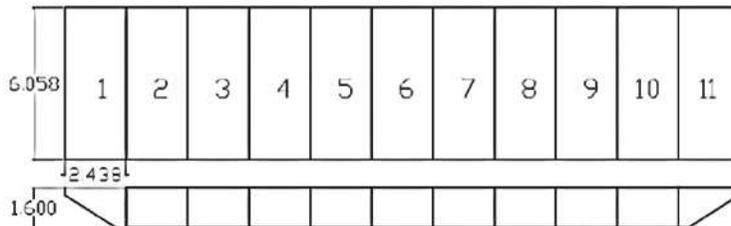
Tabel 4.1 Data kapal Pembanding

No	Nama Kapal	L	B	T	H
1	Bengawan Barge	11.75m	4.00m	0.45m	0.80m
2	River Poonton	15.0m	6.00m	1.35m	2.40m
3	Flat Top Barge	25.5m	5.20m	1.10m	1.70m
4	River Barge	36.6m	6.15m	0.80m	1.53m

Dalam Proses optimasi ini, batasan yang digunakan adalah

- Sarat maksimal (T max) : 9 m, merupakan kedalaman maksimal dari perairan daerah operasi barge ini. Angka ini didapatkan dari data sarat kapal yang beroperasi pada sungai musu
- Sarat Minimal (T min) : 1 m, merupakan sarat minimal yang didapat dari barge pembanding
- Panjang Barge maksimal (Lpp max) : 100 m, merupakan panjang barge yang didapat dari *barge* pembanding.
- Lebar barge maksimal (Bmax) : 18 m, merupakan lebar *barge* maksimal yang didapat dari kapal pembanding agar sesuai dengan kondisi daerah operasi kerja di Sungai Musi
- Tinggi kapal maksimal (H) : 9 m harga ini merupakan batas tinggi kapal yang didapat dari pertimbangan tinggi bebas jembatan yang dilewati

Sesuai dengan tujuan utama kapal yang dibuat untuk bisa dibongkar pasang dan mempermudah mobilitas pengiriman atau perpindahan kapal maka ukuran per blok akan disesuaikan dengan ukuran container 20 feet yang akan disambung hingga mencapai ukuran utama kapal. Dengan rancangan awal seperti pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Rancangan Pontoon

Maka ukuran utama kapal disesuaikan dengan batasan-batasan optimasi kapal pada perairan sungai. hingga tersusun ukuran utama kapal sebagai berikut

LOA : 26.818 m

B : 6.058 m

T : 1.6 m

D : 1.25 m

Perhitungan koreksi ratio ukuran utama kapal

L / B : 4.43 → $3.4 < L/B < 10$

L / T : 20.63 → $10 < L/T < 30$

B / T : 4.66 → $1.8 < B/T < 5$

Setelah dikoreksi dengan rumus ratio sesuai dengan buku *Principle of Naval Architecture Vol.1* maka ukuran utama kapal telah sesuai.

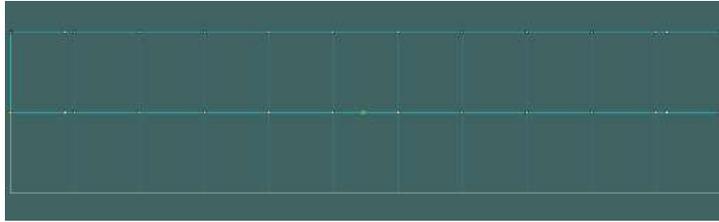
4.3. Desain Lambung Kapal

Pada tahap ini akan dilakukan penggambaran berdasarkan ukuran utama kapal yang sudah didapatkan dengan beberapa sudut pandang. Ukuran utama kapal yang akan dirancang adalah sebagai berikut; Panjang kapal (Lwl) 26.818 meter, lebar kapal (B) 6.058 meter, tinggi kapal (H) 1.6 meter, sarat kapal (T) 1.25 meter. Desain lambung kapal digambarkan dengan potongan *body* kapal tiga sudut pandang yaitu, pandangan samping ,pandangan atas dan pandangan depan.

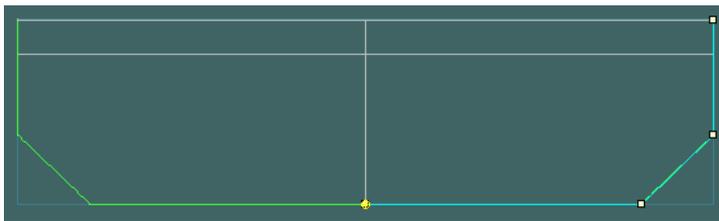
Dalam penggambaran Lambung Kapal pada tugas akhir ini menggunakan bantuan software *Maxsurf*, berikut hasil desain kapal Pontoon:



Gambar 4.2 Pandangan Samping



Gambar 4.3 Pandangan Atas



Gambar 4.4 Pandangan Depan

Dari kalkulasi hydrostatic pada software maxsurf didapatkan hasil seperti nilai displacement beserta dengan ukuran utama kapal pada density air laut sesuai dengan sarat air yang telah ditentukan. Kalkulasi hydrostatic juga memberikan informasi mengenai luasan badan kapal yang tercelup air dan juga nilai Waterplane Area (WPA). Berikut dibawah ini merupakan table hasil dari kalkulasi Hydrostatic:

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	181.713	tonne
2	Volume	177.281	m ³
3	Draft to Baseline	1.25	m
4	Immersed depth	1.25	m
5	Lwl	26.661	m
6	Beam wl	6.058	m
7	WWSA	209.088	m ²
8	Max cross sect area	7.194	m ²
9	Waterplane area	160.836	m ²
10	Cp	0.924	
11	Cb	0.878	
12	Cm	0.95	
13	Cwpl	0.996	
14	LCB from zero pt	13.34	m
15	LCF from zero pt	13.331	m
16	KB	0.663	m
17	KG	0	m
18	BMt	2.759	m
19	BMI	53.32	m
20	GMt	3.422	m
21	GMI	53.983	m
22	KMt	3.422	m
23	KMI	53.983	m
24	Immersion (TPc)	1.649	tonne/cm
25	MTc	3.679	tonne.m
26	RM at 1 deg = GMT.DI	10.851	tonne.m
27	Precision	Medium	50 station

Density: Recalculate

VCG: Close

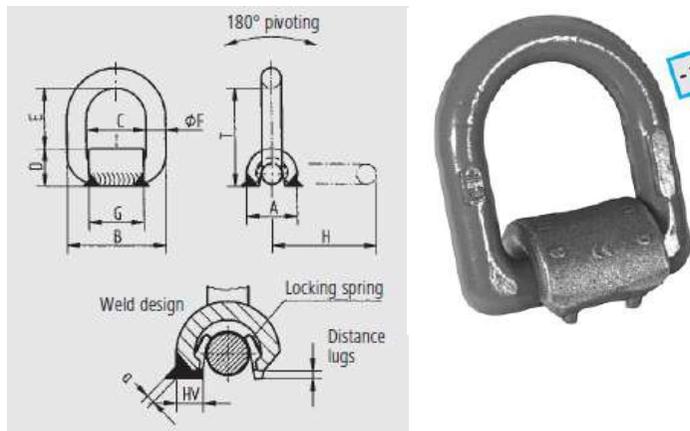
Gambar 4.5 Kalkulasi *Hydrostatic*

4.4. Rencana Umum (General Arrangement)

Rencana umum dalam “Ship Design and Costruction, Bab III” Didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya serta meliputi perencanaan penempatan akses.

4.4.1. Lifting and Lashing Point

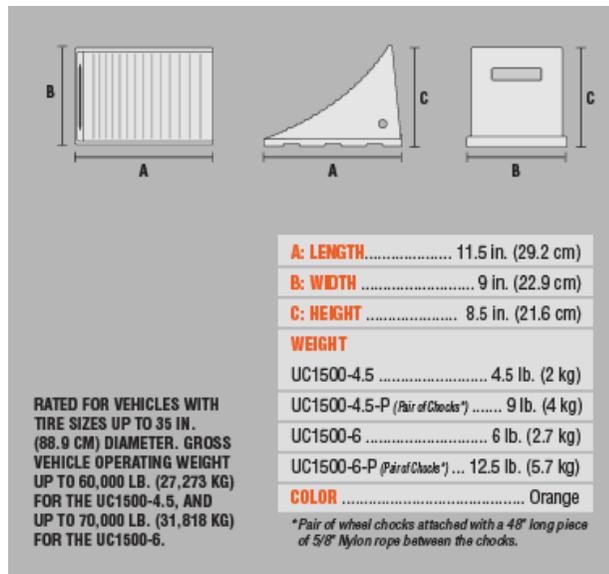
Salah satu alat keselamatan pada kendaraan yang akan diangkat pada kapal, merupakan titik pengunci pada kapal untuk pengikatan webbing pada kendaraan untuk menghindari atau mencegah gerakan tak disengaja saat kendaraan pada kapal terkena guncangan akibat gelombang air.



Gambar 4.6 *Lifting and Lashing Point*

4.4.2. Wheel Chock

Alat Keselamatan selanjutnya adalah Wheel Chock, dapat berupa kayu atau karet dengan ukuran tertentu yang berfungsi menghindari kendaraan tidak tergelincir saat kendaraan pada kapal terkena guncangan akibat gelombang air, selain mengandalkan pengaturan rem tangan dari kendaraan itu sendiri. Salah satu tepi wedge yang memiliki profil cekung untuk kontur ke roda sehingga meningkatkan kekuatan yang diperlukan.



Gambar 4.7 Wheel Chock

4.4.3. Perhitungan Konstruksi

Perhitungan profil construction (rencana konstruksi) didasarkan pada ketentuan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) 2006 Volume II. Berikut pada tabel. 4.1 berat Kontruksi kapal dalam 1 blok

Tabel 4.1 Berat Kontruksi 1 blok lambung kapal.

No	Item	Luas dan Panjang	Tebal (mm)	Jumlah	Berat
1	Pelat Geladak beban beroda	14.20 m ²	8	1	0.892 ton
2	Pelat Sekat Memanjang	3.73 m ²	8	1	0.234 ton
3	Pelat Lunas	2.34 m ²	10	1	0.184 ton
4	Pelat Alas	1.52 m ²	8	2	0.191 ton
5	Pelat Sisi	2.09 m ²	7	2	0.230 ton
6	Gading Besar	1.11 m ²	12	2	0.210 ton
7	Balok geladak	0.55 m ²	10	2	0.087 ton
8	Sekat Kedap Bergelombang	11.41 m ²	7	2	1.254 ton
9	Pelat Sekat Melintang	9.64 m ²	7	4	2.120 ton
10	Wrang Pelat Bawah	0.39 m ²	9	6	0.165 ton
11	Wrang Pelat Atas	0.39 m ²	9	8	0.220 ton
12	Wrang Samping	0.79 m ²	9	8	0.445 ton
TOTAL BERAT BAJA					6.231 ton

Dari hasil perhitungan tersebut maka berat keseluruhan kapal Karena terdapat sebelas blok yaitu 65.79 ton

4.4.4. Payload

Berdasarkan ukuran utama kapal dan penggambaran pada *Maxsurf* maka didapatkan Displament kapal 181.7 ton, sedangkan berat kontruksi kapal seberat 65.79 Ton, maka tersisa 116.2 ton.

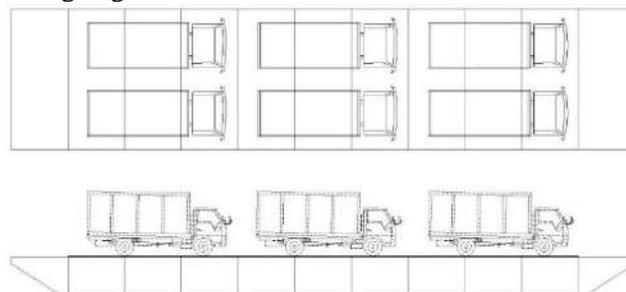
Berat sebuah truk berdasarkan gambar tabel dibawah

Konfigurasi sumbu	Jumlah sumbu	Jenis	JBI Kelas II	JBI Kelas III
1 - 1	2	Truk Engkel	12 ton	12 ton
1 - 2	2	Truk Besar	16 ton	14 ton
1 - 2.2	3	Truk Tronton	22 ton	20 ton
1.1 - 2.2	4	Truk 4 sumbu	30 ton	26 ton
1 - 2 - 2.2	4	Trailer Engkle	34 ton	28 ton
1 - 2.2 - 2.2	5	Trailer Tronton	40 ton	32 ton
1 - 2.2 - 2.2.2	6	Trailer Tronton	43 ton	40 ton

Gambar 4.8 Berat Truk yang diizinkan

Jumlah berat yang diizinkan disingkat JBI adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui; Jumlah berat yang diizinkan semakin besar kalau jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. Atau dapat diformulasikan: $JBI=BK+G+L$, di mana BK adalah berat kosong kendaraan; G adalah berat orang (yang diizinkan); L adalah berat muatan (yang diizinkan).

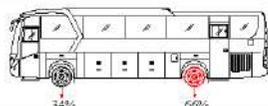
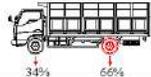
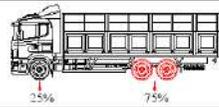
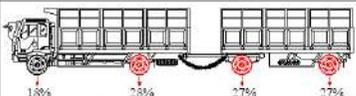
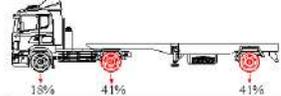
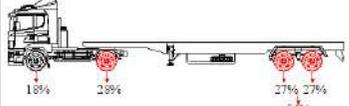
Dalam perhitungan beban geladak diambil ukuran Truk Besar seberat 16 ton, dengan ukuran kapasitas kapal yang ada maka kapal dapat memuat 6 truk besar sesuai dengan gambar 4.7



Gambar 4.9 Rencana penempatan muatan

4.4.5. Exle Load

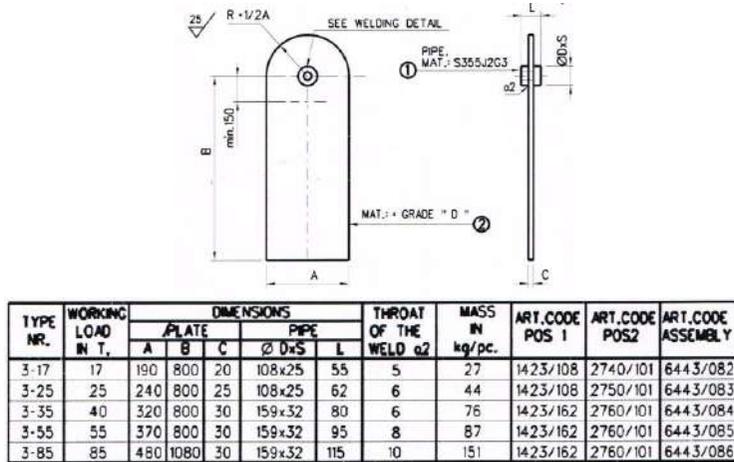
Exle Load atau konfigurasi beban sumbu kendaraan merupakan jumlah tekanan roda dari satu sumbu kendaraan terhadap alas geladak kapal . Beban tersebut selanjutnya didistribusikan ke kontruksi lambung kapal. Pembagian distribusi beban nantinya sebagai acuan pengujian yang akan digunakan dengan bantuan software.

KONFIGURASI BEBAN SUMBU						
KONFIGURASI SUMBU DAN TIPE	BEBAN KOSONG (TON)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (TON)	BEBAT TOTAL MAKSIMUM (TON)	UE 10 KSAAL KOSONG	UE 18 KSAAL MAKSIMUM	 Roda Tunggal pada Ujung Sumbu  Roda Ganda pada Ujung Sumbu
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2 + 2,2 TRAILER	6,4	35	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	31	42	0,0327	10,1830	

Gambar 4.10 Axle Load Distribusi Beban Kendaraan

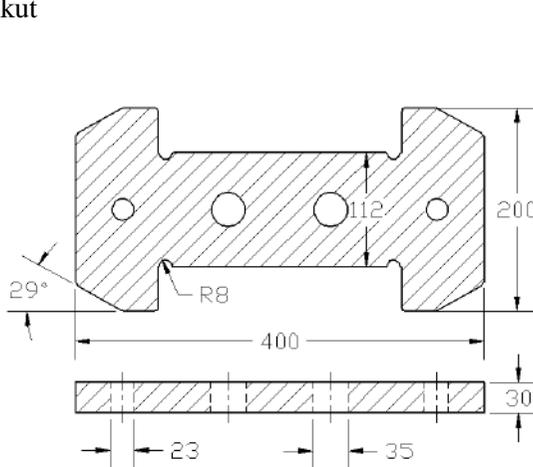
4.5. Desain Sambungan

Untuk penyambungan antar blok maka perancangan sambungan dengan acuan referensi standard *Housing Plate* yang dimodifikasi dan disesuaikan dengan beban yang akan diterima.

