



---

**TUGAS AKHIR – MN 141581**

**STUDI DESAIN *DERRICK BARGE* UNTUK  
*OFFSHORE STRUCTURE REMOVAL***

**Muhammad Ardan R**

**N.R.P. 4111 100 036**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.**

**Jurusan Teknik Perkapalan**

**Fakultas Teknologi Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**

**2016**



---

**FINAL PROJECT – MN 141581**

# **DESIGN STUDY OF DERRICK BARGE FOR OFFSHORE STRUCTURE REMOVAL**

**Muhammad Ardan R**

**N.R.P. 4111 100 036**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.**

**Departemen of Naval Architecture & Shipbuilding Engineering**

**Faculty of Marine Technology**

**Sepuluh Nopember Institute of Technology**

**Surabaya**

**2016**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin. Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**STUDI DESAIN DERRICK BARGE UNTUK OFFSHORE STRUCTURE REMOVAL**" dengan baik. Tidak lupa juga shalawat dan salam penulis curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita menuju alam yang penuh ilmu pengetahuan.

1. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan dan dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, ilmu, untuk membimbing penulis serta memberikan arahan dan masukan selama pengerjaan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D. selaku dosen wali penulis selama menjalani perkuliahan di jurusan teknik perkapalan.
3. Ibu, Bapak, dan Adik yang sangat penulis cintai dan sayangi, terima kasih atas kasih sayang, doa dan dukungannya.
4. Megitha Pratiwi S.E yang terkasih karena selalu memberikan dukungan dan semangat selama pengerjaan Tugas Akhir
4. Keluarga P-51 (CENTERLINE) yang selalu menemani dan mendukung.
5. Pradesta Wienpy dan Nandika B.P sebagai teman sekamar dan atas seluruh fasilitas yang sudah diberikan selama pengerjaan Tugas Akhir.
6. Boy Novryansyah S.T. , Wahyu Hidayat S.T. , M. Aulia S.T. , Fahrizal Eka S S.T. , M. Rino A S.T. , Trifajar M S.T. , Clara Yunita S.T. , Sholihah W S.T. yang telah membagikan sebagian ilmunya yang membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. M.Fyan Dinggi, Bagus Gelis, Stefanus Ian, Bagus Ivan S, Dhimas N atas kerja samanya selama mengerjakan Tugas Akhir.
7. Hakara Warid, Nona Theresia, Vinesia Annisa, Andi Muhammad Alif, Yoseph A, Nabel Mufti, Ikhwanu H, dan Lia M atas dukungannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Eky Setiahari, Satrio M, Juwita K, Nidia A, Gilang P, Rizky Y, dan Ardianta selaku teman seperjuangan di Lab. PSBM dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
9. Fachrul H dan Zul Haris O yang senantiasa memberikan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
10. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta kelak ada usaha untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Penyusun

05 Januari 2016

# LEMBAR PENGESAHAN

## STUDI DESAIN *DERRICK BARGE* UNTUK *OFFSHORE* *STRUCTURE REMOVAL*

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Perencanaan

Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MUHAMMAD ARDAN R.**

NRP. 4111 100 036

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir



**Ir. Wasis Dwi Arawan, M.Sc., Ph.D.**

NIP. 19651002 198901 1 001

SURABAYA, 26 JANUARI 2016

# STUDI DESAIN *DERRICK BARGE* UNTUK *OFFSHORE STRUCTURE REMOVAL*

**Nama** : Muhammad Ardan R  
**NRP** : 4111 100 036  
**Jurusan** : Teknik Perkapalan  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

## ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak mentah di dunia, terbukti dulu Indonesia merupakan salah satu dari anggota *Organization of Petroleum Exporting Countries* (“OPEC”) sebelum keluar pada tahun 2008 dikarenakan sudah tidak dapat memenuhi kuota minimal. Tetapi masih terdapat Banyak perusahaan yang bergerak di bidang eksplorasi dan eksplotasi minyak di Indonesia, baik perusahaan asing maupun lokal yang mempunyai ladang pengeboran minyak baik di darat maupun di laut. Pada tahun 2012 dari 15 perusahaan yang melakukan pengeboran di laut Indonesia menghasilkan 90.929.053 barrels. Seluruh proses pelaksanaan kegiatan operasional eksplorasi dan eksploitasi. Migas secara langsung maupun tidak langsung akan memberikan pada perubahan zona lingkungan, baik pada tahap prakonstruksi, konstruksi dan pemboran, operasi produksi, pasca operasi hingga tahap penutupan tambang (*Decommissioning*). Untuk melakukan proses *Decommissioning* dibutuhkan berbagai kendaraan bantu dan salah satunya adalah *Derrick barge*. *DB* adalah sebuah kapal tongkang yang dilengkapi dengan *crane* yang digunakan untuk mendukung kegiatan bangunan perminyakan terutama selama tahap pembangunan. Banyak kapal *derrick barge* yang sudah beroperasi dan dapat diidentifikasi dengan ukuran *crane* yang dimilikinya. *Derrick barge* harus cukup besar untuk menangani gaya angkat yang diperlukan oleh *crane* dan tetap stabil serta dapat menyediakan tempat tinggal untuk ratusan pekerja saat melakukan pekerjaan di atas kapal, *crane*, dan bangunan lepas pantai. Lalu dengan menggunakan metode *optimization design approach*, *Derrick Barge* dihitung dan dirancangan dengan beberapa batasan untuk mencari nilai pembangunan kapal yang paling minimum. Dari proses optimasi didapatkan ukuran utama *Derrick barege* adalah  $L = 133.52\text{m}$ ,  $B = 30.48\text{m}$ ,  $H = 7.6\text{m}$ ,  $T = 4.45\text{m}$

Kata kunci: *DB, Derrick Barge, Optimization Design.*

# DESIGN STUDY OF DERRICK BARGE FOR OFFSHORE STRUCTURE REMOVAL

**Nama** : Muhammad Ardan R  
**NRP** : 4111 100 036  
**Jurusan** : Teknik Perkapalan  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

## ABSTRACT

*Indonesia is one of crude oil producer in the world, as shown of it used to be the member of Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC) before resigning in 2008 due to it couldn't fulfill the minimal quota requirement. But there are still many companies which operate in oil exploration and exploitation sectors in Indonesia, both foreign companies and local companies that own onshore and offshore oil field. In 2012, out of 15 companies that operated in Indonesia, produced 90.929.053 barrels. All exploration and exploitation processes will cause environmental effects directly or indirectly, such as preconstruction stage, construction and drilling stage, production operation, after operation until decommissioning. For doing decommissioning process, it need many supported vehicles which one is Derrick Barge, a barge that equipped with a crane that used for supporting the offshore activities especially during construction stage. There are so many kind of derrick barges that have already operated, identified by crane's size. Derrick barge have to big enough to handle the lifting force that is needed by the crane and to keep it stable, also can provide the accommodation area for hundreds crews on board, crane and offshore structure. Then by using the optimization design approach method, Derrick Barge is designed by several restrictions to find the minimum value of ship building. By the optimization process, obtained the main dimension of Derrick Barge are  $L = 133.52m$ ,  $B = 30.48m$ ,  $H = 7.6m$ ,  $T = 4.45m$*

*Keywords: DB; Derrick Barge, Optimization Design.*

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	3
<b>LEMBAR REVISI</b> .....	4
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	5
<b>ABSTRAK</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>DAFTAR ISI</b> .....	9
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	12
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	13
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	15
1.1    Gambaran Umum.....	15
1.2    Latar Belakang.....	16
1.3    Batasan Masalah.....	19
1.4    Perumushan Masalah.....	19
1.5    Tujuan.....	19
1.6    Manfaat.....	19
1.7    Sistematika Penulisan.....	20
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	23
2.1    Pendahuluan.....	23
2.2.1 <i>Offshore Platform</i> .....	24
2.2.2 <i>Fixed Platform</i> .....	24
2.3    Kondisi Perminyakan di Indonesia.....	30
2.4    Decommissioning.....	31
2.5    Derrick Barge.....	40
2.6    Teori Desain.....	47
2.7    Tujuan Desain.....	48
2.8    Tahapan Desain.....	48
2.8.1 <i>Concept design</i> .....	48



2.8.2	<i>Preliminary Design</i> .....	49
2.8.3	<i>Contract Design</i> .....	50
2.8.4	<i>Detail Design</i> .....	50
2.9	Metode Perancangan Kapal .....	51
2.9.1	<i>Parent Design Approach</i> .....	51
2.9.2	<i>Trend Curve Approach</i> .....	51
2.9.3	<i>Iteratif Design Approach</i> .....	51
2.9.4	<i>Parametric Design Approach</i> .....	52
2.9.5	<i>Optimisation Design Approach</i> .....	52
2.10	Tinjauan Teknis Perancangan Kapal .....	52
2.10.1	Penentuan Ukuran Utama Dasar .....	52
2.10.2	Perhitungan Berat Baja Kapal.....	53
2.10.3	Menghitung DWT kapal .....	57
2.10.4	Menghitung Hambatan Kapal .....	58
2.10.5	Perhitungan Trim dan Stabilitas.....	59
2.10.6	Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	61
<b>BAB 3 METEDOLOGI PENELITIAN</b> .....		65
3.1	Pendahuluan.....	65
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	66
	67	
3.3	Langkah Pengerjaan.....	67
3.3.1	Pengumpulan Data .....	67
3.3.2	Analisa Data dan Penentuan Parameter Desain .....	68
3.3.3	Pemilihan Crane.....	69
3.3.4	Perhitungan Optimasi Ukuran Utama .....	71
3.3.5	Pembuatan Desain Rencana Garis dan Rencana Umum <i>Barge</i> .....	72
3.3.6	Pembuatan Desain Rencana Garis dan Rencana Umum <i>derrick barge</i> .....	73
<b>BAB 4 PERANCANGAN BARGE</b> .....		75
4.1	Pendahuluan.....	75
4.1.1	Penentuan Ukuran Utama Tongkang ( <i>Barge</i> ).....	76
4.1.2	Penentuan variable .....	76
4.1.3	Penentuan Parameter.....	76
4.1.4	Penentuan Batasan .....	77