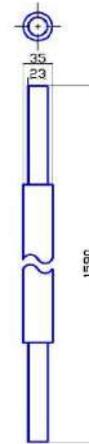


Gambar 4.11 Standard Sambungan

Dengan acuan standard tersebut maka direncanakan sambungan agar dapat menerima beban sesuai yg dibutuhkan. Direncanakan desain sambungan Sebagai berikut

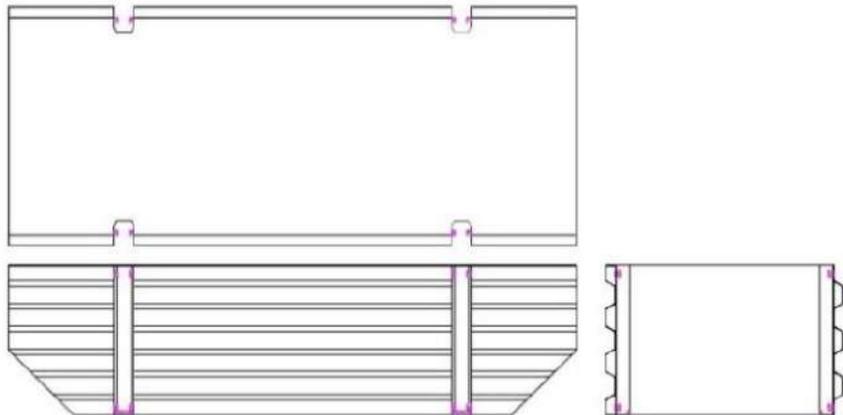


Gambar 4.12 Perencanaan Sambungan Pengunci A



Gambar 4.13 Perencanaan Sambungan Pengunci B

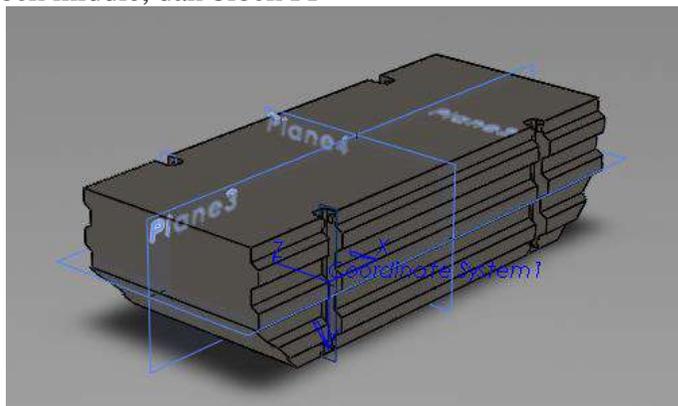
Desain sambungan pengunci terdapat 2 bagian pengunci A dan Pengunci B. Pengunci A untuk sambungan antar blok sedangkan pengunci B sebagai penegar dan penghubung antar sambungan pengunci A. Berdasarkan acuan standard, sambungan tersebut dapat menerima beban 50 ton maka untuk memenuhi distribusi beban yang diterima sambungan pengunci di berikan 4 titik tumpu agar dapat menerima beban sebesar 180 ton sesuai dengan berat displasment, dengan rincian sebagai berikut:



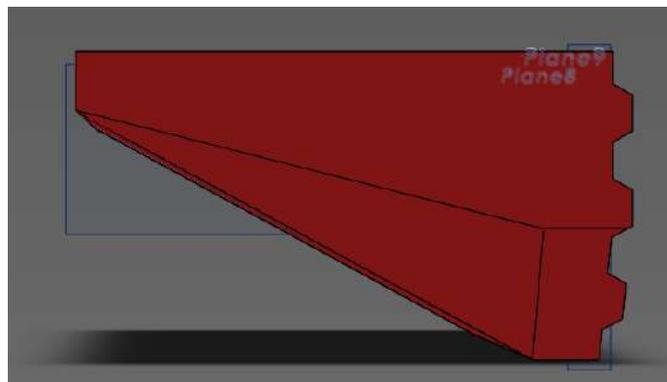
Gambar 4.14 Perencanaan Titik Sambungan

4.6. Pemodelan Lambung Pontoon

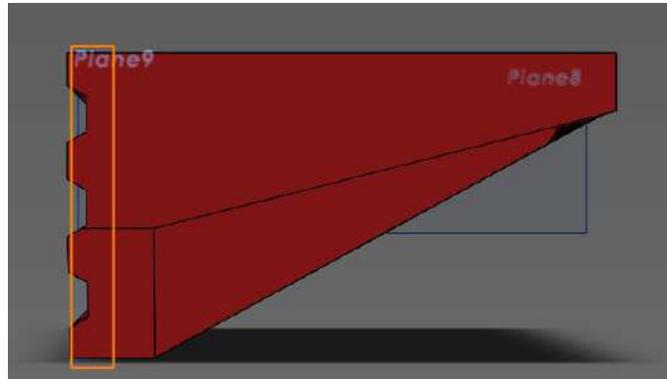
Hasil pemodelan pontoon yang telah di gambar pada *software Solidwork 2017* . Terdapat 3 block pontoon yang berbeda yang terdiri dari block AP, block middle, dan block FP



Gambar 4.15 Pemodelan block middle



Gambar 4.16 Pemodelan block AP



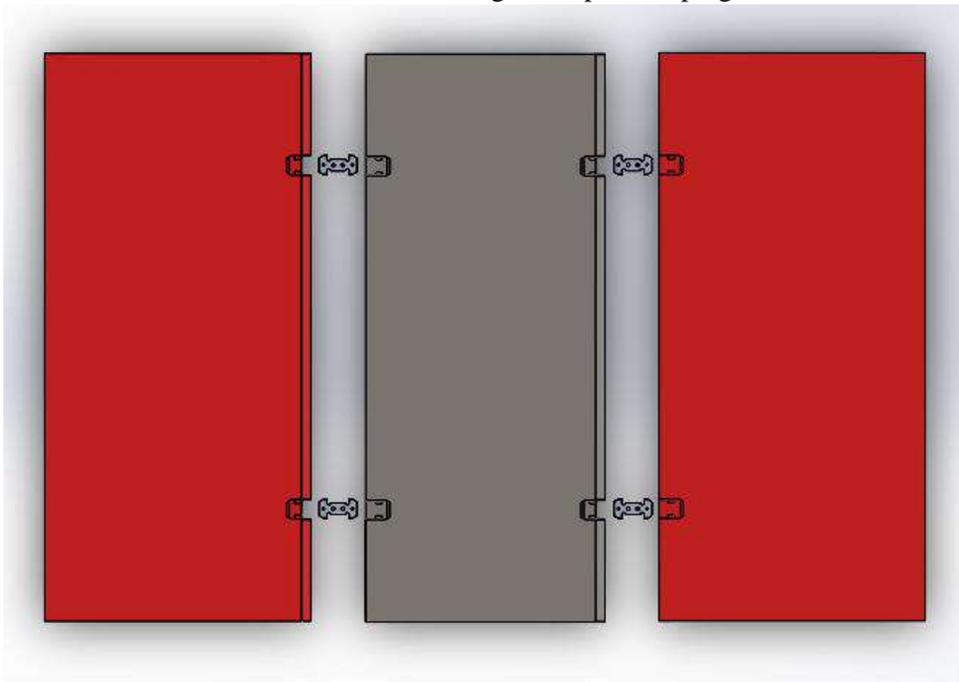
Gambar 4.17 Pemodelan block FP

4.7. Pemodelan Sambungan Antar Blok

Berikut merupakan pemodelan rencana sambungan antar blok yang yang telah digambarkan.

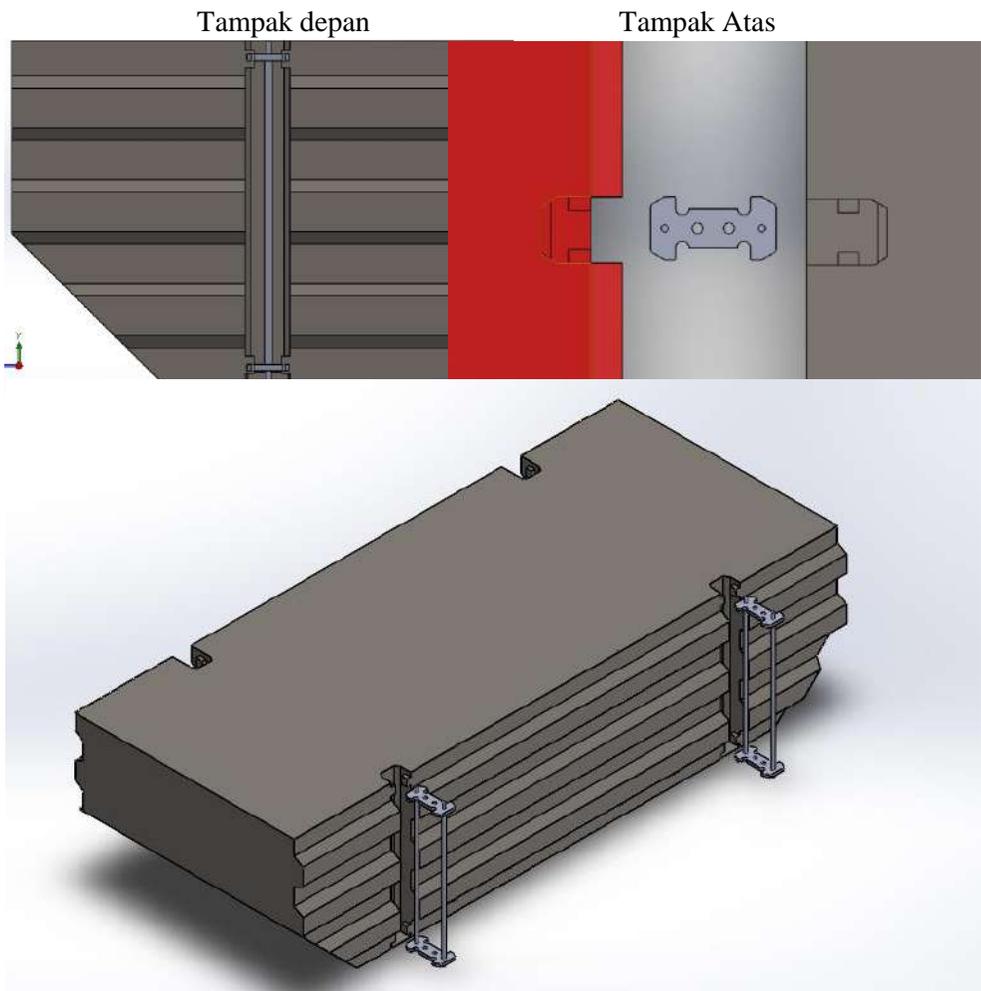


Gambar 4.18 Sambungan tampak samping



Gambar 4.19 Sambungan tampak atas

Dan pada gambar 4.20 merupakan pemodelan detail dari Pengunci ke Lambung Pontoon

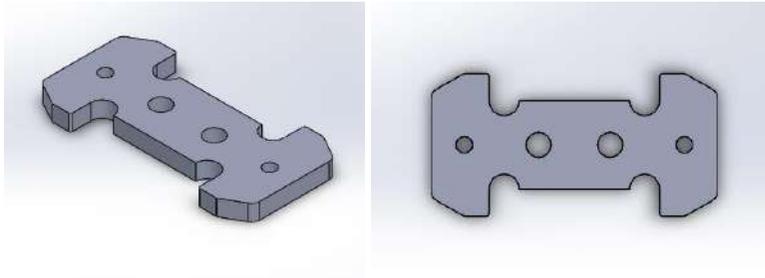


Gambar 4.20 Detail Sambungan Pengunci Pontoon

4.8. Analisa Kekuatan Pengunci

4.7.1. Proses Analisa Pemodelan Pengunci

Pada gambar 4.12 adalah hasil pemodelan Sambungan Pengunci yang telah di gambar pada *software Solidwork 2017* yang nantinya akan di analisa kekuatannya terlebih dahulu



Gambar 4.21 Pemodelan Sambungan

Sebelum melakukan static analysis dari hasil pemodelan didapatkan berat dan volume benda sebgai berikut

Mass properties of Pengunci A	
Configuration: Default	
Coordinate system: -- default --	
Density = 1000.00 kilograms per cubic meter	
Mass = 1.62 kilograms	
Volume = 0.00 cubic meters	
Surface area = 0.16 square meters	
Center of mass: (meters)	
X = -0.41	
Y = 0.02	
Z = -0.01	
Principal axes of inertia and principal moments of inertia: (kilograms * square m	
Taken at the center of mass.	
Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Px = 0.00
Iy = (0.00, 0.00, -1.00)	Py = 0.03
Iz = (0.00, 1.00, 0.00)	Pz = 0.03

Gambar 4.22 Mass Properties pengunci

Pada tahap selanjutnya dalam static analysis diperlukan data - data pendukung yang digunakan sebagai acuan proses analisa. Data basic yang dibutuhkan untuk melakukan proses analisa dengan menggunakan *software Solidwork Static Structural* adalah *Material, Connection, Fixtures, dan External Loads*

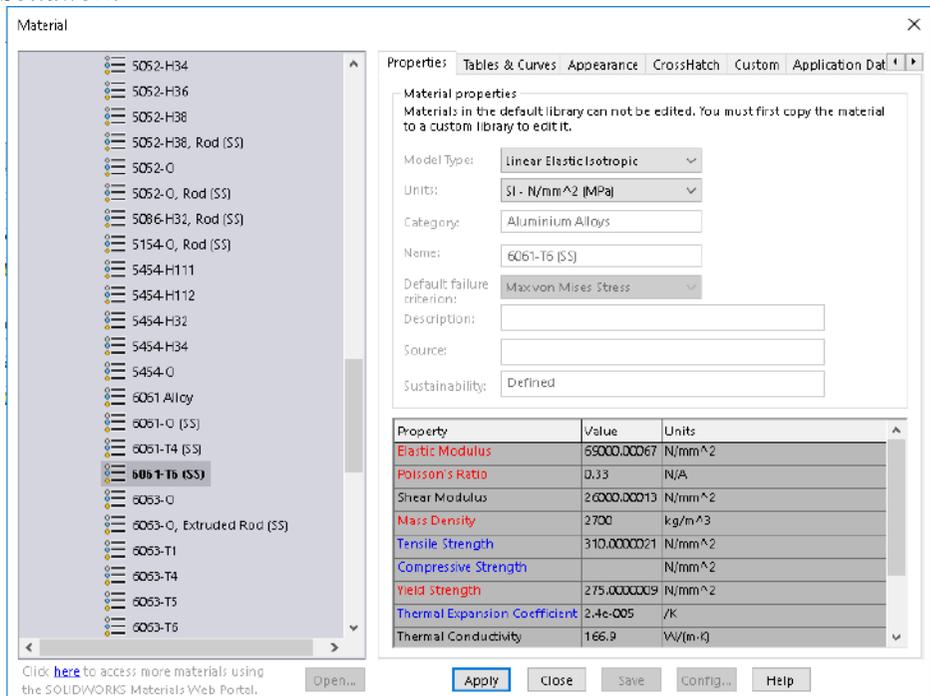
- Material

Pada proses input data material, terlebih dahulu menentukan data material kontruksi yang akan digunakan pada desain sambungan. Input data material sangat diperlukan untuk melakukan analisa kekuatan karena berhubungan dengan faktor “k” yang kemudian berpengaruh terhadap, equivalent stress ijin, bending stress ijin, dan faktor keselamatan yang menjadi acuan kriteria penerimaan dan penolakan. Sesuai dengan data sebelumnya lambung kapal

menggunakan material adalah Aluminium Alloy 6061. Dengan Spesifikasi sebagai berikut :

Material – Tipe	: <i>Aluminium Alloy 6061</i>
Massa Jenis	: 2700 kg/m^3
<i>Yield Strength</i>	: 275 MPa
<i>Max. Tensile Strength</i>	: 310 MPa

Pada gambar 4.23 adalah contoh pemilihan material pada *software Solidwork*



Gambar 4.24 Pemilihan Material pada *Software Solidwork 2017*

- *Connection*

Contact Set merupakan fitur penting dalam persiapan melakukan analisa untuk menggambarkan interaksi antara satu part dengan bagian part yang lain. *Contact Set* digunakan pada model *assembly* dan model part yang memiliki *multibody* atau sisi part yang bersinggungan dengan part lain.

- *Fixtures*

Merupakan Area fix yang dipilih untuk mempertahankan posisi part dari pergerakan ketika suatu beban diberikan. Pada proses analisa kapal muatan

kosong maka area fix yang pilih berbeda-beda sesuai dengan analisa kondisi simulasi kapal

- *External Loads*

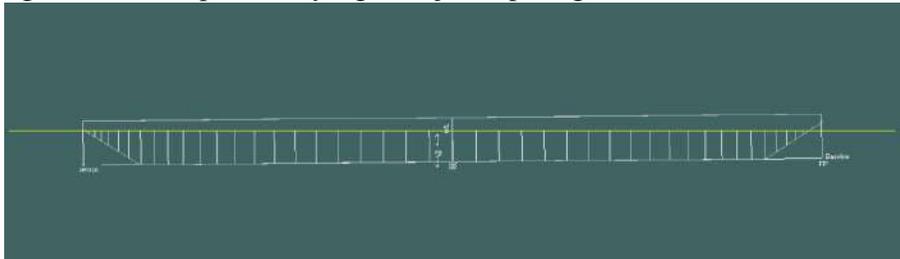
Pada tahap ini adalah pemilihan area yang akan diberikan pembebanan, dengan rincian kebutuhan yang berbeda-beda sesuai dengan analisa kondisi simulasi kapal.

- *Create Mesh*

Setelah pengesian data sesuai dengan permodelan dilakukan proses meshing atau bisa sebagai disebut proses pembagian detail perhitungan yang akan digunakan. Proses meshing tentunya berpengaruh pada hasil analisa dikarenakan hasil meshing tersebut menentukan perhitungan dalam komponen kecil dengan ketelitian yang telah ditentukan. Proses meshing yang dilakukan dengan ketelitian normal maka akan menghasilkan hasil analisa yang normal atau tergolong biasa, namun jika proses meshing dilakukan dengan ketelitian tinggi maka hasil analisa yang diperoleh adalah lebih akurat dan lebih presisi dibandingkan proses meshing dengan ketelitian normal.