4.1.5	Penentuan Fungsi Objektif .....	78
4.2	Penerapan Model Optimasi <i>Barge</i> Menggunakan <i>Software Excel</i> .....	78
4.2.1	Pembuatan Batasan .....	78
4.2.2	Running Model Iterasi <i>Solver Barge</i> .....	80
4.3	Perhitungan Tahanan <i>Barge</i> .....	85
4.4	Berat Baja .....	88
4.5	Perhitungan Peralatan dan Perlengkapan <i>Barge</i> .....	89
4.6	Perhitungan Titik Berat <i>Barge</i> .....	92
4.7	Perhitungan Trim <i>Barge</i> .....	94
4.8	Stabilitas .....	96
4.9	Perhitungan Biaya Pembangunan <i>Barge</i> .....	96
<b>BAB 5</b>	<b>PEMBUATAN RENCANA GARIS DAN RENCANA UMUM <i>BARGE</i></b> .....	<b>99</b>
5.1	Pendahuluan .....	99
5.2	Rencana Garis <i>Barge</i> .....	100
5.2	Rencana Umum Derrick <i>Barge</i> .....	103
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>109</b>
6.1	Pendahuluan .....	109
6.2	Kesimpulan .....	110
6.3	Saran .....	110
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>111</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>112</b>

## DAFTAR TABEL

Table 1. Data penghasilan crude oil di Indonesia tahun 2012	30
Table 2. Data Offshore Platform di Indonesia berdasarkan umurnya	31
Table 3. Data Offshore Platform di Indonesia	67
Table 4. Contoh pembagian modul pada suatu Topside pada offshore Platform	69
Table 5. Data Kapal Pembanding	76
Table 6. perhitungan berat kapal	88
Table 7. perhitungan equipment and outfitting	89
Table 8. perhitungan berat E&O	92
Table 9. tabel perhitungan titik berat	93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Persebaran Migas di Indonesia.....	16
Gambar 2. Contoh Proses Decommissioning pada sebuah Offshore Platform.....	18
Gambar 3. Contoh bangunan Offshore Platform .....	24
Gambar 4. Semi- submersible.....	26
gambar 5. Tension Leg Platform.....	27
gambar 6. contoh bangunan SPAR .....	28
Gambar 7. Kapal FPSO.....	29
gambar 8. Peta persebaran cadangan minyak bumi di Indonesia tahun 2013 .....	30
gambar 9. Metodologi Decommissioning .....	35
gambar 10. Contoh Kapal Derrick Barge.....	41
gambar 11. Pedestal Crane.....	42
gambar 12. Deck Crane Manitowoc 999 .....	43
gambar 13. Derrick Crane pada sebuah kapal.....	43
gambar 14. Peralatan komunikasi yang ada di kapal .....	45
gambar 15. Life Bouy & Life Craft .....	46
gambar 16. Diagram alir pengerjaan.....	67
gambar 17. KEMAMPUAN USAHA PENUNJANG MIGAS PT. McDERMOTT INDONESIA ...	68
Gambar 18 AMDCLYDE MOFDEL 60 .....	70
gambar 19. proses Optimasi.....	71
gambar 20. solver .....	80
gambar 21. parameter constrain .....	81
gambar 22. proses solver.....	81
gambar 23. gambar tabel E&O .....	91
gambar 24. main generator maupun emergency generator pada kapal ini.....	91
gambar 25. derrick barge yang digunakan pada kapal ini.....	92
gambar 26. membuat design barge menggunakan maxsusf .....	100
gambar 27. proses membuat kapal dengan menggunakan parameter yang telah didapatkan.....	101
gambar 28. menentukan banyaknya station pada kapal.....	101
gambar 29. gambar lines plan.....	103
gambar 30. general arrengement .....	103
Gambar 31. Pedestal mounted crane type PMC 6200-300 .....	104
gambar 32. Pedestal Crane.....	104
Gambar 33. Deck Crane Manitowoc 999 .....	105
Gambar 34. AMCLYDE MODEL 60.....	106

# LAMPIRAN

1. **Derrick Barge 32**
2. **Lines Plan**
3. **General Arrangement**
4. **Data Kapal Pembanding**
5. **Hasil Optimasi**
6. **Data Ukuran Utama**
7. **Perhitungan Hambatan Kapal**
8. **Freeboard**
9. **Perhitungan Crew and Consumable**
10. **Equipments and Outfitting Check**
11. **Equipments and Outfitting**
12. **Perhitungan Berat Baja**
13. **Perhitungan Berat Total**
14. **Koreksi Displasmen**
15. **Perhitungan Titik Berat**
16. **Perhitungan Trim**
17. **Perhitungan Stabilitas**
18. **Perhitungan Cost**

## LAMPIRAN

1. Perhitungan
2. Rencana Garis dan Rencana Umum

# **LAMPIRAN**

## **1. Perhitungan**

# **LAMPIRAN**

## **2. Rencana Garis dan Rencana Umum**





# **BAB 1 PENDAHULUAN**

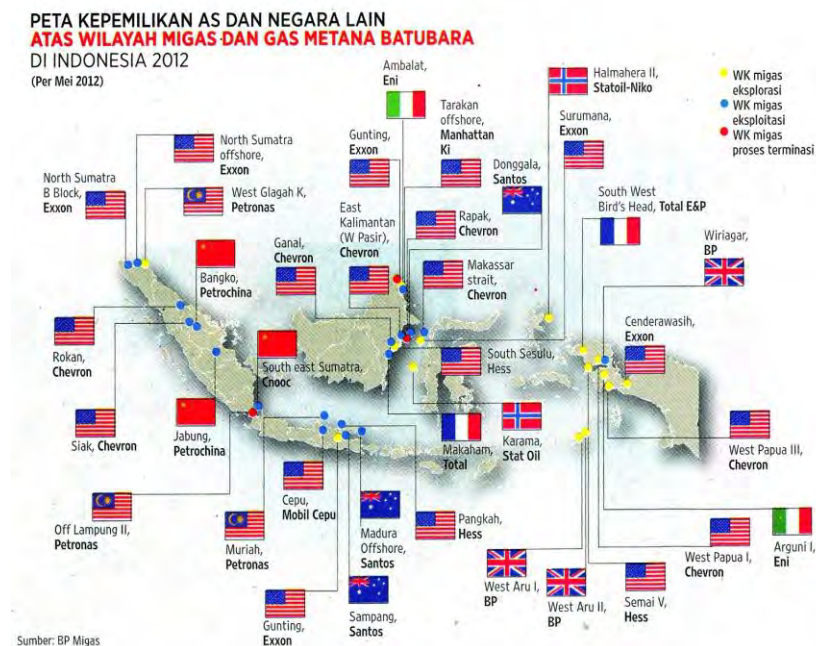
## **1.1 Gambaran Umum**

Bab 1 ini berisikan tentang latar belakang adanya suatu permasalahan yang dijadikan sebagai topik utama dalam pembuatan Tugas Akhir dimana Bab ini juga berisikan rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, manfaat, serta sistematika dalam penulisan Tugas Akhir. Pembahasan permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini terdapat pada sub bab rumusan masalah. Dari permasalahan tersebut diperlukannya ruang lingkup atau batasan masalah agar tidak menyimpang jauh dari pembahasan yang sudah ditentukan, yang diatur dalam sub bab batasan masalah. Kemudian untuk sub bab maksud dan tujuan, serta manfaat membahas untuk apa Tugas Akhir ini dibuat dan manfaat apa saja yang diperoleh

dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Serta dalam sub bab sistematika penulisan berisi bagaimana format penulisan Tugas Akhir ini.

## 1.2 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak mentah di dunia, terbukti dulu Indonesia merupakan salah satu dari anggota *Organization of Petroleum Exporting Countries* (“OPEC”) sebelum keluar pada tahun 2008 dikarenakan sudah tidak dapat memenuhi kuota minimal. Tetapi masih terdapat Banyak perusahaan yang bergerak di bidang eksplorasi dan eksplotasi minyak di Indonesia, baik perusahaan asing maupun lokal yang mempunyai ladang pengeboran minyak baik di darat maupun di laut. Pada tahun 2012 dari 15 perusahaan yang melakukan pengeboran di laut Indonesia menghasilkan 90.929.053 barrels (<http://www.migas.esdm.go.id/>) . Kegiatan *offshore* yang dilakukan di perairan Indonesia terdapat di Tangguh (Irijaar), *South East* Sumatera (Laut Jawa), Bawean (Jatim), Kutai (Kaltim), Makassar Strait, South Natuna Sea Block B (Kepri), Gresik (Jatim), West Madura (Jatim), Malacca Strait (Riau), Block A Off (Laut Jawa), Natuna Sea Block A (Kepri), Sampang Madura Offshore, Natuna Sea Block B (Kepri), Mahakam Block (Kaltim), Pantai Gebang (Sumut) seperti pada gambar .1.



Gambar 1. Peta Persebaran Migas di Indonesia

Begitu banyak kegiatan ekstraktif Migas yang ada di Indonesia dapat memberikan banyak manfaat dan juga kerugian untuk Indonesia. Salah satu resiko dari kegiatan ekstraktif Migas ini adalah dampak yang ditimbulkannya bagi lingkungan. Seluruh proses pelaksanaan kegiatan operasional eksplorasi dan eksploitasi Migas secara langsung maupun tidak langsung akan memberikan pada perubahan zona lingkungan, baik pada tahap prakonstruksi, konstruksi dan pemboran, operasi produksi, pasca operasi hingga tahap penutupan tambang (*Decommissioning*). Dalam melakukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, termasuk dalam kegiatan eksplorasi dan eksploitasi Migas merupakan tanggung jawab semua pihak, perusahaan dan, pemerintah. Secara normatif, perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup bertujuan untuk melindungi wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia dari pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup, menjamin keselamatan, kesehatan, keseimbangan dan keberlangsungan kehidupan manusia, makhluk hidup, dan kelestarian ekosistem, serta mengendalikan pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana untuk menjamin terpenuhinya keadilan bagi generasi kini dan generasi mendatang.

Peraturan yang berlaku untuk kegiatan ekstraktif Migas terdapat pada UNCLOS and 1989 *IMO Guidelines*, 1972 *London Convention* dan di Indonesia sendiri telah diatur dalam PP no.17 tahun 1974 pasal 21 yang berisikan “Bangunan Lepas Pantai yang telah habis kontrak harus dilakukan proses *Decommissioning*”. Selain peraturan pemerintah di Indonesia sendiri terdapat badan atau organisasi yang mengautr tentang kegiatan ekstraktif Migas yaitu BPMIGAS. Bentuk perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dalam kegiatan eskplorasi dan eksploitasi Migas yang dilakukan BPMIGAS adalah dengan mengeluarkan keputusan tentang pelaksanaan *Decommissioning* yang bertanggung jawab terhadap lingkungan, khususnya pada tahapan pemulihan lingkungan yang sering disebut dengan *Abandonment and Site Restoration (ASR)*”. Yang ada dalam surat keputusan BPMIGAS nomer KEP-0139/BP00000/2010/S0. Yang berbunyi, “Dengan menimbang bahwa setelah selesainya kegiatan produksi dalam kegiatan usaha hulu Migas, kontraktor kontrak kerja sama akan meninggalkan fasilitas produksi dan sarana penunjang lainnya yang telah digunakan untuk kegiatan produksi, sehingga berpotensi menjadi kendala atau membahayakan kegiatan lain di wilayahnya yang terkait dengan kegiatan transportasi, pertanian, navigasi kelautan, eksplorasi dan penelitian sumber daya alam”.



Gambar 2. Contoh Proses *Decommissioning* pada sebuah *Offshore Platform*

*Decommissioning* adalah semua kegiatan yang bersifat *removal* pada *offshore installations* yang nantinya bisa dibongkar seluruhnya, digunakan untuk tempat tinggal terumbu karang, dan juga digunakan lagi pada suatu daerah. Dalam proses kegiatan *decommisioning* dibutuhkan berbagai fasilitas dan alat-alat yang mendukung proses *removal* dan juga waktu yang sangat lama. Proses *removal* yang dilakukan terhadap *offshore installations (Offshore Platform)* membutuhkan berbagai macam peralatan dan alat transportasi yang memadai kegiatan tersebut. Dalam melakukan proses *removal*, kapal merupakan media yang lebih efisien untuk melakukan proses tersebut. Karena semakin efisien berarti semakin banyak waktu yang dapat dipangkas dalam proses tersebut dan semakin banyak keuntungan dan manfaat yang didapat. Kapal *derrick barge* menjadi salah satu solusi yang baik dalam melaksanakan kegiatan *decommisioning offshore platform*. Dengan kapal ini kegiatan tersebut menjadi lebih cepat dan lebih efisien dari segi metode pembongkaran yang dilakukan seperti yang ada pada gambar 2. *Derrick barge* merupakan *barge* yang memiliki *crane* di atasnya

untuk melakukan operasi pengangkatan di lepas pantai. Oleh karena itu penulis melakukan studi desain *derrick barge* untuk menyelesaikan masalah diatas.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah :

- Pembuatan desain dibatasi oleh penggunaan *software Maxsurf & AutoCad*
- Proses desain yang dibahas hanya sebatas *concept design*.

### 1.4 Perumushan Masalah

1. Bagaimana mendapatkan payload yang sesuai dengan kebutuhan?
2. Berapa ukuran utama *derrick barge* yang akan dibangun?
3. Bagaimana bentuk *lines plan* dari *derrick barge* yang sesuai?
4. Bagaimana bentuk *general arrangement* dari *derrick barge* yang sesuai?
5. Berapa biaya pembangunan sebuah *derrick barge*?

### 1.5 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan *payload* yang sesuai dengan kebutuhan
2. Menentukan ukuran utama *derrick barge* (L, B, H, T).
3. Membuat desain *linesplan* (Rencana Garis) dari *derrick barge*.
4. Membuat desain *general arrangement* (Rencana Umum) dari *derrick barge*.
5. Menghitung biaya pembangunan *derrick barge*

### 1.6 Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut :

- a. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
- b. Secara praktek, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi pengadaan dan desain *Derrick Barge* yang sesuai, sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan kapal untuk kegiatan *Decommisioning* dilaut Jawa maupun di daerah lainnya.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah serta batasan masalahnya, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini, manfaat yang diperoleh, dan sistematika penulisan laporan.

### BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian Tugas Akhir. Dasar-dasar teori, informasi daerah pelayaran serta persamaan-persamaan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir tercantum dalam Bab ini.

### BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan metodologi dalam menyelesaikan permasalahan secara berurutan dimulai dari tahap pengumpulan data dan studi literatur, hingga pengolahan data untuk analisis lebih lanjut yang nantinya akan menghasilkan sebuah kesimpulan guna menjawab perumusan masalah yang sudah ditentukan.

### BAB IV. PERANCANGAN *BARGE*

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Pada Bab ini akan dibahas mengenai proses optimasi desain yang dilakukan guna mendapatkan ukuran utama *barge* yang sesuai serta memenuhi persyaratan. Kemudian dilanjutkan dengan tahap perencanaan desain rencana garis dan rencana umum *barge* sesuai dengan ukuran utama tersebut dan peraturan-peraturan yang berlaku.

### BAB V PEMBUATAN RENCANA GARIS DAN UMUM *DERRICK BARGE*

Bab ini menjelaskan proses merancang kapal *derrick barge* dari pembuatan rencana garis sampai pembuatan rencana umum. Dalam pembuatan rencana garis dan umum ini digunakan *software Maxsurf* dan *AutoCad*.

## BAB VI. PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapatkan dari proses penelitian yang dilakukan serta memberikan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya



## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

### 2.1 Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan secara detail dasar teori termasuk pengetahuan mengenai jenis muatan , kondisi perminyakan di Indonesia, jenis kapal yang digunakan, serta rumus pendekatan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini dan. Dalam bab ini juga terdapat konsep-konsep serta peraturan-peraturan yang digunakan guna mendukung dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.



## 2.2 *Offshore Platform*

### 2.2.1 *Offshore Platform*

Bangunan lepas pantai, sering disebut sebagai sebuah *platform* minyak atau *rig* minyak, adalah struktur besar dengan fasilitas untuk mengebor sumur, untuk mengekstrak dan *process oil* dan gas alam, atau untuk sementara produk toko sampai dapat dibawa ke pantai untuk penyulingan dan pemasaran. Tergantung pada keadaan, *platform* dapat tetap ke dasar laut, dapat terdiri dari sebuah pulau buatan (*Fixed Platform*), atau mungkin mengapung (*Floating Platform*).



Gambar 3. Contoh bangunan *Offshore Platform*

### 2.2.2 *Fixed Platform*

*Fixed Platform* adalah sebuah *platform* yang dibangun di atas beton atau baja kaki, atau keduanya, berlabuh langsung ke dasar laut, mendukung dek dengan *rig* pengeboran *spacefor*, fasilitas produksi dan tempat awak. *Platform* tersebut, berdasarkan imobilitas mereka, yang dirancang untuk penggunaan jangka panjang. Berbagai jenis struktur digunakan, jaket baja, caisson beton, mengambang steel dan bahkan beton mengambang. Jaket baja bagian vertikal yang terbuat dari anggota pipa baja, dan biasanya masuk ke dalam dasar laut

([https://en.wikipedia.org/wiki/Fixed\\_platform](https://en.wikipedia.org/wiki/Fixed_platform)). Keuntungan menggunakan *fixed platform* adalah :

1. Bangunan tersebut lebih stabil
2. Tidak teralu terpengaruh oleh angin dan gelombang
3. Dapat menopang beban bangunan atas platform dengan baik

*Fixed platform* terdiri dari beberapa jenis yaitu :

1. *Jacket Structure*
2. *Gravity Based*
3. *Compliant structures*

➤ *Jacket Structure*

*Platform* jenis Jaket baja pada pondasi tiang pancang adalah jenis yang paling umum dari struktur lepas pantai dan mereka ada di seluruh dunia serta tertua . Struktur ini umumnya mendukung superstruktur yang memiliki 2 atau 3 deck dengan alat pengeboran dan peralatan produksi peralatan. Penggunaan *platform* ini umumnya terbatas pada kedalaman air sekitar 150-180 m.