4.7.2. Analisa Pengunci

Pada tahap ini pengunci diberikan beban dari bawah sesuai dengan displasment kapal. Dengan bantuan *Software Maxsurf Hidromax* dapat diketahui dengan berat kontruksi kapal yang telah dihitung sebelumnya yaitu 65.79 ton ditambah berat pengunci dengan berat total 176.8 kg dan ditambah muatan 6 truk dengan berat total 96 ton maka total seluruhnya yaitu posisi kapal pada sarat dan dengan volume displasment yang ditunjukkan pada gambar berikut Gambar 4.15



Gambar 4.25 kondisi sarat penuh pada software Maxsurf

Maka dapat ditentukan gaya tekan keatas kapal dengan rumus:

$$F = V \times g \times \rho$$

Dimana:

F = Gaya tekan keatas (N)
 V = Volume Kapal yang tercelup (m³)
 ρ = Masa Jenis Air laut (kg/m³)

Draft Amidsh. m	1.129
Displacement tonne	162.2
Heel to Starboard degrees	0.0
Draft at FP m	1.001
Draft at AP m	1.257
Draft at LCF m	1.131
Trim (+ve by stern) m	0.256
WL Length m	26.289
WL Beam m	6.059
Wetted Area m ²	196.339
Waterpl. Area m ²	158.985
Prismatic Coeff.	0.849
Block Coeff.	0.806
Midship Area Coeff.	0.949
Waterpl. Area Coeff.	0.998

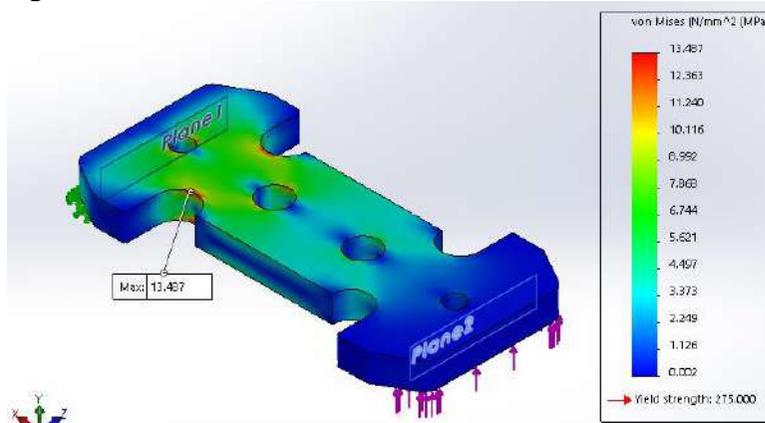
$$g = \text{Percepatan gravitasi} \quad (\text{N/kg})$$

maka :

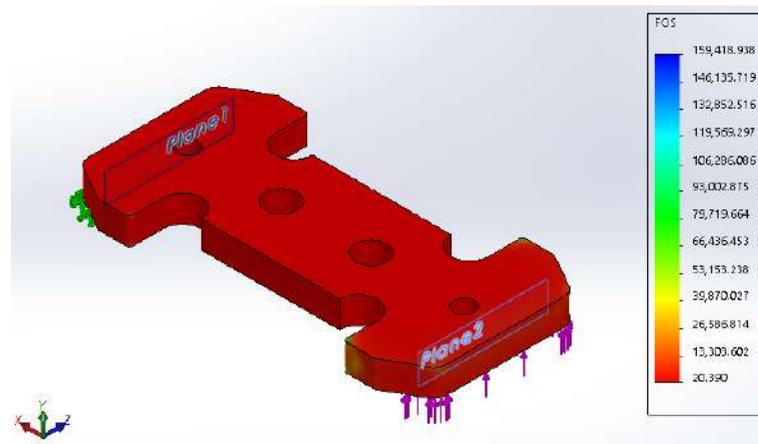
$$F = 144.57 \times 9.8 \times 1.025$$

$$F = 1452.29 \text{ N}$$

Maka beban dari bawah diberikan sebesar 363.08 N Karena dari beban buoyancy kapal dibagi dengan 4 titik tumpu. Dengan hasil analisa pada gambar 4.26 dan gambar 4.27

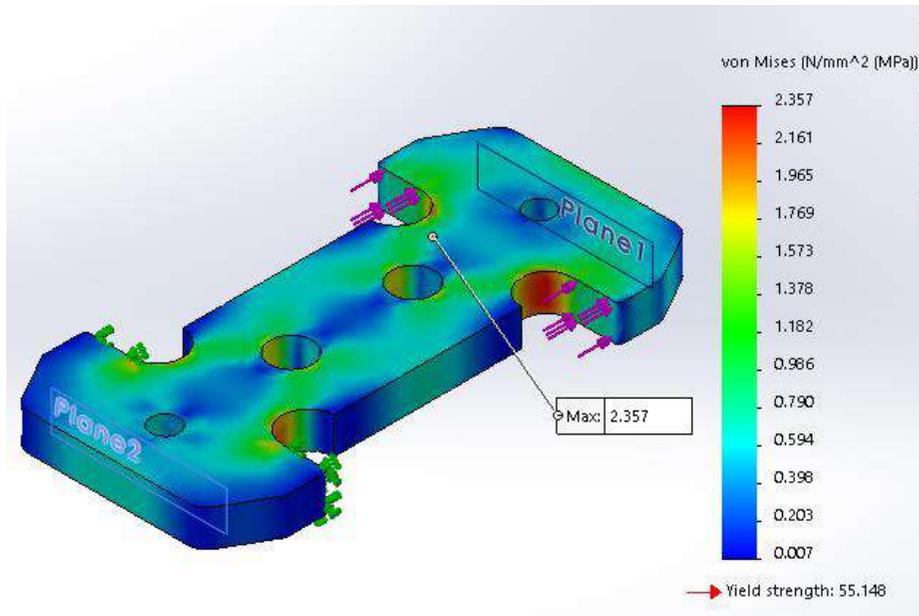


Gambar 4.26 Hasil *Stress Analysis* pengunci beban dari bawah

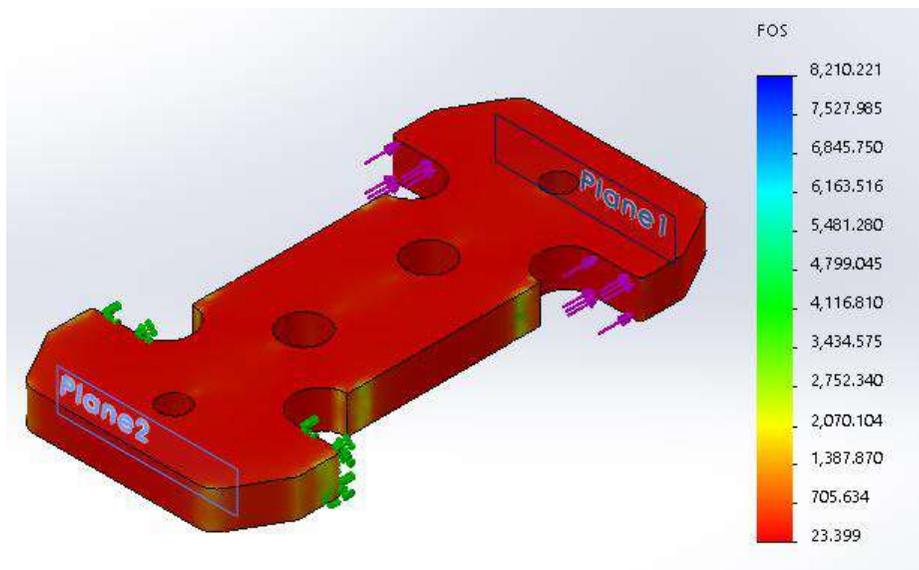


Gambar 4.27 Hasil *Safety Factor* pengunci beban dari bawah

Pada Analisa selanjutnya pengunci diberikan beban tarik yang didapatkan dari perencanaan sebelumnya yaitu dari tahanan kapal sebesar $7.27 \text{ kN} = 7270$ dengan kecepatan 8 knot. Maka analisa diberikan beban tarik sebesar 1817.5 N dengan hasil Analisa pada gambar 4.28 dan gambar 4.29



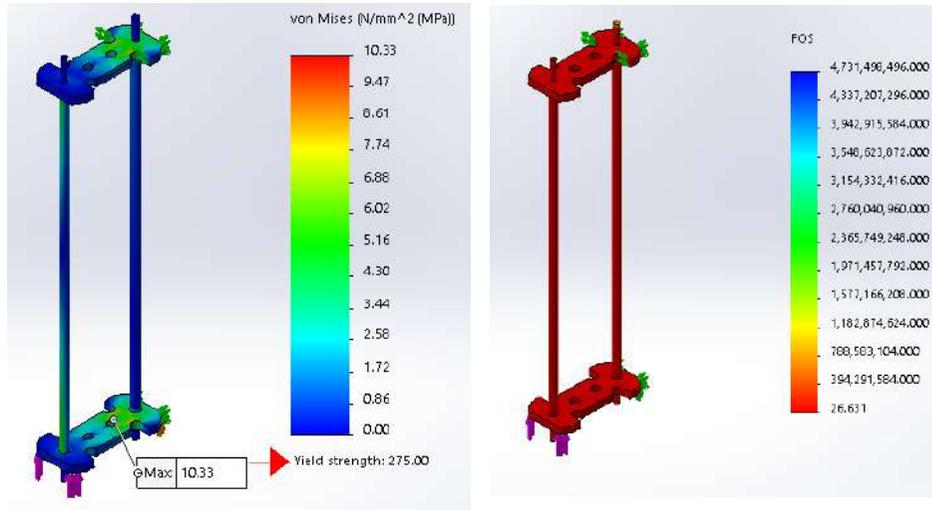
Gambar 4.28 Hasil *Stress Analysis* pengunci beban tarik samping



Gambar 4.29 Hasil *Safety Factor* pengunci beban tarik samping

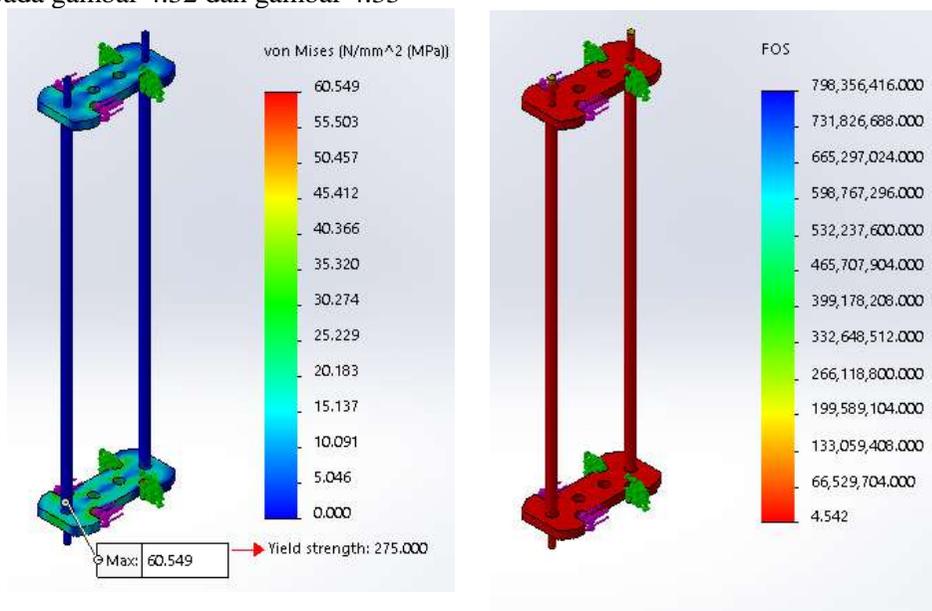
4.7.3. Analisa Assembly Pengunci

Pada proses Analisa beban dari bawah diberikan sebesar 726.14 N berasal dari beban buoyancy kapal dibagi dengan 2 titik tumpu. Dengan hasil analisa pada gambar 4.30 dan gambar 4.31



Gambar 4.30 Hasil *Stress Analysis* assembly pengunci beban dari bawah
 Gambar 4.31 Hasil *Safety Factor* assembly pengunci beban dari bawah

Assembly pengunci diberikan beban tarik yang didapatkan dari perencanaan sebelumnya yaitu dari tahanan kapal sebesar $7.27 \text{ kN} = 7270$ dengan kecepatan 8 knot. Maka analisa diberikan beban tarik sebesar 3635 N dengan hasil Analisa pada gambar 4.32 dan gambar 4.33



Gambar 4.32 Hasil *Stress Analysis* assembly pengunci beban tarik samping
 Gambar 4.33 Hasil *Safety Factor* assembly pengunci beban tarik samping

4.9. Analisa Kekuatan Kondisi Kapal Floating dan Sailing Muatan Kosong

Proses selanjutnya yaitu menganalisa sambungan yang telah terpasang antar blok dengan masing masing gaya dan jumlah blok yang berbeda .

Dalam static analysis diperlukan data - data pendukung yang digunakan sebagai acuan proses analisa. Data basic yang dibutuhkan untuk melakukan proses analisa dengan menggunakan *software Solidwork Static Structural* adalah Material, Connection, Fixtures, dan External Loads

- Material

Pada proses input data material, terlebih dahulu menentukan data material konstruksi yang akan digunakan pada desain sambungan. Input data material sangat diperlukan untuk melakukan analisa kekuatan karena berhubungan dengan faktor “k” yang kemudian berpengaruh terhadap, equivalent stress ijin, bending stress ijin, dan faktor keselamatan yang menjadi acuan kriteria penerimaan dan penolakan. Sesuai dengan data sebelumnya lambung kapal menggunakan material *ASTM A36 Steel* dan pengunci menggunakan *Aluminium Alloy 6061*. Dengan Spesifikasi sebagai berikut :

Material – Tipe	: <i>ASTM A36 Steel</i>
Massa Jenis	: 7850 kg/m ³
<i>Yield Strength</i>	: 250 MPa
<i>Max. Tensile Strength</i>	: 400 MPa

Dan Pengunci menggunakan material *Aluminium Alloy 6061*

Material – Tipe	: <i>Aluminium Alloy 6061</i>
Massa Jenis	: 2700 kg/m ³
<i>Yield Strength</i>	: 275 MPa
<i>Max. Tensile Strength</i>	: 310 Mpa

- Connection

Contact Set merupakan fitur penting dalam persiapan melakukan analisa untuk menggambarkan interaksi antara satu part dengan bagian part yang lain. *Contact Set* digunakan pada model *assembly* dan model part yang memiliki *multibody* atau sisi part yang bersinggungan dengan part lain.

- Fixtures

Merupakan Area fix yang dipilih untuk mempertahankan posisi part dari pergerakan ketika suatu beban diberikan. Pada proses analisa kapal muatan kosong maka area fix yang pilih berbeda-beda sesuai dengan analisa kondisi simulasi kapal

- External Loads

Pada tahap ini adalah pemilihan area yang akan diberikan pembebanan, dengan rincian kebutuhan yang berbeda-beda sesuai dengan analisa kondisi simulasi kapal.

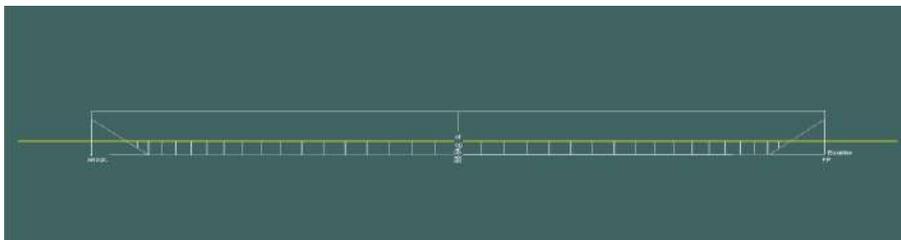
- *Create Mesh*

Setelah pengesian data sesuai dengan permodelan dilakukan proses meshing atau bisa sebagai disebut proses pembagian detail perhitungan yang akan digunakan. Proses meshing tentunya berpengaruh pada hasil analisa dikarenakan hasil meshing tersebut menentukan perhitungan dalam komponen kecil dengan ketelitian yang telah ditentukan. Proses meshing yang dilakukan dengan ketelitian normal maka akan menghasilkan hasil analisa yang normal atau tergolong biasa, namun jika proses meshing dilakukan dengan ketelitian tinggi maka hasil analisa yang diperoleh adalah lebih akurat dan lebih presisi dibandingkan proses meshing dengan ketelitian normal

Pada tahap ini adalah pemilihan area yang akan diberikan beban, dengan rincian sebagai berikut

- Dalam fitur *Contact set* dipilih ke antar pengunci dan yang berinteraksi antara pengunci dengan lambung kapal
- Pada bagian lambung bawah kapal

Dengan bantuan *Software Maxsurf Hidromax* dapat diketahui dengan berat konstruksi kapal yang telah dihitung sebelumnya yaitu 65.79 ton ditambah berat pengunci dengan berat total 176.8 kg maka posisi kapal pada sarat dan dengan volume displasment yang ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar 4.34 kondisi sarat kosong pada software Maxsurf

Maka dapat ditentukan gaya tekan keatas kapal dengan rumus:

$$F = V \times g \times \rho$$

Dimana:

- F = Gaya tekan keatas (N)
 V = Volume Kapal yang tercelup (m³)
 ρ = Masa Jenis Air laut (kg/m³)
 g = Percepatan gravitasi (N/kg)

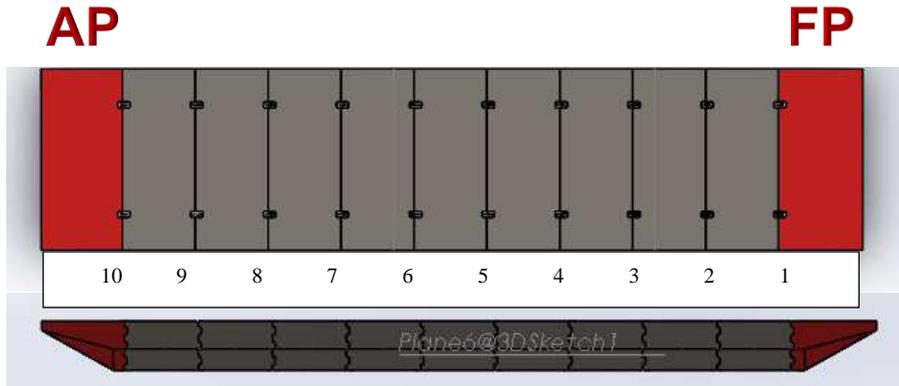
Draft Amidsh. m	0.515
Displacement tonne	66.24
Heel to Starboard degrees	0.0
Draft at FP m	0.512
Draft at AP m	0.518
Draft at LCF m	0.515
Trim (+ve by stern) m	0.006
WL Length m	24.332
WL Beam m	5.885
Wetted Area m ²	151.956
Waterpl. Area m ²	142.282
Prismatic Coeff.	0.960
Block Coeff.	0.872
Midship Area Coeff.	0.908
Waterpl. Area Coeff.	0.994

maka :

$$F = 64.09 \times 9.8 \times 1.025$$

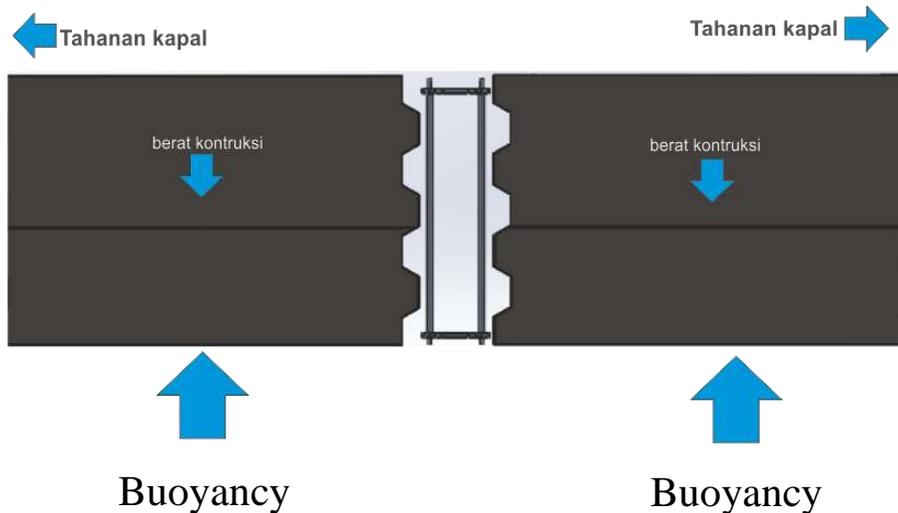
$$F = 654.78 \text{ N}$$

Beban Buoyancy dianggap beban merata disetiap blok pontoon maka saatu blok dalam keadaan muatan kosong memiliki gaya buoyancy sebesar 59.52 N. Penomoran sambungan dapat dilihat pada gambar 4.35



Gambar 4.35 Penomoran sambungan muatan kosong

Detail pembebanan untuk analisa yang akan diberikan pada sambungan dan lambung pontoon gambar 4.36

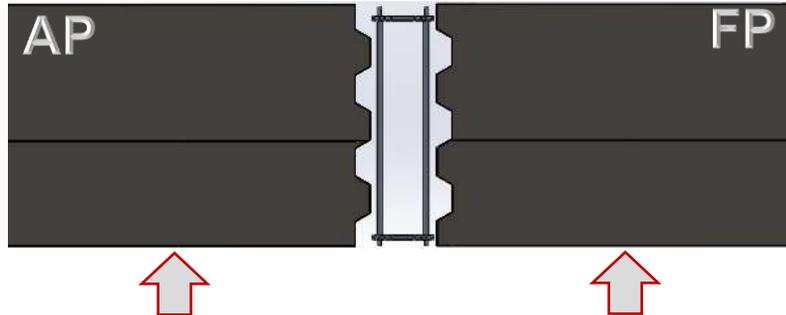


Gambar 4.36 Gaya Pembebanan Kapal Tanpa muatan

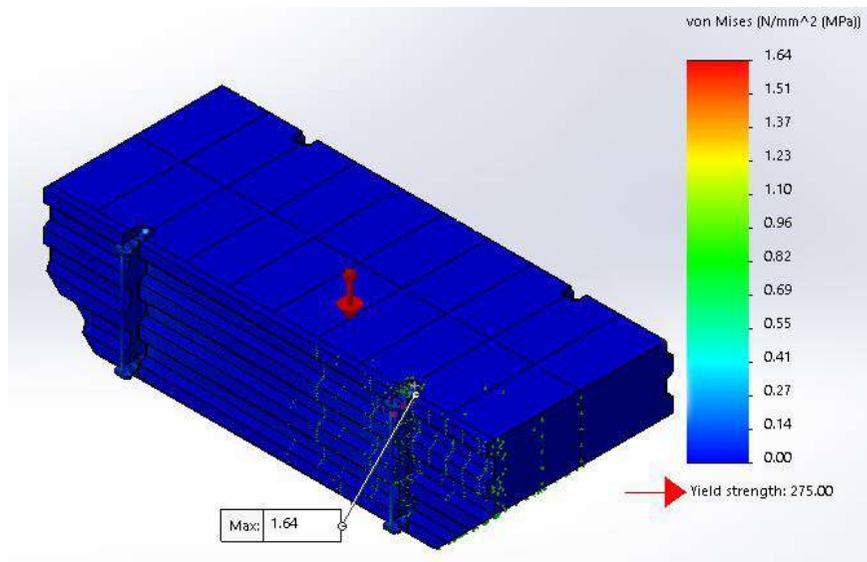
4.9.1. Kapal Floating Tanpa Muatan

- Analisa sambungan No 1

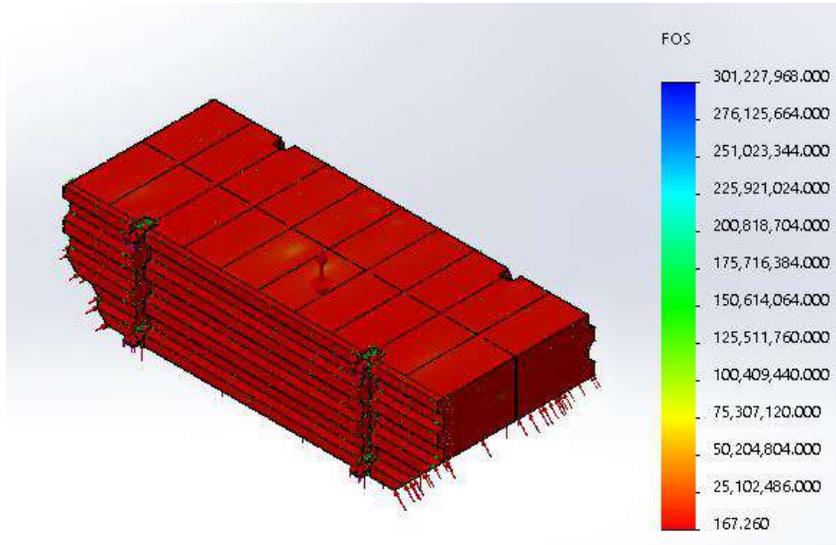
Maka untuk sambungan No 1 diberikan tekanan keatas untuk lambung bagian arah AP sebesar 595.2 mewakili Buoyency 10 pontoon yang lain dan lambung bagian arah FP tidak diberikan tekanan karena sudah dianggap fix atau kuat



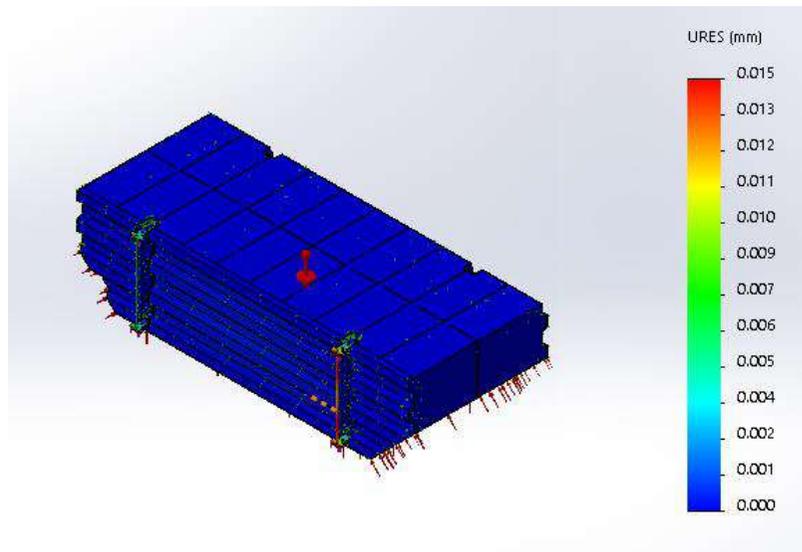
Gambar 4.37 Distribusi Pembebanan Kapal Tanpa muatan



Gambar 4.38 Hasil *Stress Analysis* sambungan No.1 Floating Muatan kosong



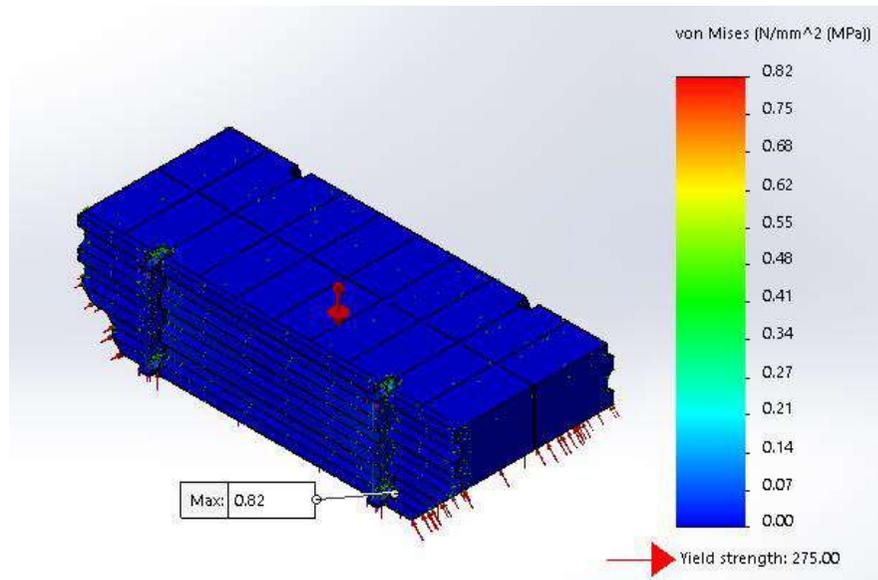
Gambar 4.39 Hasil *Safety Factor Analysis* sambungan No.1 Floating Muatan kosong



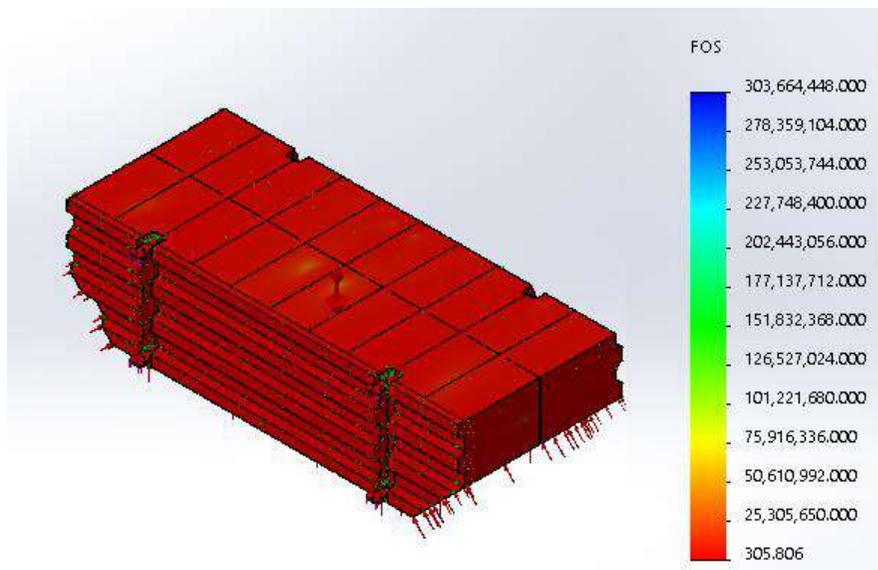
Gambar 4.40 Hasil *Displacement Analysis* sambungan No.1 Floating Muatan kosong

- Analisa sambungan No 5

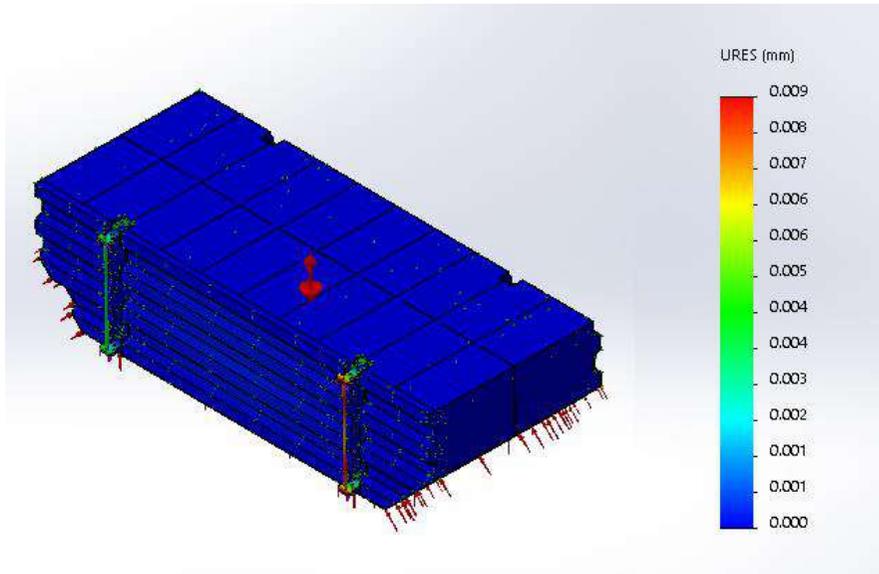
Maka untuk sambungan No 5 diberikan tekanan keatas untuk lambung bagian arah AP sebesar 357.12 dan lambung bagian arah FP tidak diberikan tekanan karena sudah dianggap fix atau kuat



Gambar 4.41 Hasil *Stress Analysis* sambungan No.5 Floating Muatan kosong



Gambar 4.42 Hasil *Safety Factor Analysis* sambungan No.5 Floating Muatan kosong

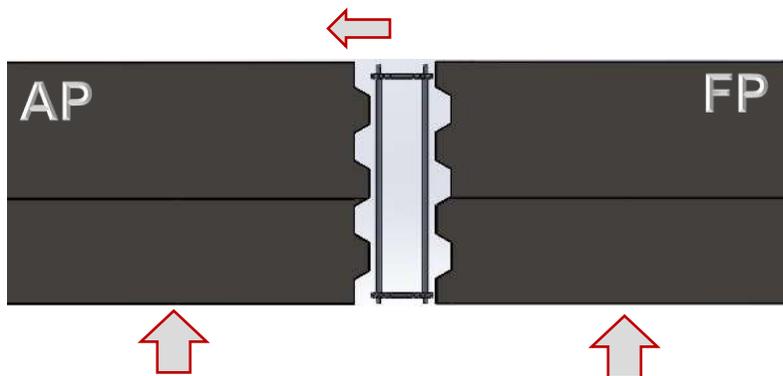


Gambar 4.43 Hasil *Displasment Analysis* sambungan No.5 Floating Muatan kosong

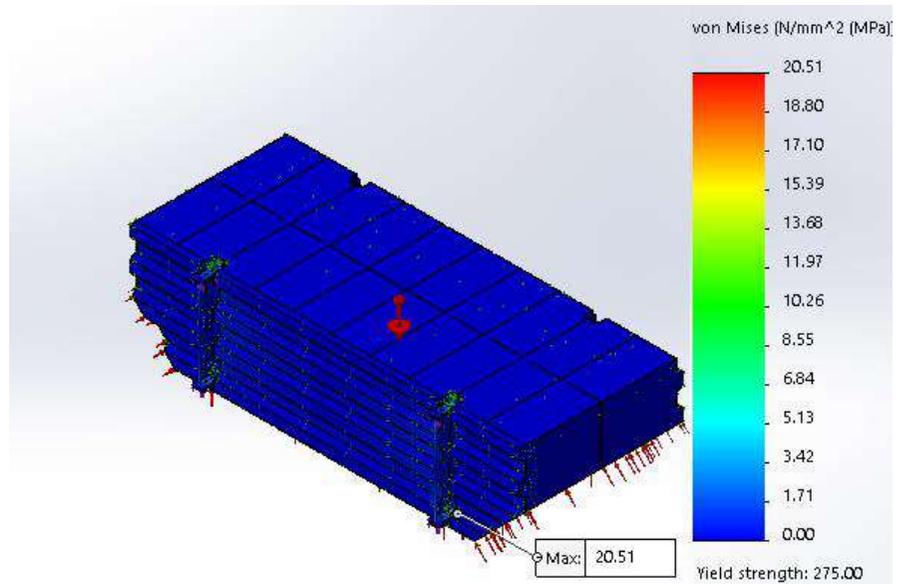
4.9.2. Kapal Sailing Tanpa Muatan

- Analisa sambungan No 1

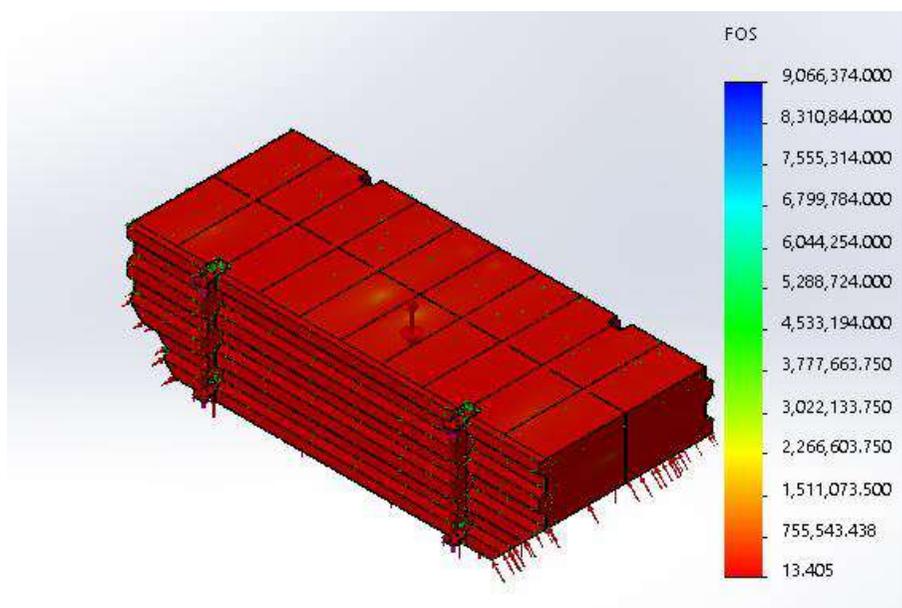
Maka untuk sambungan No 1 diberikan tekanan keatas untuk lambung bagian arah AP sebesar 595.2 dan lambung bagian arah FP tidak diberikan tekanan karena sudah dianggap fix atau kuat. Karena kondisi kapal bergerak pengunci juga diberikan beban tarik yang didapatkan dari tahanan kapal kecepatan 7 Knot dengan sarat 0.5m sebesar $7.10 \text{ kN} = 7100 \text{ N}$ maka beban tarik yaitu 6454 N ke arah AP.