➤ *Gravity Based*

Struktur gravitasi adalah struktur lepas pantai yang ditempatkan di dasar laut

Struktur ini tidak memerlukan tumpukan atau jangkar ,Selain itu bagian bawah besar cukup cocok untuk produksi dan penyimpanan minyak . Beton telah menjadi yang paling umum bahan untuk struktur gravitasi.

➤ *Compliant Structure*

Sebuah menara compliant mirip dengan jaket Platform tradisional dan memanjang dari permukaan ke dasar laut, dan itu cukup transparan untuk gelombang . Namun, tidak seperti jaket platform , menara compliant dirancang untuk melenturkan dengan kekuatan gelombang , angin dan arus . Menara Compliant dirancang untuk

mempertahankan signifikan lateral deflection dan kekuatan , dan biasanya digunakan dalam kedalaman air mulai dari 1.500 dan 3.000 kaki ( 450 dan 900 m).

### 2.2.3 Floating Platform

*Floating platform* adalah sebuah *platform* yang dibangun diatas bangunan atau kendaraan yang dapat bergerak diatas air dan memiliki stabilitas yang baik.

*Floating platform* terdiri dari beberapa jenis yaitu :

1. Semi-Sub
2. Tension leg
3. SPAR
4. FPSO

#### ➤ Semi – Sub

*Semi- submersible* adalah kapal laut khusus dengan stabilitas dan karakteristik *seakeeping* yang baik. Desain kapal *semi-submersible* umumnya digunakan dalam tujuan tertentu peran lepas pantai seperti, untuk *rig* lepas pantai pengeboran , kapal keselamatan , *platform* produksi minyak dan *crane* dengan gaya angkat yang besar.

*Platform* ini memiliki lambung ( kolom dan ponton ) gaya apung yang cukup untuk menyebabkan struktur mengapung , tapi berat yang cukup untuk menjaga struktur tegak . *Semi-submersible platform* dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain.



Gambar 4. Semi- submersible

➤ Tension Leg

*Tension Leg Platform (ETLP)* adalah struktur apung yang ditambat secara *vertical* yang biasanya digunakan untuk produksi minyak atau gas bangunan lepas pantai (*offshore*), dan terutama cocok untuk kedalaman air lebih dari 300 meter (sekitar 1000 ft) dan kurang dari 1500 meter (sekitar 4900 ft). Penggunaan *Tension Leg Platform* juga telah diusulkan untuk turbin angin. *Platform* ini secara permanen ditambatkan dengan cara *tethers* atau kelompok tendon pada masing-masing Struktur disetiap sudut. Sekelompok *tethers* disebut kaki ketegangan (*Tension leg*). Hal ini memungkinkan platform untuk memiliki produksi *wellheads* di dek (terhubung langsung ke sumur bawah laut oleh *rigid riser*).



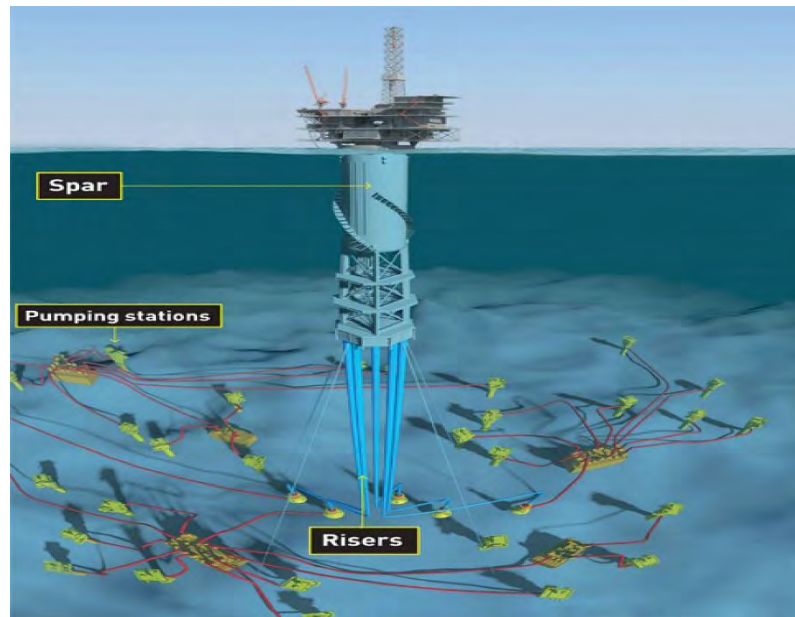
*gambar 5. Tension Leg Platform*

➤ SPAR

Spar merupakan bangunan apung yang tertambat ke dasar laut seperti TLP (*Tension Leg Platform*), tapi TLP memiliki *tethers* (kaki tegangan) disetiap sudutnya sebagai tali tambatnya, sedangkan SPAR memiliki tali tambat yang lebih konvensional. Yang terbaru telah dirancang dalam tiga konfigurasi:

1. Konvensional" one-piece silinder lambung.
2. Truss spar", di mana bagian tengah terdiri dari elemen truss menghubungkan lambung apung atas (disebut tangki keras) dengan tangki bawah ringan yang mengandung ballast permanen.
3. Spar sel, yang dibangun dari beberapa silinder vertikal. Spar memiliki stabilitas lebih melekat dari TLP karena memiliki penyeimbang besar di bagian bawah dan tidak tergantung pada

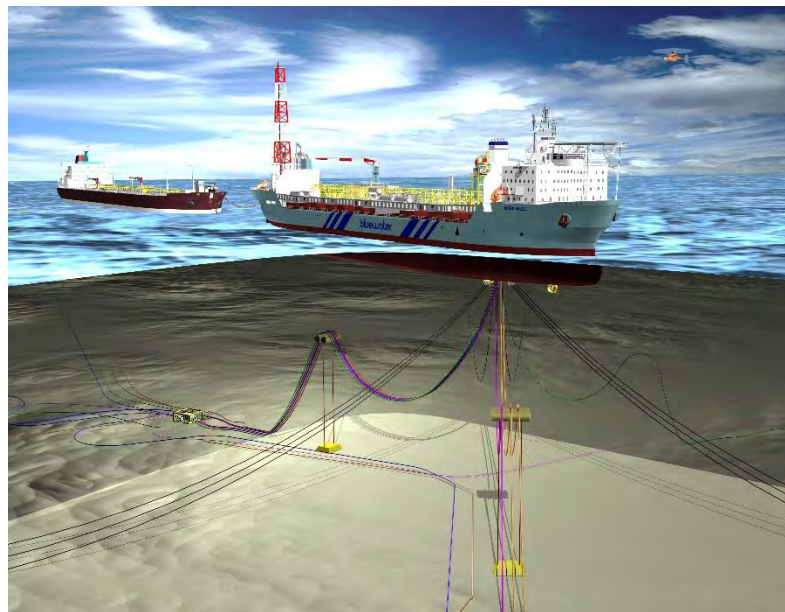
mooring untuk terus tegak. Ia juga memiliki kemampuan, dengan menyesuaikan ketegangan mooring line (menggunakan rantai-jack melekat pada tali tambat), untuk bergerak secara horizontal dan posisi diri lebih sumur pada jarak tertentu dari lokasi platform yang utama.



*gambar 6. contoh bangunan SPAR*

➤ FPSO

*Floating Production, Storage, and Offloading* ( FPSO ) adalah sebuah unit kapal terapung yang digunakan oleh industri lepas pantai untuk pengolahan dan penyimpanan minyak dan gas . Kapal FPSO dirancang untuk menerima minyak atau gas yang diproduksi dari *platform* terdekat sampai minyak atau gas dapat diturunkan ke kapal tanker atau diangkut melalui pipa . FPSO bisa berasal dari



Gambar 7. Kapal FPSO

konversi kapal tanker minyak. FPSO lebih disukai di perbatasan wilayah lepas pantai karena mereka mudah untuk menginstal , dan tidak memerlukan infrastruktur pipa lokal untuk mengeksport minyak dan gas. (<https://www.scribd.com/doc/260803170/Oil-Platform>)

## 2.3 Kondisi Perminyakan di Indonesia

Table 1. Data penghasilan *crude oil* di Indonesia tahun 2012

Perusahaan	Area	Crude Oil
BP Tangguh Tangguh	Irjabar	0
CNOOC SES Ltd.	South East Sumatera, Laut Jawa	11,641,767
Camar Resources Canada	Bawean, Jatim	469,935
Chevron Indonesia Company	Kutai, Kaltim	9,330,660
Chevron Makassar Ltd.	Makassar Strait	1,001,578
Conoco Phillips Indonesia Ltd.	South Natuna Sea Block B, Kepri	15,776,479
Hess (Indonesia Pangkah) Ltd.	Gresik, Jatim	3,469,933
Pertamina Hulu Energy West Java Ltd.	Block A Off, Laut Jawa	11,139,541
PHE WMO/Kodeco Energy Co. Ltd.	West Madura, Jatim	4,180,619
EMP Malacca Strait S.A. (ex. Kondur)	Malacca Strait, Riau	2,637,752
Premier Oil Natuna Sea B.V.	Natuna Sea Block A, Kepri	561,470
Santos (Sampang) Pty. Ltd.	Sampang Madura Offshore	867,661
Star Energy (Kakap) Ltd.	Natuna Sea Block B, Kepri	940,841
Total E&P Indonesia	Mahakam Block, Kaltim	8,055,761
Sub Total		70073997
Total PSC (sharing Contract)		226,798,208
Total		296,872,205

Pada tahun 2012 Indonesia menghasilkan 279.412.107 barrel dengan rincian sebagaimana table di atas. ([www.migas.esdm.go.id/](http://www.migas.esdm.go.id/)). Dari data tersebut dapat disimpulkan Indonesia memiliki banyak lahan perminyakan tapi lahan tersebut banyak dimiliki oleh pihak lain karena Indonesia hanya menghasilkan 70.073.997 barrel, sedangkan total penghasilan



gambar 8. Peta persebaran cadangan minyak bumi di Indonesia tahun 2013



adalah 279.412.107 barrel. Gambar diatas adalah gambar peta cadangan minyak pada tahun 2013 dan banyaknya bangunan lepas pantai yang ada di Indonesia.