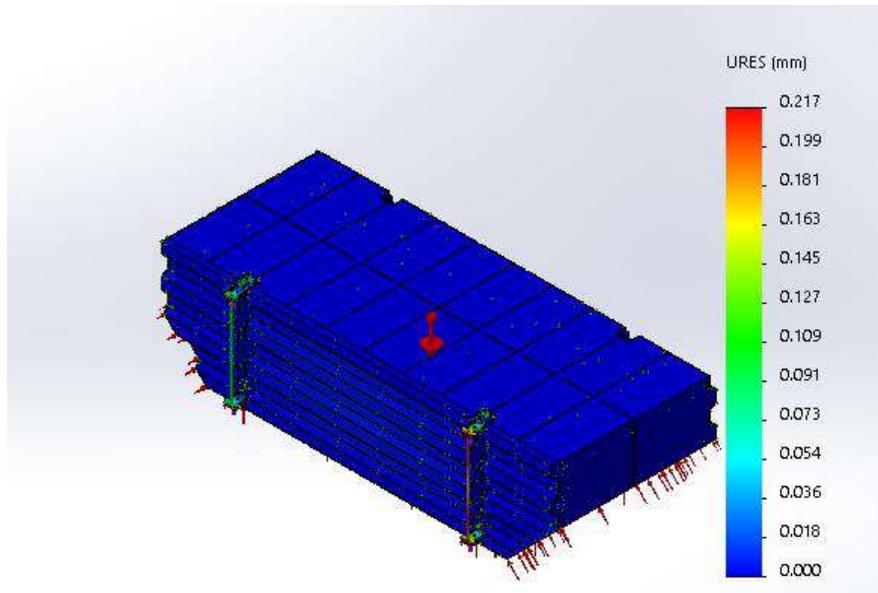
Gambar 4.44 Pembebanan Kapal Sailing Tanpa Muatan



Gambar 4.45 Hasil *Stress Analysis* sambungan No.1 Sailing Tanpa Muatan



Gambar 4.46 Hasil *Safety Factor Analysis* sambungan No.1 Sailing Tanpa Muatan



Gambar 4.47 Hasil *Displasment Analysis* sambungan No.1 Sailing Tanpa Muatan

4.10. Analisa Kekuatan Kondisi Kapal Floating dan Sailing Muatan Penuh

Dalam static analysis diperlukan data - data pendukung yang digunakan sebagai acuan proses analisa. Data basic yang dibutuhkan untuk melakukan proses analisa dengan menggunakan *software Solidwork Static Structural* adalah Material, Connection, Fixtures, dan External Loads

- Material

Pada proses input data material, terlebih dahulu menentukan data material konstruksi yang akan digunakan pada desain sambungan. Input data material sangat diperlukan untuk melakukan analisa kekuatan karena berhubungan dengan faktor “k” yang kemudian berpengaruh terhadap, equivalent stress ijin, bending stress ijin, dan faktor keselamatan yang menjadi acuan kriteria penerimaan dan penolakan. Sesuai dengan data sebelumnya lambung kapal menggunakan material *ASTM A36 Steel* dan pengunci menggunakan *Aluminium Alloy 6061*. Dengan Spesifikasi sebagai berikut :

Material – Tipe	: <i>ASTM A36 Steel</i>
Massa Jenis	: 7850 kg/m^3
<i>Yield Strength</i>	: 250 MPa
<i>Max. Tensile Strength</i>	: 400 MPa

Dan Pengunci menggunakan material *Aluminium Alloy 6061*

Material – Tipe	: <i>Aluminium Alloy 6061</i>
Massa Jenis	: 2700 kg/m^3
<i>Yield Strength</i>	: 275 MPa
<i>Max. Tensile Strength</i>	: 310 Mpa

- *Connection*

Contact Set merupakan fitur penting dalam persiapan melakukan analisa untuk menggambarkan interaksi antara satu part dengan bagian part yang lain. *Contact Set* digunakan pada model *assembly* dan model part yang memiliki *multibody* atau sisi part yang bersinggungan dengan part lain.

- *Fixtures*

Merupakan Area fix yang dipilih untuk mempertahankan posisi part dari pergerakan ketika suatu beban diberikan. Pada proses analisa kapal muatan kosong maka area fix yang pilih berbeda-beda sesuai dengan analisa kondisi simulasi kapal

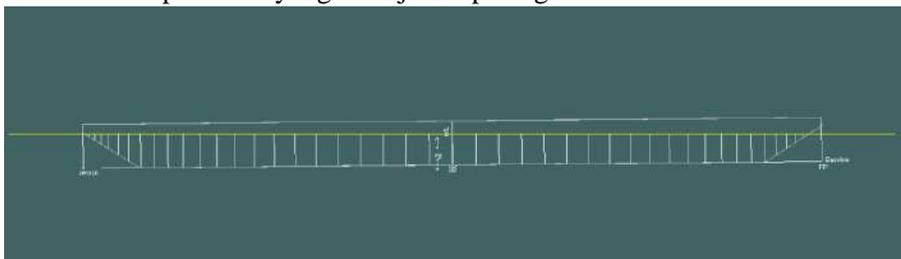
- *External Loads*

Pada tahap ini adalah pemilihan area yang akan diberikan pembebanan, dengan rincian kebutuhan yang berbeda-beda sesuai dengan analisa kondisi simulasi kapal.

- *Create Mesh*

Setelah pengesian data sesuai dengan permodelan dilakukan proses meshing atau bisa sebagai disebut proses pembagian detail perhitungan yang akan digunakan. Proses meshing tentunya berpengaruh pada hasil analisa dikarenakan hasil meshing tersebut menentukan perhitungan dalam komponen kecil dengan ketelitian yang telah ditentukan. Proses meshing yang dilakukan dengan ketelitian normal maka akan menghasilkan hasil analisa yang normal atau tergolong biasa, namun jika proses meshing dilakukan dengan ketelitian tinggi maka hasil analisa yang diperoleh adalah lebih akurat dan lebih presisi dibandingkan proses meshing dengan ketelitian normal

Dengan bantuan *Software Maxsurf Hidromax* dapat diketahui dengan berat konstruksi kapal yang telah dihitung sebelumnya yaitu 65.79 ton ditambah berat pengunci yang berjumlah 40 dengan berat total 440 kg dan ditambah muatan 6 truk dengan berat total 96 ton maka total seluruhnya yaitu posisi kapal pada sarat dan dengan volume displasment yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.48 kondisi sarat penuh pada software Maxsurf

Maka dapat ditentukan gaya tekan keatas kapal dengan rumus:

$$F = V \times g \times \rho$$

Dimana:

F = Gaya tekan keatas (N)

V = Volume Kapal yang tercelup (m³)

ρ = Masa Jenis Air laut (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (N/kg)

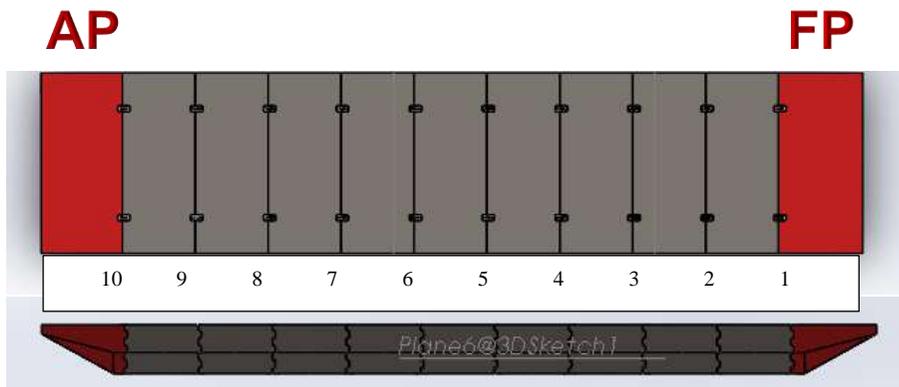
maka :

$$F = 144.57 \times 9.8 \times 1.025$$

$$F = 1452.29 \text{ N}$$

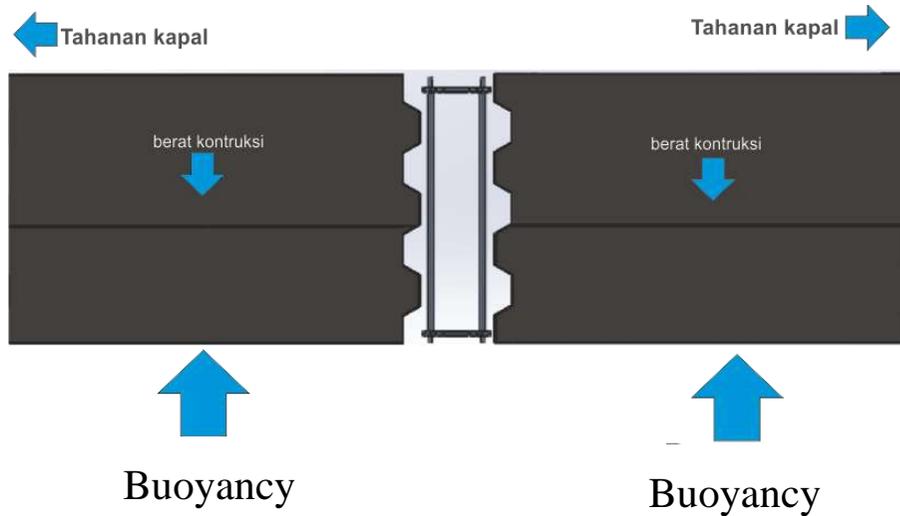
Draft Amidsh. m	1.129
Displacement tonne	162.2
Heel to Starboard degrees	0.0
Draft at FP m	1.001
Draft at AP m	1.257
Draft at LCF m	1.131
Trim (+ve by stern) m	0.256
WL Length m	26.289
WL Beam m	6.059
Wetted Area m ²	196.339
Waterpl. Area m ²	158.985
Prismatic Coeff.	0.849
Block Coeff.	0.806
Midship Area Coeff.	0.949
Waterpl. Area Coeff.	0.998

Beban Buoyancy dianggap beban merata disetiap blok pontoon maka saat blok dalam keadaan muatan penuh memiliki gaya buoyancy sebesar 132.03 N. Penomoran sambungan dapat dilihat pada gambar 4.49



Gambar 4.49 Penomoran sambungan Muatan Penuh

Detail pembebanan untuk analisa yang akan diberikan pada sambungan dan lambung pontoon gambar 4.50

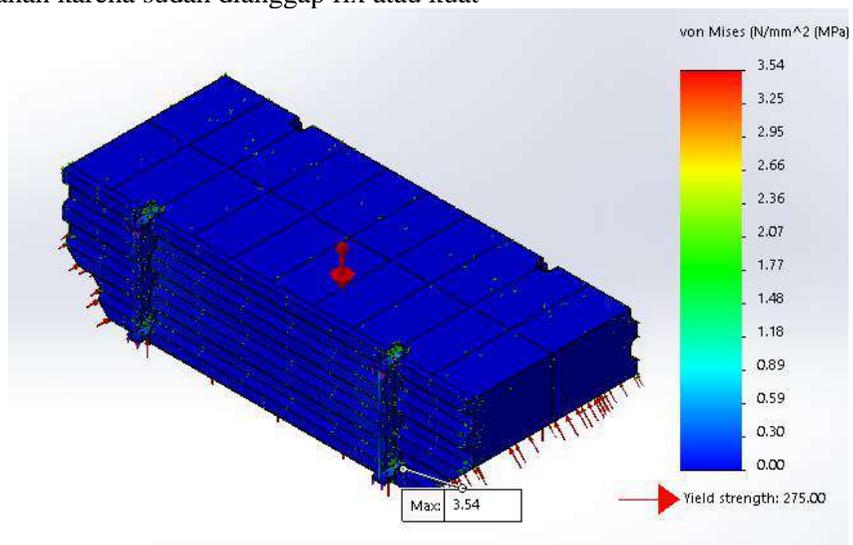


Gambar 4.50 Pembebanan muatan penuh

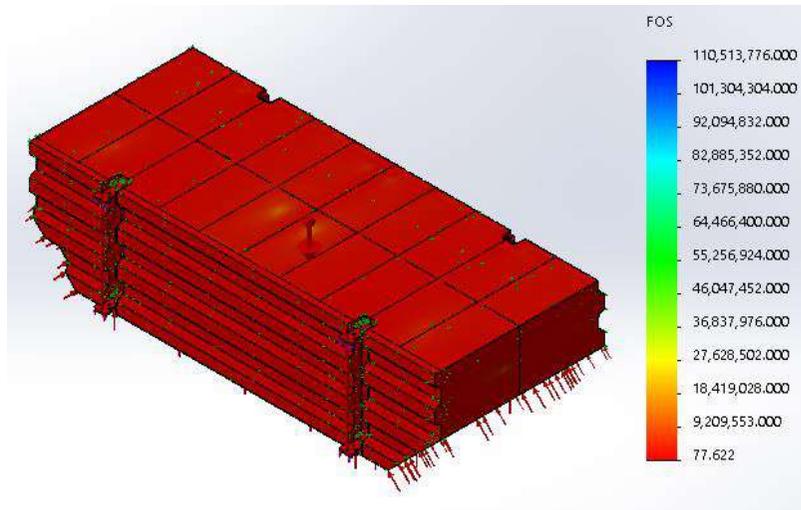
4.10.1. Kapal Floating Muatan Penuh

- Analisa sambungan No 1

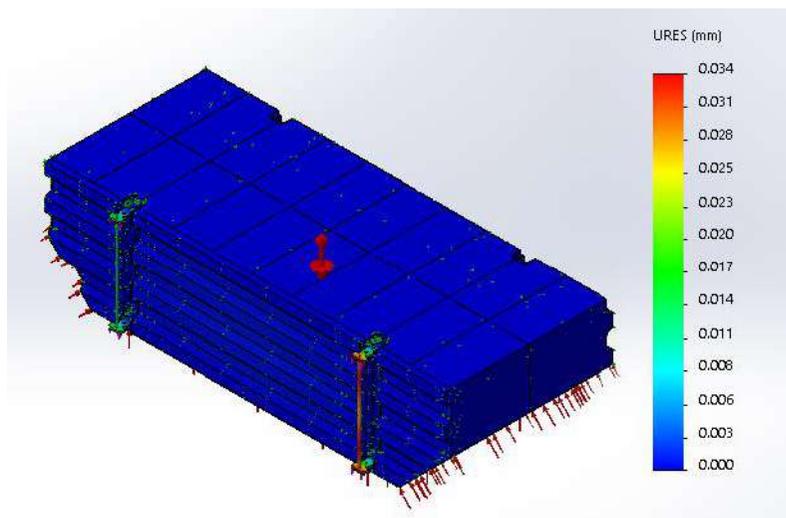
Maka untuk sambungan No 1 diberikan tekanan keatas untuk lambung bagian arah AP sebesar 1320.3 dan lambung bagian arah FP tidak diberikan tekanan karena sudah dianggap fix atau kuat



Gambar 4.51 Hasil *Stress Analysis* sambungan No.1 Floating Muatan Penuh



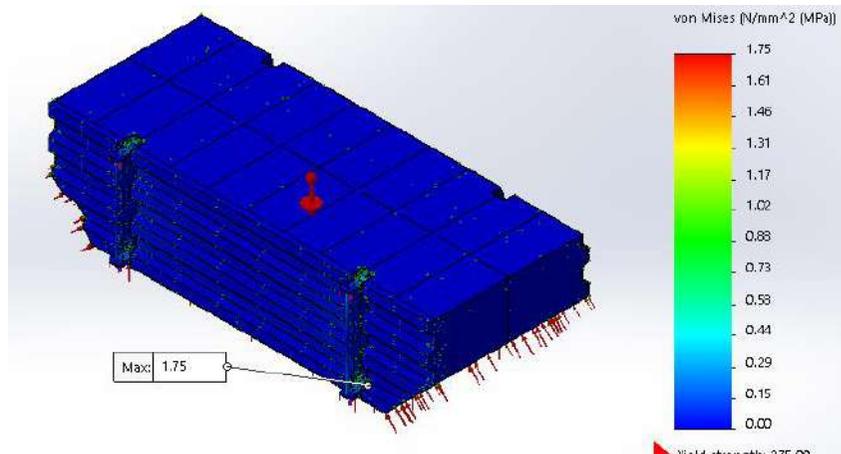
Gambar 4.52 Hasil *Safety Factor Analysis* sambungan No.1 Floating Muatan Penuh



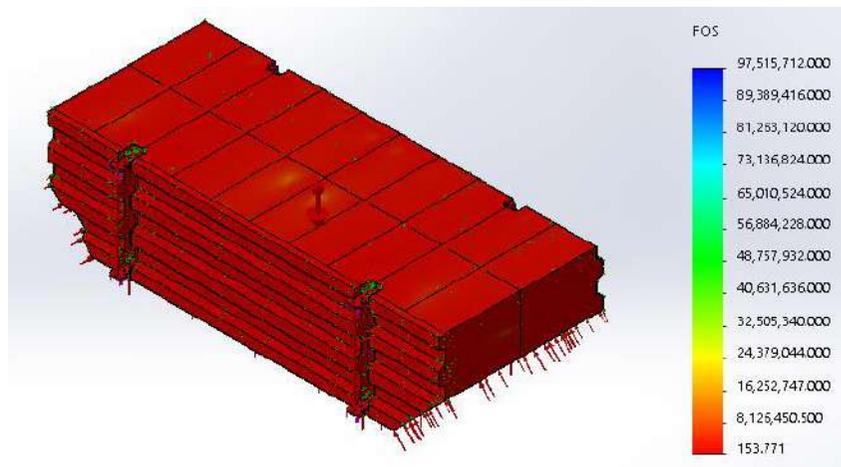
Gambar 4.53 Hasil *Displacement Analysis* sambungan No.1 Floating Muatan Penuh

- Analisa sambungan No 5

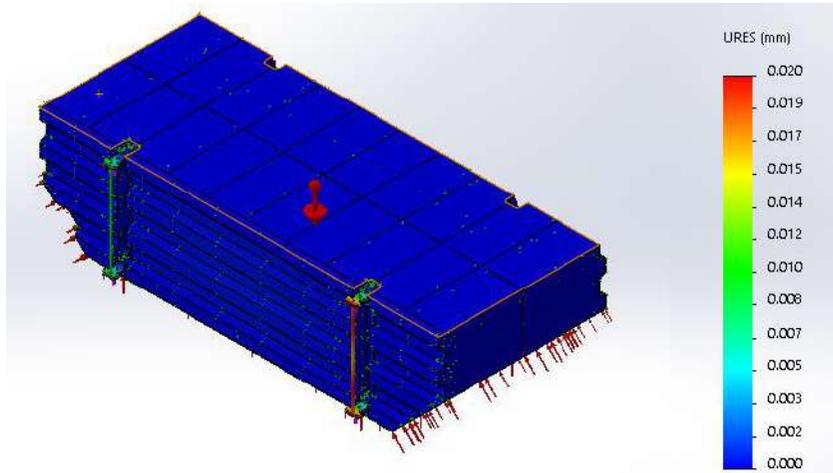
Maka untuk sambungan No 1 diberikan tekanan keatas untuk lambung bagian arah AP sebesar 792 N dan lambung bagian arah FP tidak diberikan tekanan karena sudah dianggap fix atau kuat