Table 2. Data Offshore Platform di Indonesia berdasarkan umurnya

I - > 20 years old installations: where? 2/5					
Coastal States	Installations > 30 years		Installations 20-30 years		Total per country
Maritime zone	TS/Archipelagic waters	EEZ	TS/Archipelagic waters	EEZ	
Indonesia	169	0	170	17	356
Malaysia	63 (15)	47	45 (8)	54	209
Brunei	74 (48)	13	55 (19)	4	146
Thailand	0	16	0	64	80
Philippines	0	6	0	0	6
Vietnam	0	0	0	12	12
China		1		23	24
Sub-total	306	83	270	174	
Grand total	389		444		833

Values must be considered as indicative only due to known discrepancies between sources - Compiled from OPL World Offshore Field Development Guide Database, Vol 2: Asia, India, Australasia & Far East, 2010

CIL Centre for International Law National University of Singapore www.cil.nus.sg NUS National University of Singapore

Dan pada tahun 2013 tercatat 74 rig yang sudah tidak berfungsi dari 600 rig lebih yang ada di Indonesia,” ujarnya usai meresmikan dua kapal patroli terbaru Bakorkamla di Kota Batam, Provinsi Kepri, Selasa (3/9/2013). (<http://industri.bisnis.com/read/20130903/44/160559/74-anjungan-migas-bakal-dibongkar-bakorkamla-ini-penyebabnya>)

## 2.4 Decommissioning

### 2.4.1 Decommissioning

Decommissioning adalah proses dimana operator dari sebuah bangunan lepas pantai sesuai yang direncanakan, mendapatkan perijinan dari pemerintah dan melakukan proses removal, baik itu pembuangan atau penggunaan kembali bangunan

ketika tidak diperlukan untuk tujuan saat ini. (The UK Offshore Operators Association (UKOOA)).

*Decommissioning* instalasi lepas pantai (*offshore*) lebih mendapat perhatian internasional dibandingkan dengan instalasi di darat (*onshore*). Hal ini terkait dengan sifat kegiatan *offshore* yang sangat berpotensi untuk menyebabkan polusi di perairan lintas batas negara. Atas hal ini, konvensi internasional dan regional banyak dikembangkan. Sementara itu, pada *onshore Decommissioning*, pengaturannya lebih tergantung pada hukum nasional atau wilayah yurisdiksi lokasi fasilitas berada serta kontrak antara kontraktor dan pemerintah yang mencakup operasi fasilitas Migas. Proses *Decommissioning* dilakukan sesuai dengan peraturan internasional, *UNCLOS and 1989 IMO Guidelines, 1972 London Convention*, dan peraturan nasional PP no.17 tahun 1974 pasal 21.

#### 2.4.1.1 Konvensi *London* 1972

Konvensi 1972 mengenai Pencegahan Pencemaran Laut oleh Pembuangan Limbah dan Hal Lain (1972 *Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter*) atau sering disebut sebagai Konvensi London, merupakan konvensi kedua yang mempertimbangkan aspek instalasi lepas pantai. Konvensi ini mendefinisikan dumping sebagai abandonment suatu konstruksi dan secara umum diartikan sebagai :

1. Tindakan pembuangan di laut (yang dilakukan dengan sengaja) berupa limbah atau hal lain dari kapal, pesawat udara, anjungan atau konstruksi lain yang dibuat oleh manusia di laut
2. Tindakan pembuangan di laut (yang dilakukan dengan sengaja) di laut dari kapal, pesawat udara, anjungan atau konstruksi lain yang dibuat oleh manusia di laut.

#### 2.4.1.2 1982 *United Nations Convention on the Law of the Sea/UNCLOS*

Pasal 60 (3) pada 1982 *United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)* secara spesifik mengatur tentang *Decommissioning*, khususnya pemindahan instalasi lepas pantai, sebagai berikut:

“ Any installations or structures (in the exclusive economic zone) which are abandoned or disused shall be removed to ensure safety of navigation, taking into account any general accepted international standards established in this regard by the competent international organization. Such removal shall also have due regard to fishing, the protection of marine environment and the rights and duties of the other states. Appropriate publicity shall be given to the depth, position and dimensions of any installation or structures not entirely removed”.

Secara umum berarti: “Instalasi atau konstruksi di zona ekonomi eksklusif yang abandoned atau dibuang harus dipindahkan untuk memastikan keselamatan navigasi dengan memperhatikan standar internasional umum yang diterima oleh organisasi internasional yang kompeten. Pemindahan tersebut juga harus memperhatikan perikanan, perlindungan lingkungan laut dan hak serta tugas negara lain. Publikitas yang tepat harus diberikan terkait kedalaman, posisi dan dimensi instalasi atau konstruksi apapun yang tidak dipindah secara menyeluruh”.

#### 2.4.1.3 Peraturan Regional PP no.17 tahun 1974 pasal 21.

Pasal 21, Suatu instalasi pertambangan yang tidak dipakai lagi harus dibongkar seluruhnya dalam jangka waktu yang ditetapkan Direktur Jendral, dengan melakukan tindakan-tindakan yang layak untuk menjamin keamanan pekerjaan dan alur pelayaran. Pengusaha diwajibkan memberitahukan secara tertulis kepada Direktur Jendral selambat-lambatnya dalam jangka waktu 7 (tujuh) hari sebelum dilakukannya pembongkaran instalasi pertambangan dengan menjelaskan hal-hal sebagai berikut:

- a. letak tempat dimana instalasi pertambangan ditempatkan dinyatakan dalam koordinat geografis;

- b. tanggal dimulainya pekerjaan pembongkaran termaksud. Pengusaha diwajibkan melaporkan penyelesaian pembongkaran dengan mencantumkan hal-hal yang telah dibongkar dan hal-hal yang tidak dapat dibongkar, dalam jangka waktu selambat-lambatnya 14 (empat belas) hari setelah selesai pekerjaan tersebut.

## 2.4.2 Metodologi *Decommissioning*

### 2.4.2.1 Umum

Banyak metodologi yang dapat digunakan pada proses *Decommissioning* dan pada umumnya seperti digambar dibawah ini:

The cost elements are shown graphically in Figure 3.



Figure 3 – The Decommissioning Process (TSB Offshore, Inc.)

EST.1648.6

Copyright © AACE® International.

This paper may not be reproduced or republished without expressed written consent from AACE® International

*gambar 9. Metodologi Decommissioning*

### 2.4.2.2 *Planing*

Pada proses *Decommissioning* sebelum dilakukan proses pengerjaan dibutuhkan *plan* atau rencana agar proses pengerjaan berjalan lebih efisien sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. *Plan* didasarkan kondisi di lapangan, wilayah sekitar, dan fasilitas yang ada pada bangunan *offshore* tersebut.

### 2.4.2.3 Survei

Pada tahap ini setelah dilakukan *planning* maka perlu dilakukan *survey* untuk memastikan rencana yang sudah dibuat sesuai dengan keadaan bangunan atau struktur yang akan dilakukan proses *removal*.

### 2.4.2.4 *Well Plugging and Abandoment*

*Well Plugging and Abandoment* adalah:

- proses pencabutan tube yang menjadi jalur minyak yang dilakukan ketika sumurnya sudah tidak berfungsi dan juga
- Semua sumur dicabut akan terpasang secara permanen dan ditinggalkan (P & A) konsisten dengan persyaratan peraturan;
- *Platform* sudah tidak berfungsi, rusak.
- Minyak disekitar *platform* sudah habis .
- Pekerjaan yang diselesaikan sebelum kedatangan *Derick Barge*.

#### 2.4.2.5 *platform preperation*

Berikut ini diperlukan untuk persiapan *Platform*:

- Inspeksi *Platform*, di atas dan di bawah garis air, akan dilakukan untuk mengetahui kondisi platform dan mengidentifikasi potensi masalah yang akan mempengaruhi prosedur penghapusan. Pemeriksaan akan dilakukan oleh penyelam atau kendaraan yang dioperasikan jarak jauh.
- Semua pipa dan peralatan pada *platform* yang berisi hidrokarbon akan memerah dan dibersihkan. Semua limbah industri akan dihapus dari *platform* sebelum dekomisioning.
- Semua modul untuk dihapus secara terpisah dari dek yang akan terlepas dari struktur *platform* dengan menggunakan *oxygen – acetylene cutting torches*.
- Perpipaan, listrik, dan koneksi instrumentasi antara modul juga akan dipotong.
- Modul dan gulungan cap (frame dukungan) akan disiapkan untuk dihapus; padeyes baru dan alat angkat pendukung akan dipasang, lasan di sekitar sendi bantalan akan dihapus; dan peralatan eksternal menghalangi lift modul akan dihapus.
- Hal ini diasumsikan bahwa 50% dari jumlah padeyes diperlukan untuk membuat lift struktur dek harus dibuat dan dipasang.
- Tim penyelam akan menggunakan 10.000 Blasters air psi untuk menghapus pertumbuhan laut dari jaket dengan kedalaman air sekitar

100 kaki; penyebaran menyelam akan dibentuk pada platform; pekerjaan ini akan selesai sebelum kedatangan *Derick Barge*.

- Pertumbuhan laut Sisanya melekat pada bagian jaket yang lebih dalam akan dihapus setelah *Derick Barge* menempatkan bagian pada tongkang kargo atau di halaman fasilitas *offloading* / memo; anggota yang ada di *topside* atau darat akan menggunakan Blasters air bertekanan tinggi untuk menghilangkan pertumbuhan laut.

#### 2.4.2.6 Decommissioning perpipaan

Metodologi yang akan digunakan untuk dekomisioning pipa sebagai berikut:

- Semua pipa akan memerah dan dibersihkan.
- *Divers* atau ROV maka akan mengekspos ujung pipa dan memotong garis di atas tikungan riser dan sekitar 100 kaki dari dasar jaket.
- Pipa akan dievaluasi oleh tim dari pihak pemilik pada kasus per-kasus selama proses perijinan untuk menentukan apakah mereka akan disetujui ditinggalkan di tempat atau diperlukan untuk sebagian atau benar-benar dihapus.
- Untuk jaringan pipa dialihkan ke pantai, segmen pipa akan dihapus dari tingkat kedalaman air 200 kaki.
- Segmen pipa antara *platform* akan dinonaktifkan di tempat;
- Pipa di lebih dari 200 kaki dari kedalaman air akan dinonaktifkan di tempat.
- Segmen *Pipeline* yang dihapus akan dipotong menjadi 30 sampai 40 segmen kaki di *crane barge*, dan kemudian dimuat ke tongkang kargo untuk transportasi ke pantai, di mana mereka akan diangkut dengan truk ke fasilitas daur ulang atau lokasi pembuangan.
- Sebuah *crane barge* kecil akan dimobilisasi dari daerah Indonesia untuk menghapus pipa.

#### 2.4.2.7 Konduktor Removal

Untuk melakukan penghapusan konduktor, item berikut harus diakui:

- Semua konduktor akan dihapus untuk kedalaman 15 kaki di bawah lumpur asli
- Metode pemotongan *Abrasive* akan digunakan untuk memutuskan konduktor bawah lumpur tersebut
- *Jack Casing* akan digunakan untuk membuat lift awal untuk mengkonfirmasi bahwa konduktor telah benar-benar terputus bawah mudline tersebut
- *Jack Casing* akan digunakan untuk menarik konduktor
- Metode pemotongan *Abrasive* atau obor akan digunakan untuk memotong konduktor ke segmen 40-kaki-panjang
- Sebuah derek yang disewa akan ditempatkan bagian dipotong pada *workboat* untuk transportasi ke lokasi pembuangan darat.

#### 2.4.2.8 *Topsides Removal*

Metodologi digunakan untuk pemindahan topside pada umumnya adalah:

- Modul *Topside* akan dihapus (*reverse instalasi*) dan ditempatkan pada tongkang kargo
- Bagian dek atau *frame* dukungan (*captrusses*) akan dihapus dengan memotong sambungan las antara tumpukan dan kaki dek dengan oksigen asetilena obor
- *Derrick barge* akan mengangkat bagian dek dari jaket dan posisi bagian dalam penyebar beban
- Bagian dek akan diperkuat dengan pengelasan pipa baja dari kaki dek untuk dek tongkang kargo

#### 2.4.2.9 *Topsides Transportasi dan Pembuangan Onshore*

Pembuangan di darat dan transportasi topside akan memerlukan item berikut:

- *Tugboats* dan tongkang kargo akan mengangkut modul *topside* dan struktur dek ke fasilitas *offloading* / halaman memo yang terletak di Jawa Barat Shoreline



- Modul akan diangkat dari tongkang kargo oleh dermaga *crane* atau tergelincir dari tongkang
- Semua komponen struktural akan dipotong kecil-kecil dan dibongkar.
- Bahan Non-logam (semen, plastik, kayu, dll) akan diangkut ke pantai untuk pembuangan di tempat pembuangan sampah.

#### 2.4.2.10 *Jacket Removal*

Berikut ini diperlukan untuk melakukan penghapusan jaket:

- Jaket akan dipotong di situ (di tempat) dan dihapus oleh *Derrick Barge*;
- *Piles and skirt piles* kedalaman 15 kaki dibawah lumpur akan diputus oeh alat pemotong abrasif;
- *Divers* atau ROV akan dikerahkan untuk memutuskan anggota struktural dan bagian jaket;
- Teknik menyelam *Saturation* akan diperlukan di bawah 150 kaki kedalaman air.

#### 2.4.2.11 *Jacket Transportasi dan Pembuangan Onshore*

Metodologi yang akan digunakan untuk transportasi jaket dan pembuangan darat adalah sebagai berikut:

- *Tugboats* dan tongkang kargo akan mengangkut bagian jaket ke darat offloading halaman fasilitas / memo yang terletak di Jawa Barat Shoreline;
- Bagian jaket akan diangkat dari tongkang oleh dermaga crane atau tergelincir dari tongkang.

#### 2.4.2.12 *Site clearance*

Item berikut ini diperlukan untuk membuat bangunan tersebut menjadi *site clearance* dari keseluruhan proses:

- Izin Site dan verifikasi harus sesuai dengan persyaratan peraturan dan prosedur yang berlaku
- Dasar laut yang berdampak akibat eksplorasi minyak dan gas, pengembangan, produksi, dan operasi dekomisioning akan dikembalikan ke kondisi yang menjamin daerah telah dibersihkan dari semua penghalang untuk kegiatan lain
- prosedur Situs izin akan mencakup unsur-unsur berikut:
  - 1.Pre-dekomisioning resolusi tinggi survei sisi-scan sonar (SSS).
  - 2.Post-dekomisioning resolusi tinggi
  - 3.ROV / diver identifikasi sasaran dan pemulihan penghalang
  - 4.Uji-trawl
- Pra-dekomisioning akan mencakup semua bidang sewa di tempat yang terjadi, termasuk pipa dan kabel listrik rute, dan penahan dan mooring lokasi untuk mengidentifikasi setiap potensi minyak dan gas penghalang terkait;
- Pasca-dekomisioning akan mencakup semua area di mana kegiatan dekomisioning terjadi untuk mengidentifikasi puing-puing dan penghalang yang dihasilkan dari operasi dekomisioning;
- Menyelam / ROV perahu akan dikerahkan untuk memeriksa dan mengambil puing-puing atau penghalang diidentifikasi selama survei
- Uji trawl akan dilakukan untuk memverifikasi bahwa semua penghalang potensial telah dibersihkan dari OCS sewa (s).

## 2.5 Derrick Barge

### 2.5.1 Derrick Barge

Derrick barge adalah sebuah kapal tongkang yang dilengkapi dengan crane yang digunakan untuk mendukung kegiatan bangunan perminyakan terutama selama tahap pembangunan. Banyak jenis *derrick barge* yang sudah banyak beroperasi, diidentifikasi dengan ukuran *crane*. *Derrick barge* harus cukup besar untuk menangani

gaya angkat yang diperlukan oleh *crane* dan tetap stabil serta dapat menyediakan tempat tinggal untuk ratusan pekerja saat melukan pekerjaan di atas kapal, *crane*, dan bangunan lepas pantai. Bekerja pada *derrick barge* berarti sadar akan kondisi cuaca dan perairan yang ada di tengah laut sehingga *derrick barge* harus bisa menangani kondisi-kondisi tersebut. *Derrick barge* juga memiliki berbagai peran dalam pembangunan *offshore platform*.

### 2.5.2 Perlengkapan pada kapal *derrick barge*

Pada kapal *derrick barge* diperlukan perlengkapan khusus untuk memfasilitasi proses pekerjaan agar dapat diselesaikan dengan efisien. Berikut ada perlengkapan yang dibutuhkan oleh kapal *derrick barge* :



*gambar 10. Contoh Kapal Derrick Barge*

- **Crane**
  - *Pedestal crane*



*gambar 11. Pedestal Crane*

*Crane pedestal* adalah sebuah substruktur pendukung yang di atasnya terdapat struktur atas yang dapat berputar dan menjulang tinggi dan berfungsi sebagai dasar untuk mendukung struktur yang ada di atasnya. Crane pedestal berfungsi untuk melayani logistik dan sistem pelayanan barang di atas kapal.