Gambar 4.54 Hasil *Stress Analysis* sambungan No.5 Floating Muatan Penuh



Gambar 4.55 Hasil *Safety Factor Analysis* sambungan No.5 Floating Muatan Penuh

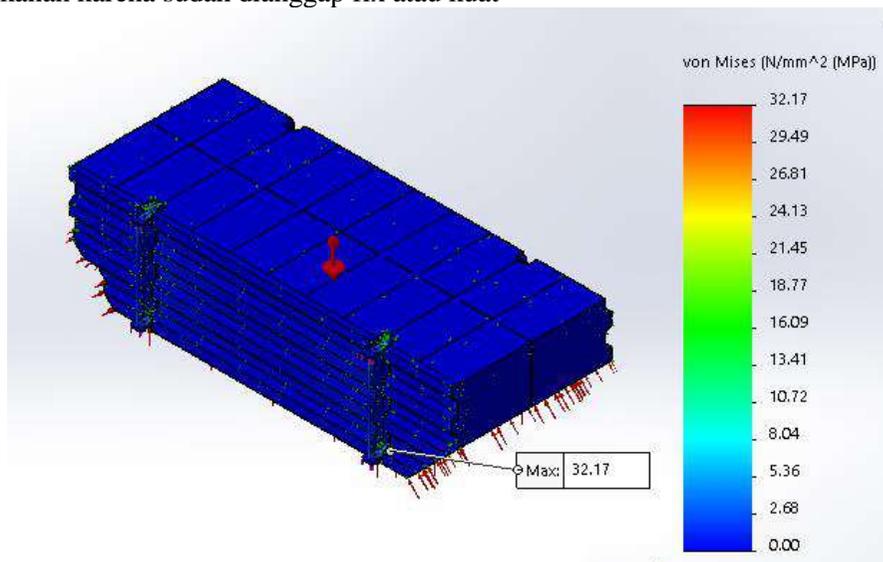


Gambar 4.56 Hasil *Displacement Analysis* sambungan No.5 Floating Muatan Penuh

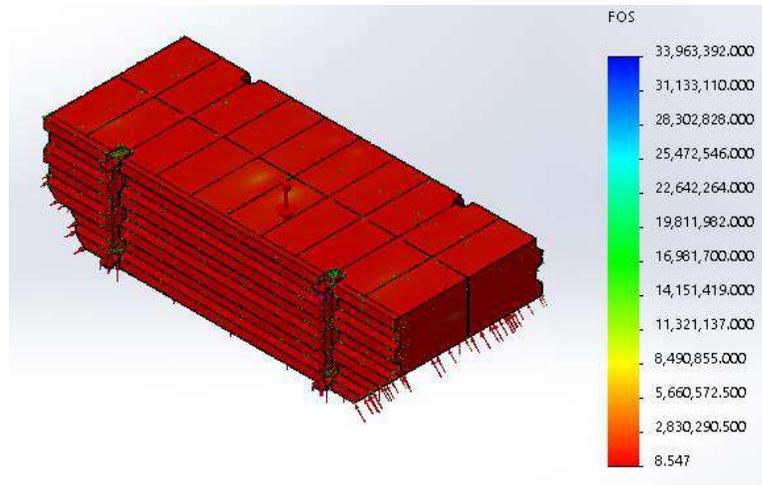
4.10.2. Kapal Sealing Muatan Penuh

- Analisa sambungan No 1

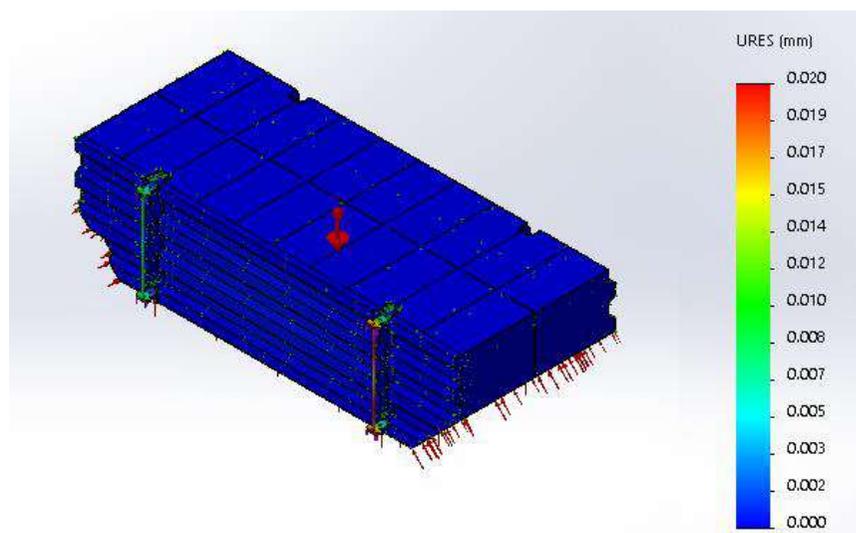
Maka untuk sambungan No 1 diberikan tekanan keatas untuk lambung bagian arah AP sebesar 1320.3 dan lambung bagian arah FP tidak diberikan tekanan karena sudah dianggap fix atau kuat



Gambar 4.42 Hasil *Stress Analysis* sambungan No.1 Sailing Muatan Penuh



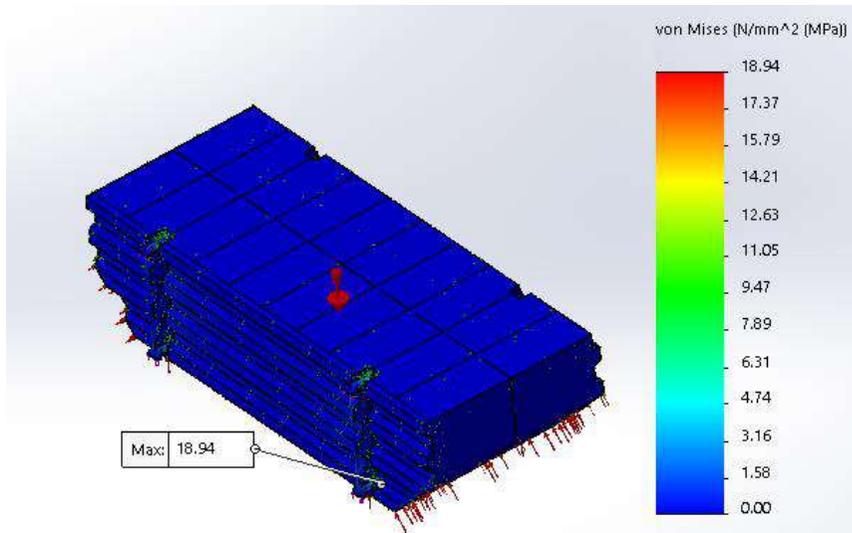
Gambar 4.57 Hasil *Safety Factor Analysis* sambungan No.1 Sailing Muatan Penuh



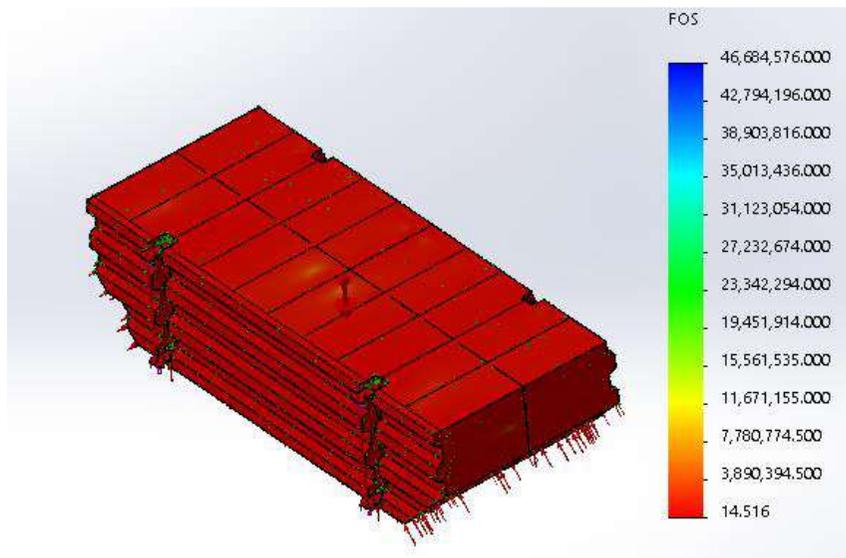
Gambar 4.58 Hasil *Displacement Analysis* sambungan No.1 Sailing Muatan Penuh

- Analisa sambungan No 5

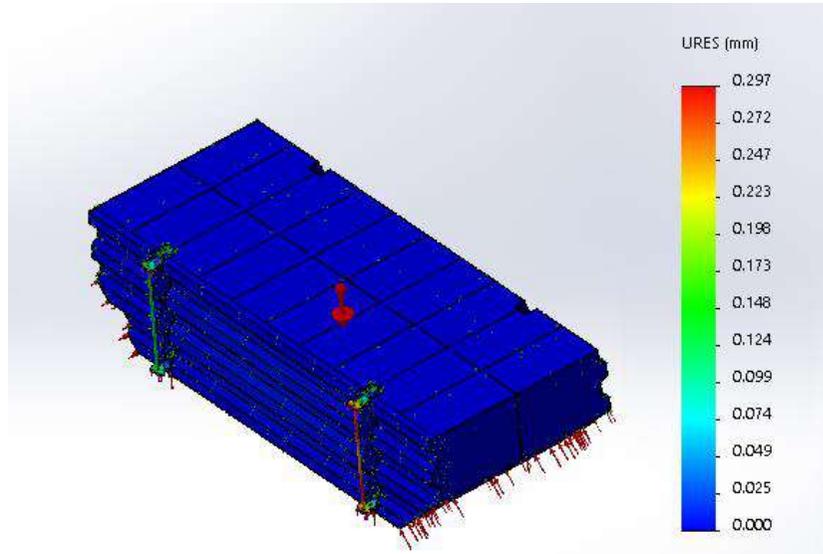
Maka untuk sambungan No 1 diberikan tekanan keatas untuk lambung bagian arah AP sebesar 792 N dan lambung bagian FP tidak diberikan tekanan karena sudah dianggap fix atau kuat



Gambar 4.59 Hasil *Stress Analysis* sambungan No.5 Sailing Muatan Penuh



Gambar 4.60 Hasil *Safety Factor Analysis* sambungan No.5 Sailing Muatan Penuh



Gambar 4.61 Hasil *Displasment Analysis* sambungan No.5 Sailing Muatan Penuh

4.11. Hasil Analisa Kekuatan Sambungan

Berikut adalah hasil proses Analisa yang telah dilakukan dari masing-masing variasi kondisi kapal dengan mengambil sampel sambungan

Tabel 4.2 Hasil Analisa Sambungan Kondisi Floating

Analysis	Muatan Kosong		Muatan Penuh	
	Sambungan No.1	Sambungan No.5	Sambungan No.1	Sambungan No.5
<i>Stress (MPa)</i>	1.64	0.82	3.54	1.75
<i>FOC</i>	167.26	305.8	77.62	153.7
<i>Shear Force (mm)</i>	0.015	0.009	0.033	0.020

Tabel 4.3 Hasil Analisa Sambungan Kondisi Kapal Bergerak

Analysis	Muatan Kosong		Muatan Penuh	
	Sambungan No.1	Sambungan No.5	Sambungan No.1	Sambungan No.5
<i>Stress (MPa)</i>	5.67	19.23	30.71	18.07
<i>FOC</i>	48.46	14.29	15.21	8.95
<i>Shear Force (mm)</i>	0.118	0.15	0.29	0.5

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

3.1. Kesimpulan

Hasil analisa kali ini ada 4 macam, yaitu Tegangan (stress), Perubahan Bentuk (Displacement), Faktor Keamanan (Faktor of Safety/FOS/SF), Tegangan Geser (Shear Force)

1. Tegangan (*Stress*) merupakan kumpulan gaya (*force*) pada suatu permukaan dari suatu benda. Semakin sempit luasan permukaan dengan gaya tetap, maka tegangan semakin besar. Tegangan terbesar akan ditunjukkan pada gradasi paling merah dan terkecil ditunjukkan dengan warna biru. Sedangkan area dengan tegangan sedang ditunjukkan dengan warna kuning-hijau-biru muda.
2. Faktor keamanan (*Factor of Safety/FOS/SF*) berfungsi sebagai penentuan kualitas suatu produk. Jika nilai FOS minimal kurang dari 1 maka hasil yang diperoleh memiliki hasil yang jelek, tidak aman saat di pergunakan, jika nilai FOS rentan 1-3 maka produk tersebut berkualitas baik dan aman, jika nilai FOS minimal mencapai 3 digit atau lebih (misal 100) maka produk tersebut aman namun dengan kekurangan berbobot lebih berat yang mengakibatkan besarnya biaya produksi
3. Tegangan Geser (Shear Force) merupakan tegangan horizontal dengan permukaan benda
4. Dalam proses Analisa didapatkan kekuatan dari pengunci dengan Analisa kondisi berbagai kondisi kapal, tegangan (stress) terbesar terletak pada pengunci nomer 10 dalam kondisi kapal bergerak dengan kecepatan 7 knot sebesar 31.85 MPa dengan safety factor 8.95 dan terendah pada pengunci nomer 1 pada kondisi kapal floating dengan tegangan sebesar 0.91 MPa dengan safety factor 300

3.2. Saran

Saran yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

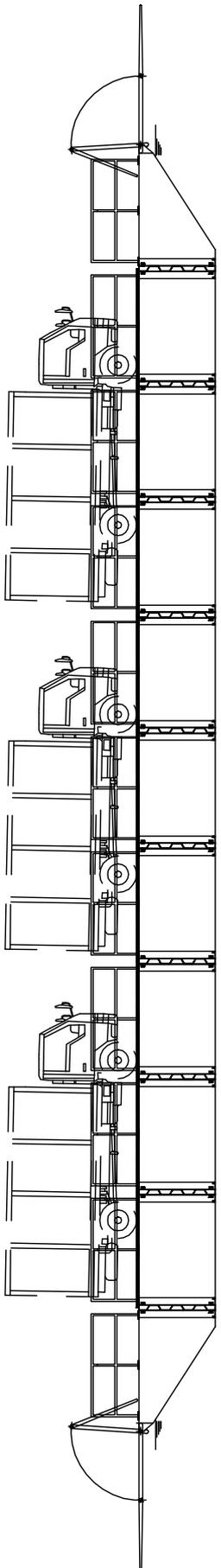
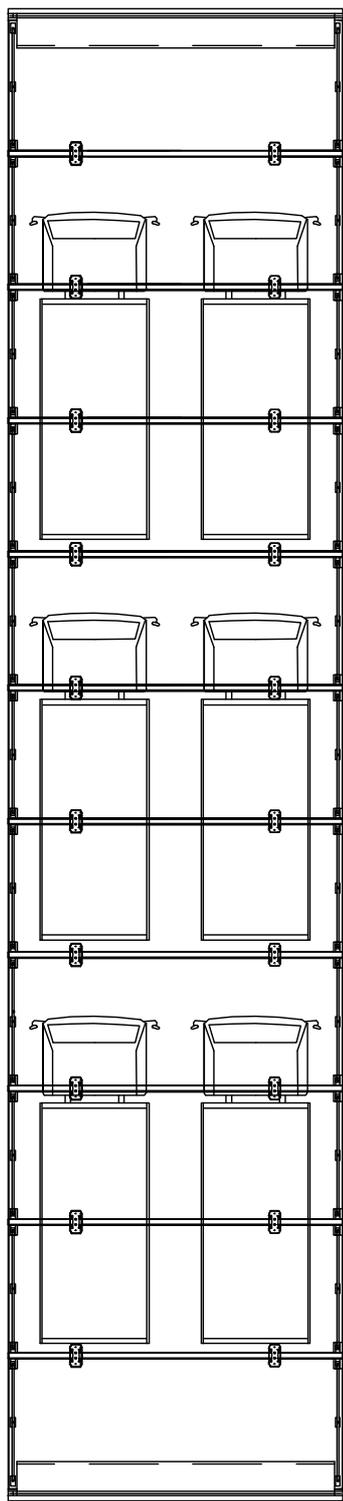
1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam menentukan desain konstruksi kapal agar dapat mengetahui kualitas dan kuantitas yang baik untuk di produksi
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk penambahan mesin pada kapal

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adnyani Putri, 2012. Analisa kekuatan Geladak Kapal Tongkang Dengan Pendekatan *Ultimate*. Surabaya. Teknik Sistem Perkapalan ITS.
- [2] Cheng Yong, Chunyan Ji, Gangjun Zhai. 2016. Hydroelastic analysis of Oblique Irregular Waves With a Pontoon-Type VLFS Edges With Dual Inclined Perforated Plates. Zhenjiang. University of Science and Technology.
- [3] Inge Nefri. (2016). “Perahu Sungai Musi, Riwayatmu Kini”. <http://regional.liputan6.com/read/2468250/perahu-motor-sungai-musi-riwayatmu-kini>
- [4] Hughes, F, O, *Ship Structural Design*, John Wiley & Son, New York ,1983
- [5] Master Thruster. *Hydraulic Outboard Propulsion Unit*. [PDF]. (<https://www.thrustmaster.net/out-drive-propulsion-unit/>, diakses 20 Desember 2016)
- [6] Nugroho Septyan Adi, 2013. Studi Penetapan Tarif Alur Pelayaran (*Channel Fee*) : Studi Kasus Sungai Musi. Teknik Kelautan ITS.
- [7] Utama Danu, 2013. Perancangan *Integrated Tug-Barge* (ITB) Pengangkut CNG (*Compressed Natural Gas*) yang Sesuai Untuk Perairan Sembakung- Nunukan. Surabaya. Teknik Perkapalan.
- [8] Watson, David G.M . 1998 . *Practical ship Design, Volume I* . Oxford, UK : Elsevier Science Ltd.
- [9] Wibawa Ari, 2012. Perancangan KapalTongkang Sebagai Pemyeberangan Masyarakat Disungai Bengawan Solo, Desa Jimbang Kabupaten Blora-Desa Kiringan Kabupaten Bojonegoro. Semarang. Teknik Perkapalan UNDIP.
- [10] <http://wikipedia>.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



PROJEK : BANGUNAN BARU
 QTY : 1 UNIT
 DWNER :
 TAHUN : 2017

KNOCK DOWN RIVER FERRY
RENCANA UMUM

REVISI :	Scale :	Date :	Signature :	MateriBaJa :
	Drawn By :			Note :
	Checked By :			
	Approved By :			

DIMENSI UTAMA KAPAL

Lpp	:	26.82	meter
B	:	6.058	meter
H	:	1.6	meter
T	:	1.25	meter
Cb lpp	:	0.63	
Vs	:	7	knots = 3.598 m/s

Perhitungan Jarak Gading (*Frame Spacing*)

$$\begin{aligned} \text{jarak gading} &: L/500 + 0,48 \\ &: 27 / 500 + 0,48 \\ &: 0.5 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Perencanaan Beban

vol II sec.4

Untuk Plat kulit dan Geladak Cuca

$$\begin{aligned} P_{01} &= 2,1 * (C_B + 0,7) * C_0 * C_L * f * C_{RW} \\ P_{01} &= 2,1 * (0,9 + 0,7) * 5.17 * 0.54 * 1 * 0.6 \\ &= 5.6634455 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_o &= 5.1728 \\ C_L &= 0.545894 \\ f &= 1 \\ C_{RW} &= 0.6 \end{aligned}$$

Untuk Penguat sekunder Lambung Luar (gading dan Balok Geladak)

$$\begin{aligned} P_{02} &= 2,1 * (C_B + 0,7) * C_0 * C_L * f * C_{RW} \\ P_{02} &= 2,1 * (0,9 + 0,7) * 5.17 * 0.54 * 0.75 * 0.6 \\ &= 4.2475841 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$f = 0.75$$

Untuk Penumpu Lambung Luar (Gading besar, senta, Sistem Kisi)

$$\begin{aligned} P_{03} &= 2,1 * (C_B + 0,7) * C_0 * C_L * f * C_{RW} \\ P_{03} &= 2,1 * (0,9 + 0,7) * 5.17 * 0.54 * 0.6 * 0.6 \\ &= 3.3980673 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$f = 0.6$$

Beban sisi kapal

$$\begin{aligned} P_s &= 10 * (T - z) + (P_0 * C_F * (1 + (z/T))) \\ P_s &= 9.4126557 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Beban Haluan kapal

$$\begin{aligned} P_C &= c * (0,20 * V_0 + 0,6 (L^{0,5}))^2 \quad \text{kN/m}^2 \\ P_C &= 13.9936 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$c = 0.8$$

Alas Bawah (*Bottom Plate*)

Tebal plat alas didaerah 0.4 L bagian tengah kapal tidak boleh kurang dari:

vol II sec.30 B.1

$$\begin{aligned} t &= 1.3 * (a/a_0) * \sqrt{L * T / H} \\ &= 6.691 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_0 &= 0.002L + 0.48 \\ &= 0.53364 \end{aligned}$$

untuk kapal yang mempunyai alas rata, tebal ditambah 0.5 mm

vol II sec.30 B.2

$$\begin{aligned} t_B &= t + 0.5 = 7.191 \text{ mm} \\ &\approx 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

L plat alas rata tidak boleh kurang dari

vol II sec.6, 5.1

$$b = 800 + 5 L = 934.1 \text{ mm}$$

Plat Sisi (Side plate)*vol II sec.30 B.3*

$$\begin{aligned}
 t_s &= t_B - 0.5 \\
 &= 6.691 \text{ mm} \\
 &\approx 7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sekat Kedap Bergelombang (Corrugated Watertight Bulkhead)

Pelat Sekat

$$\begin{aligned}
 t_l &= C_p \times a \times \sqrt{p_1} \times t_K \\
 &= 5.2370259 \approx 6 \text{ mm} \\
 \\
 t_{\min} &= 6.0 \sqrt{f} \\
 &= 5.6501795 \approx 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ReH &= 265 \text{ Sec.2.B.2} \\
 f &= 0.8868 \\
 C_p &= 0.798113 \text{ Sec.11.B.1.3} \\
 a &= 0.6 \\
 p &= 9.81 \\
 t_K &= 1.5 \\
 h_l &= 6.208 \\
 p_1 &= 60.90048
 \end{aligned}$$

Modulus penampang sekat kedap bergelombang

$$\begin{aligned}
 W &= C_s \times a \times l^2 \times p_1 \\
 &= 43.965275 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= 0.47 \text{ Sec.11.B.1.3} \\
 l &= 1.6
 \end{aligned}$$

Tebal geladak untuk beban beroda*vol II sec.7 B.2*

$$\begin{aligned}
 a_v &= F_v \times m & F_v &= 0.148683 & a &= 30 = 0.4 \text{ m (jarak beam)} \\
 &= 0.148683 & & & b &= 60 = 0.5 \text{ m (jarak girder)} \\
 \\
 t' &= c\sqrt{P(1+a_v)k} + t_K & c &= 0.982089 & & \\
 t' &= 6.289 < 10 \text{ maka } t_K = 1.5 & F &= 1800 \text{ a x b} \\
 t &= t' + t_K & m &= 1 \text{ daerah midship} \\
 t &= 6.289 + 1.5 & n &= 4 \text{ jumlah roda} \\
 &= 7.789 \text{ mm} & Q &= 16 \text{ ton, berat kotor kendaraan} \\
 &\approx 8 \text{ mm} & &= 156.896 \text{ kN} \\
 & & P &= 39.224 \text{ kN} \\
 & & f &= 980.6 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Tebal Plat Lunas (Keel Plate)*vol II sec.7 B.5*

$$\begin{aligned}
 t_{FK} &= t_B + 2.0 \\
 &= 10 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Lebar plat Lunas

$$\begin{aligned}
 b &= 800 + 5L \\
 &= 934.1 \text{ mm} \\
 &\approx 1000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Penumpu Tengah (Center Girder)*vol II sec.8 A.2.2*

$$\begin{aligned}
 h &= 350 + 45B \\
 &= 622.61 \approx 1.6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_w &= 0.07 L + 5.5 \\
 &= 7.3774 \approx 8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tebal Penumpu Tengah

vol II sec.8 A.2

$$\begin{aligned}t_w &= 0.07L + 5.5 \\ &= 7.3774 \\ &\approx \mathbf{8} \quad \text{mm}\end{aligned}$$

Wrang Plat

$$\begin{aligned} &= 84.293852 \text{ cm}^3 \\ &100 \times 75 \times 9 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} c &= 7.5 \\ a &= 0.4 \\ h &= 288.19 \text{ mm} \\ t &= 8.6457 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan Modulus Konstruksi

Gading Besar (*Web Frame*)

$$\begin{aligned}W_{wf} &= 0.55 * e * l^2 * P * n * k \\ &= 341.83364 \\ &\approx \mathbf{200 \times 100 \times 12}\end{aligned} \qquad \begin{aligned} e &= 2.4 \\ l &= 3 \end{aligned}$$

Balok Geladak (*Deck Beam*)

$$\begin{aligned}W_{db} &= c . a . l^2 . k \\ &= 115.64804 \\ &\approx \mathbf{130 \times 65 \times 10}\end{aligned}$$

Penumpu geladak tengah (*center deck girder*)

$$\begin{aligned}W_{cd} &= c \times e \times l^2 \times P \times k \\ &= 462.59217 \\ &\approx \mathbf{280 \times 20}\end{aligned}$$

Menghitung LWT

a. Perhitungan Berat Struktural (Wst)

Perhitungan berat baja kapal berdasarkan formula dari Watson, (1998), dalam "practical ship design" hal. 82: chapter 4

Practical Ship Design, Introduction, Hal 81

$$E = L(B+T) + 0,85 L (H - T) + 0,85 (L_1 \cdot h_1) + 0,75 (L_2 \cdot h_2)$$

dimana :

E = Parameter steel weight

L = Lpp kapal

B = Lebar kapal

T = Sarat kapal

H = Tinggi Kapal = 26.82 m

= 6.058 m

maka : = 1.25 m

E = L(B+T) + 0,85 L (H - T) + 0,85 (l₁ = 1.6 m

= .719m -17.8m)+ 0,85(202.535m²)+ 0,75 (236.7306m²)

= 204

$$Wst = K \times E^{1,36}$$

Dimana nilai K didapat dari Tabel yang terdapat pada buku practical ship design hal 85.

$$\begin{aligned} \text{Jadi } Wst &= K \times E^{1,36} & K &= \\ &= 0,036 \times 11999^{1,36} \\ &= 51.2 \text{ ton} \end{aligned}$$

0.037

Menghitung DWT

$$DWT = \text{displacement} - LWT$$

$$= 180.713 - 51$$

$$= 129.71 \text{ ton}$$

Perhitungan Payload

Sehingga, maksimal truck yang dapat diangkut sebanyak =

$$\begin{aligned} & \text{Payload / 20 ton} \\ = & 6198.64 / 20 \\ = & 8.647533 \\ = & \quad \quad \quad 6 \text{ truck} \end{aligned}$$

Perhitungan Modulus Konstruksi

$$W_M = n * c * a * l^2 * P * c_r * k$$

$$W_M = 19.888503 \text{ cm}^3$$

$$n = 0.80613$$

$$c = 0.6$$

$$a = 0.6$$

$$l = 1.6$$

$$c_r = 0.75$$

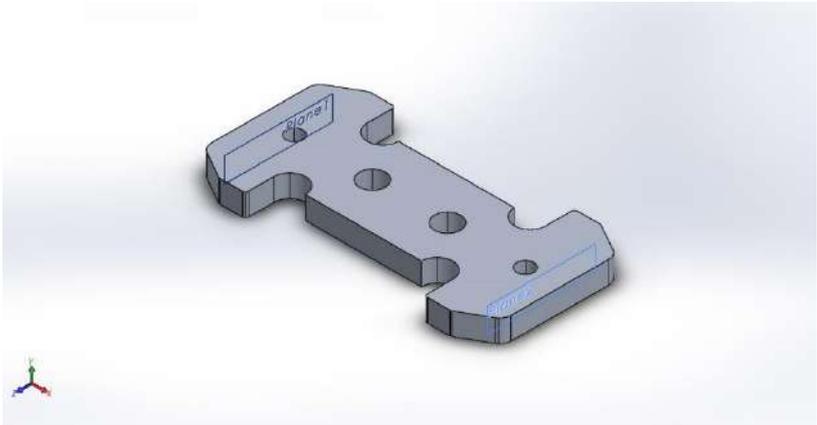
$$k = 0.91$$

wa	0.0366	7.85	0.287075
wb	0.0293	7.85	0.22966
ws	0.0146	7.85	0.11483
cg	0.0320	7.85	0.2512
SP	0.0351	7.85	0.275592
BT	0.1080	7.85	0.8478
KP	0.0225	7.85	0.176625
gel	0.1182	7.85	0.927519
corrug	0.1369	7.85	1.07475
			4.185049

3.85121

Lbilge 934.1

1	4.5 ton			
2	6.231 ton			
3	6.231 ton			
4	6.231 ton			
5	6.231 ton			
6	6.231 ton			
7	6.231 ton			
8	6.231 ton			
9	6.231 ton			
10	6.231 ton			
11	4.5 ton	1	3.9008	6.6
	65.079 ton	2.944667	1.3247	2.24134
		1.514227	2.5761	4.35866
				6.6
	5.266565			
		116.621		96
		20.621		



Simulation of Pengunci A

Date: Thursday, July 27, 2017
Designer: Solidworks
Study name: Static Pengunci
Analysis type: Static

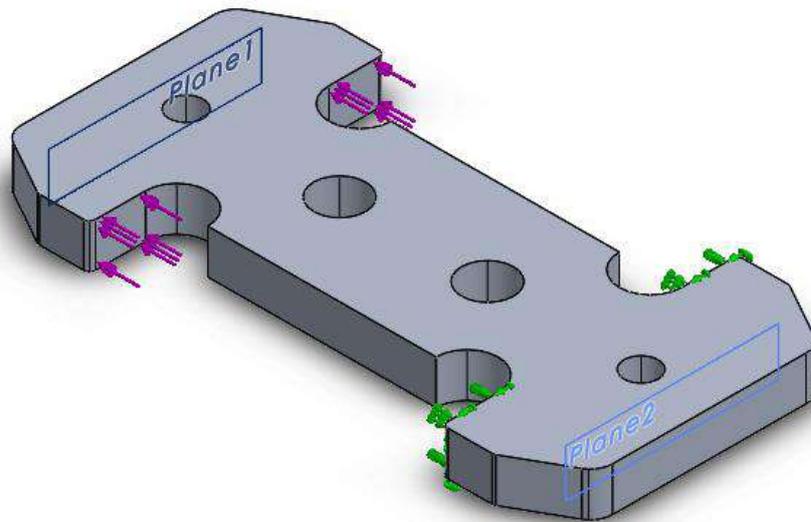
Table of Contents

- Description..... 1
- Assumptions 2
- Model Information 2
- Study Properties 3
- Units 3
- Material Properties 4
- Loads and Fixtures..... 4
- Connector Definitions..... 5
- Contact Information..... 5
- Mesh information 6
- Sensor Details 7
- Resultant Forces 7
- Beams..... 7
- Study Results 8
- Conclusion **Error! Bookmark not defined.**

Description
No Data

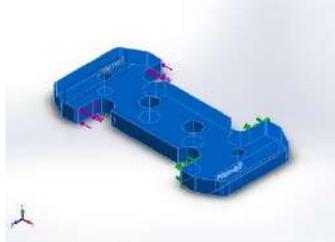
Assumptions

Model Information



Model name: Pengunci A
Current Configuration: Default

Solid Bodies

Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Split Line2 	Solid Body	Mass:4.36818 kg Volume:0.00161785 m ³ Density:2700 kg/m ³ Weight:42.8082 N	E:\SISTEM PERKAPALAN\SEMESTER GENAP 4\Bismillah Tugas Akhir\SolidWorks\Fix\Pengunci A.SLDPRT Jul 20 00:56:55 2017



Study Properties

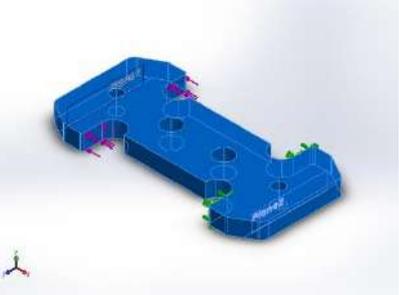
Study name	Static Pengunci
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SOLIDWORKS document (E:\SISTEM PERKAPALAN\SEMESTER GENAP 4\Bismillah Tugas Akhir\SolidWorks)

Units

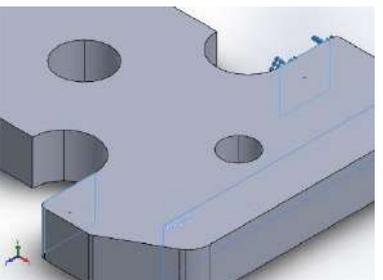
Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²

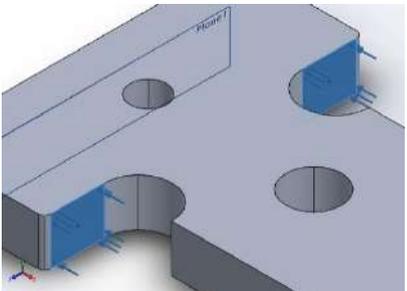


Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	Name: 6061-T6 (SS) Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Max von Mises Stress Yield strength: 2.75e+008 N/m ² Tensile strength: 3.1e+008 N/m ² Elastic modulus: 6.9e+010 N/m ² Poisson's ratio: 0.33 Mass density: 2700 kg/m ³ Shear modulus: 2.6e+010 N/m ² Thermal expansion coefficient: 2.4e-005 /Kelvin	SolidBody 1(Split Line2)(Pengunci A)
Curve Data:N/A		

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fixed-1		Entities: 2 face(s) Type: Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	1817.52	0.0214348	-0.00235939	1817.52
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		Entities: 2 face(s) Type: Apply normal force Value: 1817.5 N



Connector Definitions

No Data

Contact Information

No Data



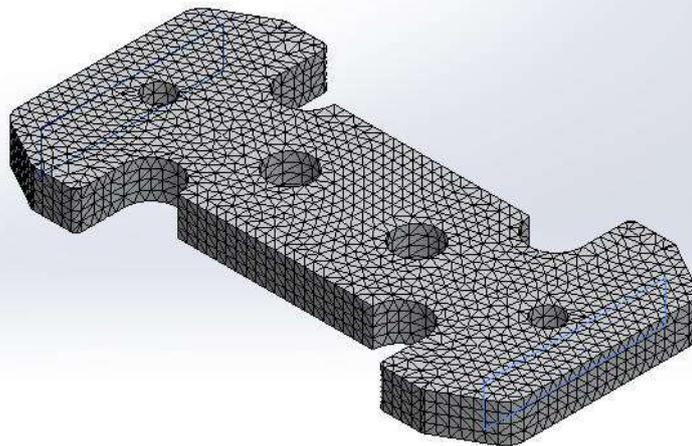
Mesh information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	0.00778673 m
Tolerance	0.000389337 m
Mesh Quality Plot	High

Mesh information - Details

Total Nodes	36775
Total Elements	23466
Maximum Aspect Ratio	7.0875
% of elements with Aspect Ratio < 3	99.6
% of elements with Aspect Ratio > 10	0
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:02
Computer name:	

Model name: Pengunci A
 Study name: Static Pengunci(-Default-)
 Mesh type: Solid Mesh



Sensor Details

No Data

Resultant Forces

Reaction forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	1817.52	0.0214348	-0.00235939	1817.52

Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

Beams

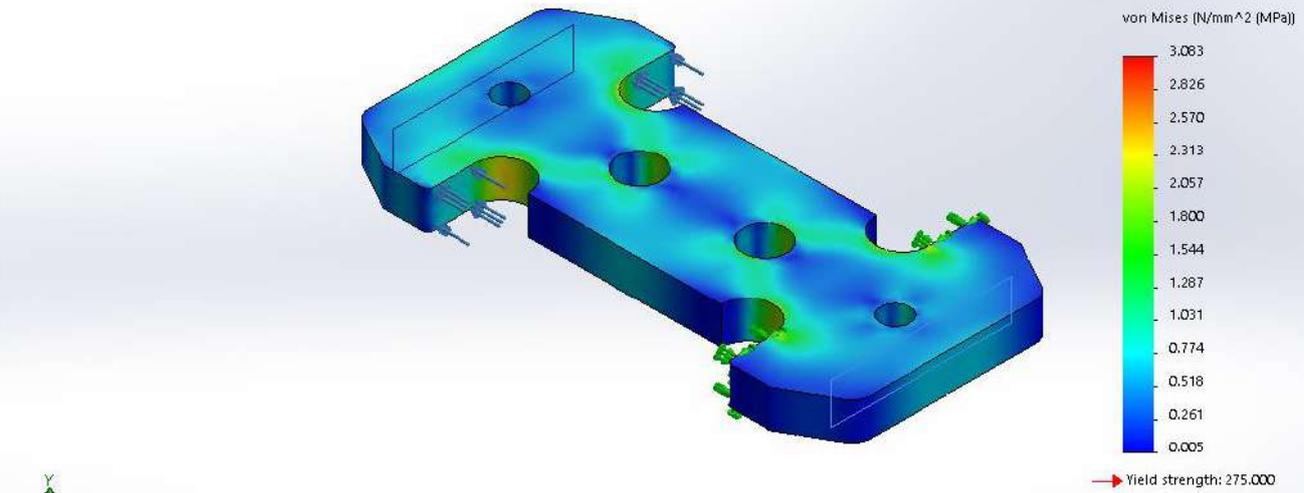
No Data



Study Results

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0.005 N/mm ² (MPa) Node: 2427	3.083 N/mm ² (MPa) Node: 1521

Model name: Pengunci A
 Study name: Static Pengunci(-Default-)
 Plot type: Static nodal stress Stress1
 Deformation scale: 1