- *Deck crane*

*Deck crane* adalah *crane* yang biasanya dilengkapi dengan hoist, tali kawat (rantai). Dapat digunakan untuk mengangkat dan menurunkan bahan dan juga

untuk memindahkan mereka horizontal. Type *deck crane* yang digunakan



*gambar 12. Deck Crane Manitowoc 999*

pada

kapal *derrick barge* misalnya *manitowoc 999 crawler crane* yaitu crane dengan memiliki yang memiliki *crawler* yang dapat bergerak di atas kapal.

- *Derrick crane*

*Derrick crane* merupakan mesin pengangkat yang instalasi secara *fix* (tidak dapat bergerak maju-mundur, dll). *Derrick crane* biasanya panjang dan

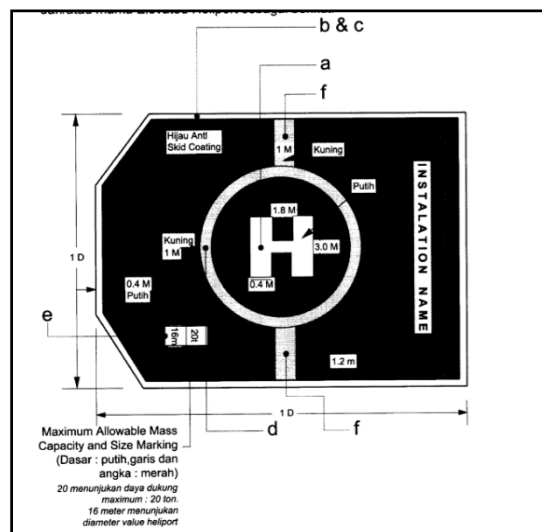


*gambar 13. Derrick Crane pada sebuah kapal*

tinggi yang dapat memindahkan sebuah benda yang sangat berat dari suatu tempat ke tempat lain. *Crane* ini merupakan komponen utama yang digunakan untuk memindahkan *platform* / barang yang lebih berat yang biasa digunakan pada saat proses *Decommissioning*.

- ***Heli Deck***

Untuk mencapai lokasi pekerjaan ditengah laut selain menggunakan alat transportasi berupa kapal, juga dapat menggunakan pesawat, atau helikopter. Maka untuk menunjang pekerjaan yang ada dikapal dibutuhkan heli deck untuk helikopter sebagai sarana yang dapat membantu pekerjaan yang akan dilakukan. Dimension *helideck* mengikuti standar teknis sesuai dengan peraturan yang terdapat pada Negara tersebut atau oleh pihak pembangun tau pihak *owner*.



- ***Communication & navigation***

Alat – alat komunikasi yang ada merupakan peralatan standar yang harus dimiliki setiap kapal karena bersangkutan dengan masalah keselamatan para pekerja yang ada diatas kapal. Maka standar alat komunikasi juga harus

mengikuti peraturan standar yang berlaku. Contoh peralatan komunikasi yang dapat digunakan pada kapal jenis ini adalah :

- Communication: email / fax / phone / VSAT
- Radio: VHF, GMDSS, SSB, Inmarsat-C
- Radar: 1
- Gyro Compass: 1
- Echo Sounder: 2



*gambar 14.* Peralatan komunikasi yang ada di kapal

- ***Safety***

Peralatan safety merupakan salah satu peraturan internasional yang harus dipatuhi oleh setiap pemilik kapal. Untuk kapal *derrick barge* peralatan *safety* yang digunakan tidak begitu berbeda dengan kapal yang lainnya hanya saja menyesuaikan dengan fungsi dan juga kapasitas manusia yang ada diatas kapal. Life bouy, life craft, rescue boat, man over boat, dan juga lainnya.



*gambar 15. Life Bouy & Life Craft*

- ***Acomodation***

Accommodation harus sesuai dengan besarnya kapal dan jumlah manusia yang ada diatas kapal pada umumnya ruangan acomodasi adalah *galley, mess room, laundry, movie room, conference room, exercise room, internet café, customer office*. Pada umumnya semua fasilitas yang ada merupakan sarana pendukung untuk para crew dan pekerja yang ada.

- ***Power***

*Powering* yang digunakan pada kapal jenis ini tergantung pada system propulsinya jika tidak berpengerak maka powering kapal hanya menggunakan genset yang digunakan sebagai sumber listrik pada kapal.

- ***Towing***

System towing yang digunakan disesuaikan peraturan yang ada

- ***Air compressor***



Air compressor digunakan untuk membantu kinerja mesin baik itu main engine ataupun generator.

- ***Welding Machine***

Karena pekerjaan yang dilakukan kapal ini adalah pada saat kondisi ditengah laut atau perairan maka kapal ini harus bisa menyediakan fasilitas yang dibutuhkan pada pekerjaan yang akan dilakukan seperti pada saat proses *decommisioning* maupun *commisioning* pasti dibutuhkan proses pengelasan maka untuk mendukung pekerjaan, disediakan welding machine manual and automatic.

- **Tank**

Tanki yang digunakan pada kapal ini tergantung kebutuhan kapal tersebut apakah dia hanya digunakan wilayah regional tersebut atau dapat digunakan pada Negara atau benua lainnya sehingga kebutuhan tanki ditentukan dari tujuan dan peraturan yang ada.

## 2.6 Teori Desain

Desain adalah kerangka bentuk, rancangan (KBBI). Desain biasa diterjemahkan sebagai seni terapan, arsitektur, dan berbagai pencapaian kreatif lainnya. Dalam sebuah kalimat, kata "desain" bisa digunakan, baik sebagai kata benda maupun kata kerja. Sebagai kata kerja, "desain" memiliki arti "proses untuk membuat dan menciptakan obyek baru". Sebagai kata benda, "desain" digunakan untuk menyebut hasil akhir dari sebuah proses kreatif, baik itu berwujud sebuah rencana, proposal, atau berbentuk benda nyata. Proses desain pada umumnya memperhitungkan aspek fungsi, estetika, dan berbagai macam aspek lainnya dengan sumber data yang didapatkan dari riset, pemikiran, *brainstorming*, maupun dari desain yang sudah ada sebelumnya. (<https://id.wikipedia.org/wiki/Desain>). Desain merupakan sebuah kegiatan kreatif yang mencerminkan keanekaan bentuk kualitas dan sistem, bagaikan sebuah lingkaran yang saling berhubungan. Selain itu, desain merupakan faktor yang membangun

kegiatan inovasi pemanusiaan teknologi, dinamika budaya, dan perubahan ekonomi (ICSID,1999)

Proses mendesain kapal adalah proses berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral Dalam desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design* (Evans, 1959).

## 2.7 Tujuan Desain

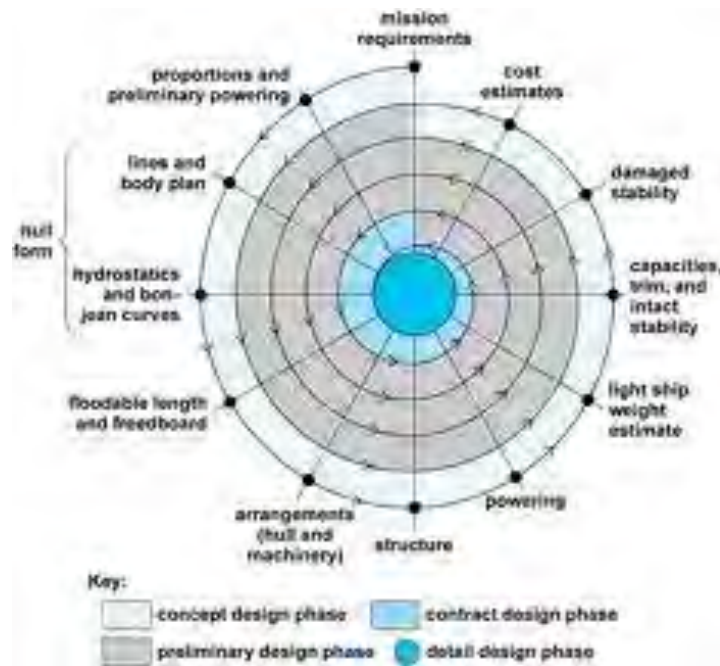
Dalam proses awal mendesain kapal diperlukannya tujuan, misi dan kegunaan kapal yang akan dibangun yang digunakan sebagai arahan bagi seorang desainer kapal dalam menentukan pilihan-pilihan yang rasional ketika mendesain. Selain itu juga diperlukannya data permintaan pemilik kapal (*owner requirement*) seperti tipe atau jenis kapal, daerah pelayaran, kecepatan, muatan dan kapasitas dari kapal. Data yang diperoleh dari pihak *owner* ini, yang akan diterjemahkan dan diolah oleh designer menjadi sebuah data kompleks yang cukup untuk digunakan dalam pembangunan dan pengoperasian kapal tersebut. Dalam proses mendesain kapal diperlukannya batasan-batasan desain. Selain dari batasan desain dari permintaan pemilik kapal, designer harus mengatur batasan-batasan untuk desain itu sendiri, seperti batasan waktu dan biaya.

## 2.8 Tahapan Desain

Pada umumnya proses desain dan pembangunan kapal menggunakan metode spiral desain, atau inovasi terhadap sebuah desain kapal yang sudah ada sebelumnya, dengan melakukan rekayasa desain untuk mendapatkan desain yang lebih optimal. Berikut adalah uraian tahapan-tahapan perancangan sebuah kapal.