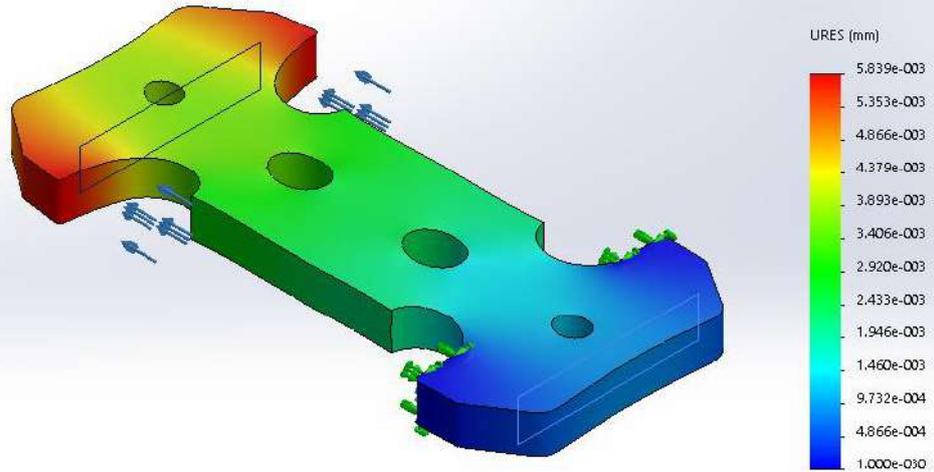


Pengunci A-Static Pengunci-Stress-Stress1

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0.000e+000mm Node: 204	5.839e-003mm Node: 1471



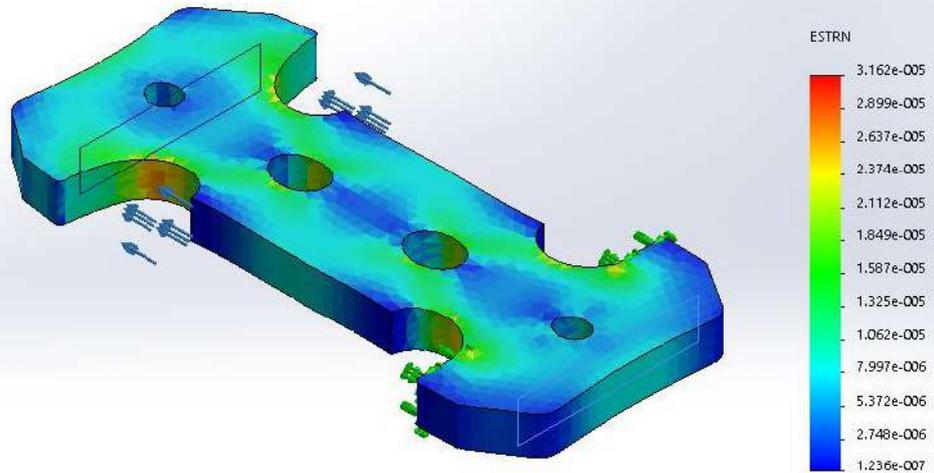
Model name: Pengunci A
 Study name: Static Pengunci(-Default-)
 Plot type: Static displacement Displacement1
 Deformation scale: 6880,01



Pengunci A-Static Pengunci-Displacement-Displacement1

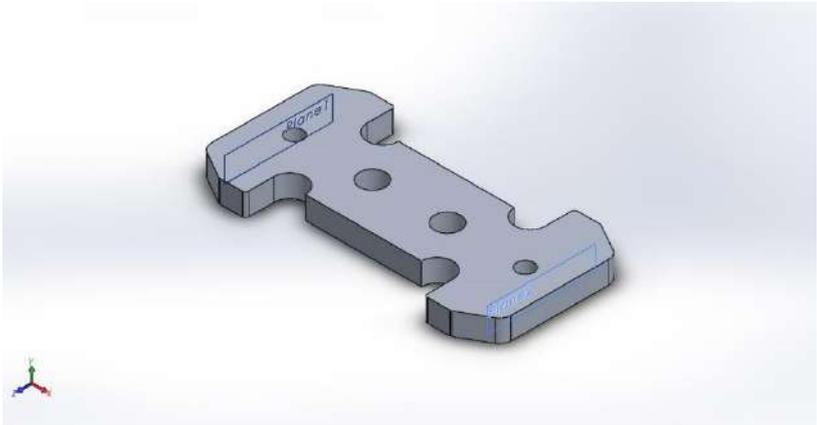
Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	1.236e-007 Element: 9486	3.162e-005 Element: 4801

Model name: Pengunci A
 Study name: Static Pengunci(-Default-)
 Plot type: Static strain Strain1
 Deformation scale: 6880,01



Pengunci A-Static Pengunci-Strain-Strain1





Simulation of Pengunci A

Date: Thursday, July 27, 2017
Designer: Solidworks
Study name: Static pengunci 2
Analysis type: Static

Table of Contents

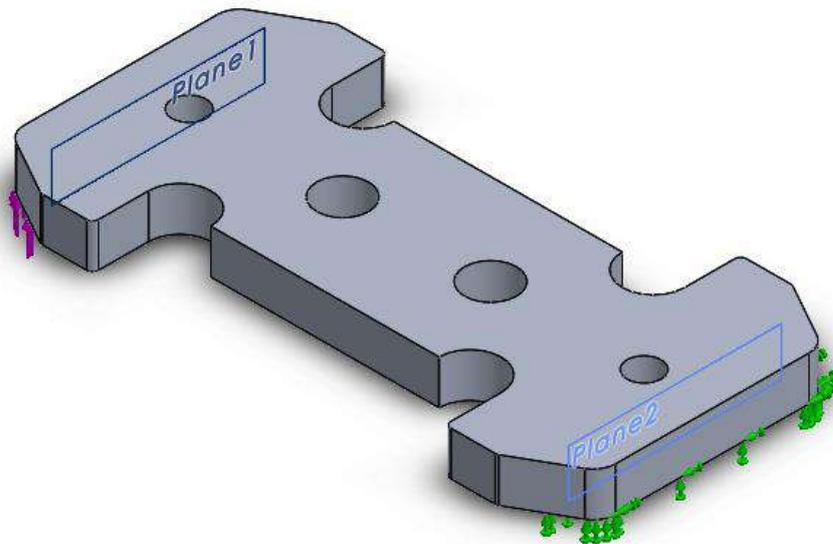
- Description..... 1
- Assumptions 2
- Model Information 2
- Study Properties 3
- Units 3
- Material Properties 4
- Loads and Fixtures..... 4
- Connector Definitions..... 5
- Contact Information..... 5
- Mesh information 6
- Sensor Details 7
- Resultant Forces 7
- Beams..... 7
- Study Results 8
- Conclusion 10

Description

No Data

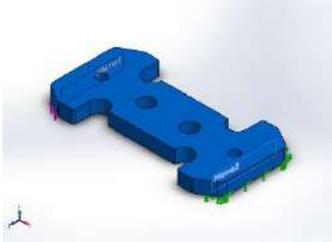
Assumptions

Model Information



Model name: Pengunci A
Current Configuration: Default

Solid Bodies

Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Split Line2 	Solid Body	Mass:4.36818 kg Volume:0.00161785 m ³ Density:2700 kg/m ³ Weight:42.8082 N	E:\SISTEM PERKAPALAN\SEMESTER GENAP 4\Bismillah Tugas Akhir\SolidWorks\Fix\Pengunci A.SLDPRT Jul 20 00:56:55 2017



Study Properties

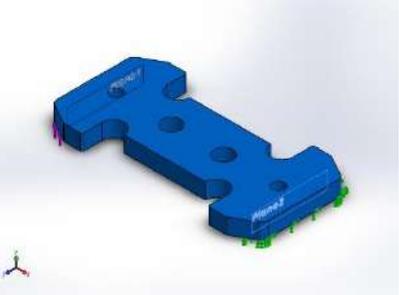
Study name	Static pengunci 2
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SOLIDWORKS document (E:\SISTEM PERKAPALAN\SEMESTER GENAP 4\Bismillah Tugas Akhir\SolidWorks\Fix)

Units

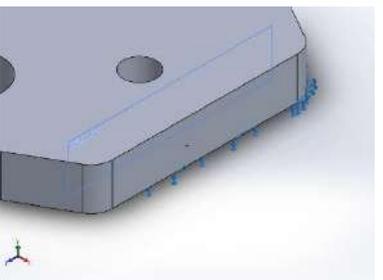
Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²

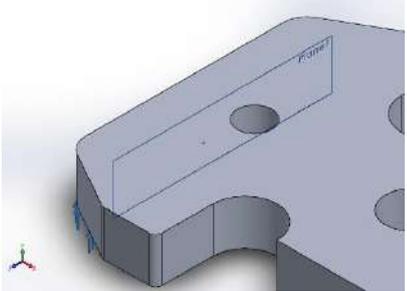


Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	Name: 6061-T6 (SS) Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Max von Mises Stress Yield strength: 2.75e+008 N/m ² Tensile strength: 3.1e+008 N/m ² Elastic modulus: 6.9e+010 N/m ² Poisson's ratio: 0.33 Mass density: 2700 kg/m ³ Shear modulus: 2.6e+010 N/m ² Thermal expansion coefficient: 2.4e-005 /Kelvin	SolidBody 1(Split Line2)(Pengunci A)
Curve Data:N/A		

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fixed-1		Entities: 1 face(s) Type: Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	0.137442	-363.134	-0.0127306	363.134
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		Entities: 1 face(s) Type: Apply normal force Value: 363.08 N



Connector Definitions

No Data

Contact Information

No Data



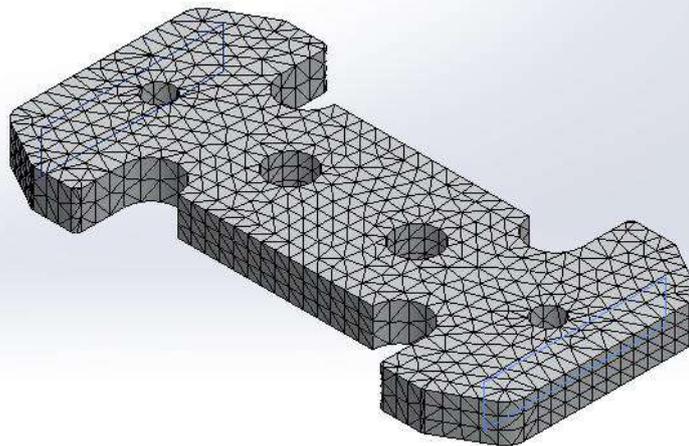
Mesh information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	0.0117419 m
Tolerance	0.000587095 m
Mesh Quality Plot	High

Mesh information - Details

Total Nodes	14535
Total Elements	8804
Maximum Aspect Ratio	8.007
% of elements with Aspect Ratio < 3	99
% of elements with Aspect Ratio > 10	0
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:01
Computer name:	

Model name: Pengunci A
 Study name: Static pengunci 2[-Default-]
 Mesh type: Solid Mesh



Sensor Details

No Data

Resultant Forces

Reaction forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	0.137442	-363.134	-0.0127306	363.134

Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

Beams

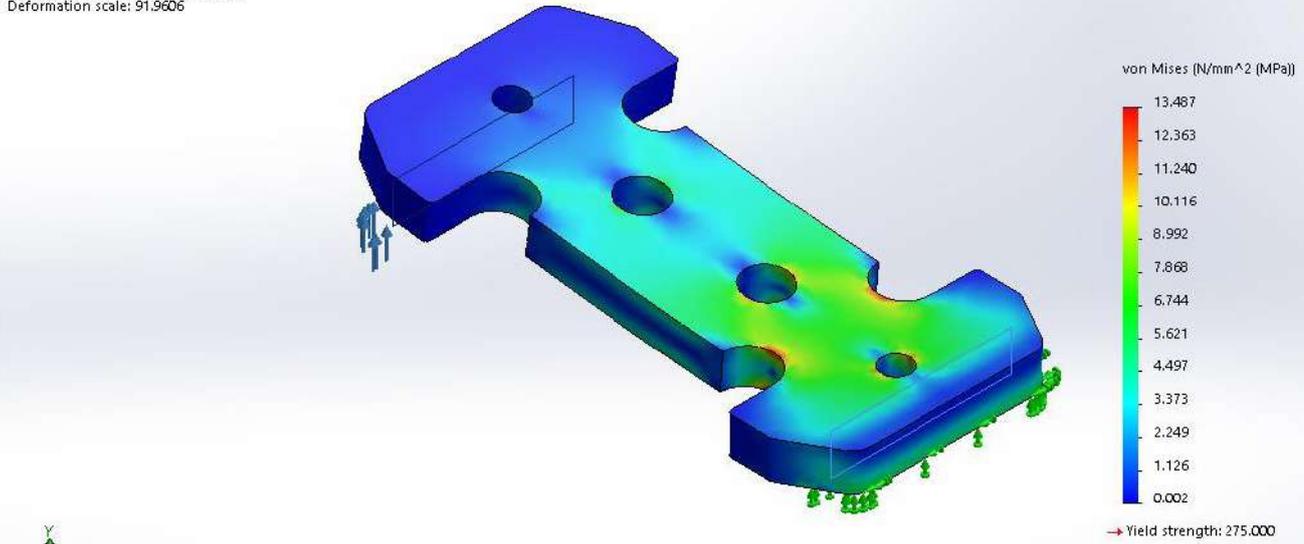
No Data



Study Results

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0.002 N/mm ² (MPa) Node: 9363	13.487 N/mm ² (MPa) Node: 13609

Model name: Pengunci A
 Study name: Static pengunci 2(-Default-)
 Plot type: Static nodal stress Stress1
 Deformation scale: 91.9606

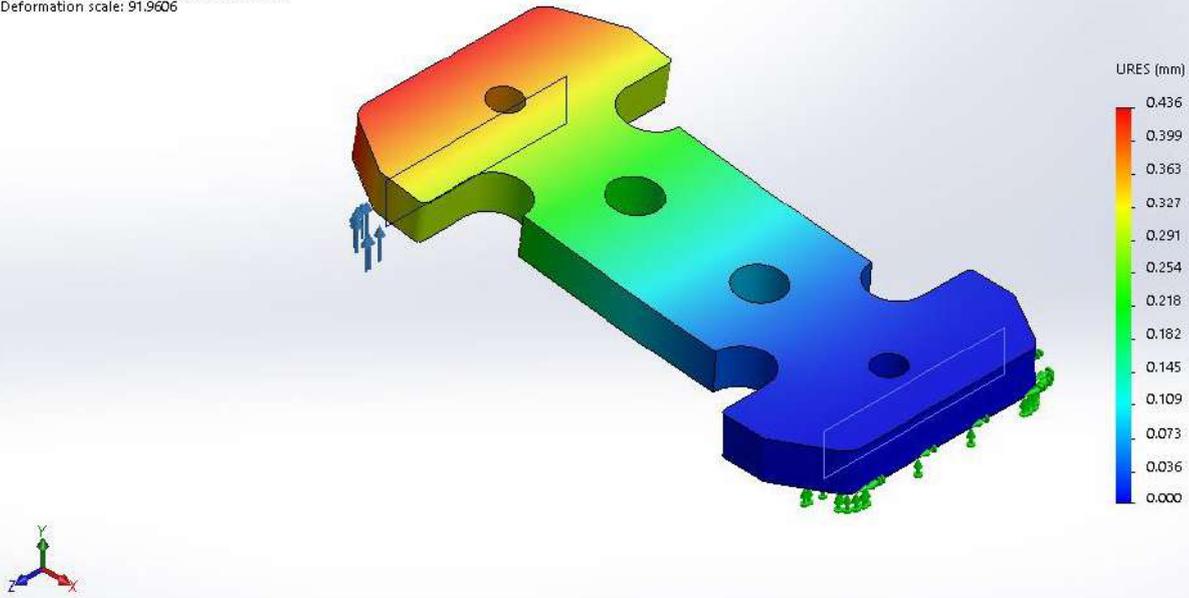


Pengunci A-Static pengunci 2-Stress-Stress1

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0.000 mm Node: 177	0.436 mm Node: 297



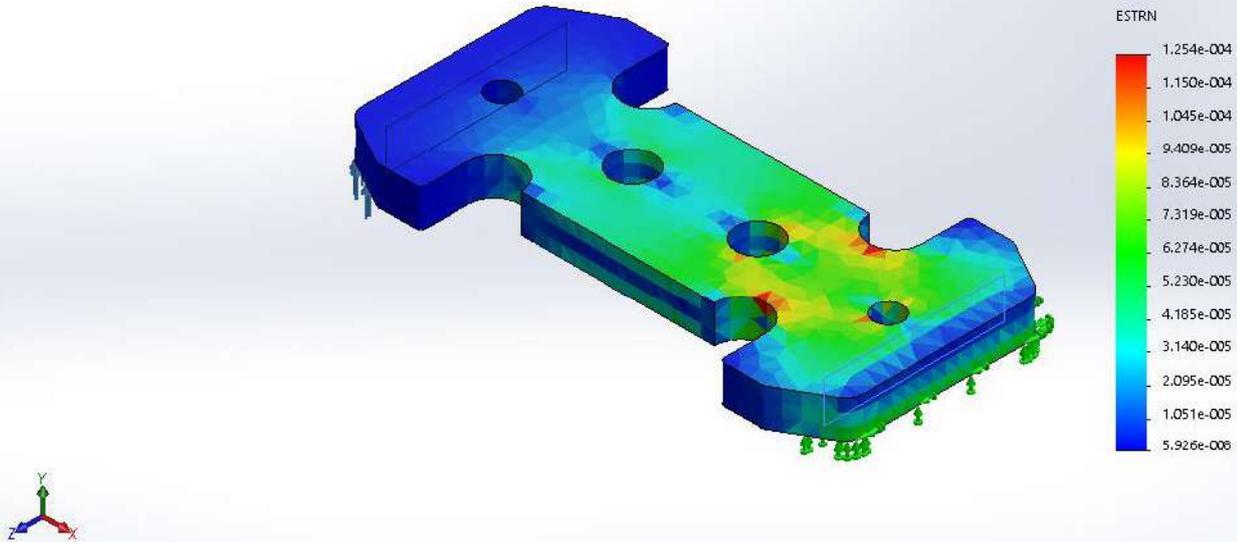
Model name: Pengunci A
 Study name: Static pengunci 2(-Default-)
 Plot type: Static displacement Displacement1
 Deformation scale: 91.9606



Pengunci A-Static pengunci 2-Displacement-Displacement1

Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	5.926e-008 Element: 2154	1.254e-004 Element: 6816

Model name: Pengunci A
 Study name: Static pengunci 2(-Default-)
 Plot type: Static strain Strain1
 Deformation scale: 1



Pengunci A-Static pengunci 2-Strain-Strain1



Conclusion