### 2.8.1 *Concept design*

Konsep desain kapal merupakan tahap lanjutan setelah adanya *Owner design requirement* dimana konsep desain juga merupakan basic design dalam proses perancangan kapal. Konsep desain kapal adalah tugas atau misi designer untuk mendefinisikan sebuah objek untuk memenuhi persyaratan misi dan mematuhi seperangkat kendala



Konsep bisa dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini biasanya berupa gambar atau sketsa secara umum, baik sebagian ataupun secara lengkap.

### 2.8.2 Preliminary Design

Tahapan yang kedua dalam proses desain adalah *preliminary design*. *Preliminary design* adalah usaha teknis lebih lanjut yang akan memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. Dalam hubungannya dengan desain spiral, *preliminary design* ini merupakan iterasi kedua atau bisa dikatakan lintasan kedua pada desain spiral. Adapun yang dimaksud detail meliputi fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang akan dibutuhkan. Contoh dari penambahan detail adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian midship kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dan lain-lain.

### 2.8.3 *Contract Design*

Pada tahap *contract design* merupakan tahap lanjutan setelah *preliminary design*. Pada tahapan ini merupakan tahap pengembangan perancangan kapal dalam bentuk yang lebih mendetail yang memungkinkan pembangun kapal memahami kapal yang akan dibuat dan mengestimasi secara akurat seluruh biaya pembuatan kapal.

Tujuan utama pada kontrak desain adalah pembuatan dokumen yang secara akurat dengan mendeskripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Adapun komponen dari *contract drawing* dan *contract specification* meliputi :

- *Arrangement drawing*
- *Structural drawing*
- *Structural details*
- *Propulsian arrangement*
- *Machinery selection*
- *Propeller selection*
- *Generator selection*
- *Electrical selection*

Dimana keseluruhan komponen-komponen di atas biasa disebut *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal sesuai dengan permintaan pemilik kapal

### 2.8.4 *Detail Design*

*Detail design* adalah tahap terakhir dari proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang detail Pada tahap detail design mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk penggunaan mekanik yang membangun lambung dan berbagai unit mesin bantu dan mendorong lambung, fabrikasi, dan instalasi perpipaan dan kabel. Hasil dari tahapan ini adalah berisi petunjuk atau intruksi

mengenai instalasi dan detail konstruksi pada *fitters, welders, outfitters, metal workers, machinery vendors, pipe fitters*, dan lain-lainnya.

## 2.9 Metode Perancangan Kapal

Setelah melakukan tahap-tahapan desain di atas, langkah selanjutnya dalam proses desain kapal menentukan metode perancangan kapal. Secara umum metode dalam perancangan kapal adalah sebagai berikut:

### 2.9.1 *Parent Design Approach*

*Parent design approach* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara menganbil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini designer sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai performance yang bagus.

Keuntungan dalam *parent design approach* adalah :

- Dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal memodifikasi saja.
- Performance kapal terbukti (*stability, motion, reistance*)

### 2.9.2 *Trend Curve Approach*

Dalam proses perancangan kapal terdapat beberapa metode salah satunya yaitu *Trend Curve approach* atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan main dimension. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

### 2.9.3 *Iteratif Design Approach*

Iteratif desain adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping, testing, dan analyzing..* Perubahan dan perbaikan akan

dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

#### 2.9.4 *Parametric Design Approach*

*Parametric design approach* adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya (L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai main dimension yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya (Rt), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim, dan lain-lain.

#### 2.9.5 *Optimization Design Approach*

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, disain yang optimum dicari dengan menemukan disain yang akan meminimalkan *economic cost*. Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, freeboard, trim, dan harga kapal.

### 2.10 Tinjauan Teknis Perancangan Kapal

#### 2.10.1 Penentuan Ukuran Utama Dasar

Dalam proses perancangan kapal terdapat langkah-langkah perhitungan untuk menentukan ukuran utama kapal yang dirancang berdasarkan kapal-kapal pembanding. Langkah-langkah ini berlaku pada umumnya untuk berbagai tipe kapal. Ukuran utama yang dicari harus sesuai dengan jenis kapal yang telah ditentukan. Sebagai langkah awal, dicari berbagai variasi tonase kapal tunda berdasarkan ukuran serta kapasitas tongkang yang akan didorong.

Adapun ukuran-ukuran yang perlu diperhatikan sebagai kapal pembanding adalah:

- a. *Lpp (Length between Perpendicular)*

Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

b. LOA (*Length Overall*)

Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.

c. Bm (*Moulded Breadth*)

Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

d. H (*Heigh*)

Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

e. T (*Draught*)

Jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

### 2.10.2 Perhitungan Berat Baja Kapal

*Derrick barge* merupakan kapal baja, oleh karena itu pada tahap ini perhitungan berat baja kapal dilakukan dengan rumus dari klasifikasi *American Bureau of shipping* yaitu menggunakan *RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL BARGES 2014*

#### *STEEL WEIGHT CALCULATION*

[ *ABS Rule of Building and Classing : Steel Barge 2014* ]

$$L = 133.52 \text{ m}$$

$$L_{kons} = 96\% * L$$

$$= 128.18 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 B &= 30.48 \text{ m} \\
 H &= 7.60 \text{ m} \\
 T &= 4.45 \text{ m} \\
 C_b &= 0.88 \\
 s &= 600 \text{ mm} \\
 l &= 2.4 \text{ m} \\
 S &= 24.24
 \end{aligned}$$

### 3.1 pelat sisi amidship

$$t = 0.07*L + 0.007*s \text{ (for } L \leq 150 \text{ m)}$$

$t$  : tebal pelat (mm)

$L$  : panjang barge ( m )

$s$  : jarak gading (mm)

### 3.2 pelat sekat memanjang

$$t = 0.07*L + 0.007*s \text{ (for } L \leq 150 \text{ m)}$$

$t$  : tebal pelat (mm)

$L$  : panjang tanki ( m )

$s$  : jarak gading (mm)

### 3.5 pelat alas

$$t = 0.08*L + 0.007*s - 2.5 \text{ ( } L \geq 123 \text{ m)}$$

#### 5.1 tebal pelat sisi minimum pada 0.1L

$$t = 0.015L + 0.01*s + 2.2 \text{ mm (for } L \geq 76 \text{ m)}$$

#### 5.3 tebal pelat alas minimum pada 0.1L



$$t = 0.085*L + 0.01*s - 2.3 \text{ mm (for } L \geq 110 \text{ m)}$$

5.5 tebal bow plating

$$t = 0.055*L + 0.009*s + 1 \text{ (mm)}$$

1.1 pelat geladak

$$t = 0.009*s + 2.4 \text{ (for } s \leq 760 \text{ mm)}$$

$$t = (s*(L + 48.76)) / (26*L + 8681) \text{ } L \leq 183 \text{ m}$$

1.7 tebal pelat geladak minimum pada 0.1L F

$$t = 0.03*L + 0.0036*s + 2.8$$

3.3 beban geladak

$$p = 10.05*d*C_b \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$d$  : sarat kapal ( m )

$C_b$  : koefisien blok

3.3 modulus penampang minimum pemb gldak

$$SM = 7.8*c*h*s*l^2$$

3.1 modulus penampang pembujur geladak

$$SM = 7.8*chsl^2$$

$h$  :  $0.02*L + 0.76$

$s$  : jarak pembujur ( m )

$l$  jarak yang tidak ditumpu ( m )

3.3 modulus pelintang geladak

$$SM = 4.74*chsl^2$$

3.5 modulus pembujur sisi dan alas

$$SM = 7.8*chsl^2$$

$c$  : 1.34 bottom longitudinal  
: 1.25 side longitudinal  
 $h$  : 4.8 m  
 $s$  : jarak pembujur  
 $l$  : panjang yang tidak ditumpu

### 3.7 pelintang sisi dan alas

$$SM = 4.74 * chsl^2$$

$c$  : 1.75 for bottom transvere  
1.75 for bottom transvere

### 3.1 sekat tubrukan

$$\text{dari } fp = 0.05 * L \text{ for } L < 200 \text{ m}$$

### 3.3 jarak maksimal sekat kedap

$$S = 0.048L + 16.61 \text{ (} L \geq 122 \text{m)}$$

### 5.1 tebal pelat sekat kedap

$$\begin{aligned}
t &= sk(qh)^{0.5}/c + 1.5 \\
&= s/200 + 2.5
\end{aligned}$$

$s$  : jarak penegar

: 600 mm

$k$  :  $(3.075 * a - 2.077) / (a + 0.272)$

$a$  : aspek rasio panel

$q$  :  $235/Y(24/Y, 34000/Y)$

$Y$  : yield point atau yield strength

: 235 N/mm<sup>2</sup>

$q$  : 1  
 $h$  : tinggi sekat hingga geladak  
: 7.6 m  
 $c$  : 254 untuk sekat tubrukan  
290 untuk sekat kedap lainnya

### 5.3 modulus penampang penegar

$$SM = 7.8 \cdot chsl2Q$$

$c$  : 0.56 bila 2 ujung jepit  
: 0.6 untuk penegar tanpa jepit  
: 0.7 penegar membujur

*pada sekat memanjang*

$s$  : jarak penegar  
: 0.6 m  
 $h$  : jarak vertikal dari tengah  $l$  hingga  
geladak lambung timbul pada center  
: 3.8 m  
 $l$  : panjang yang tidak ditumpu  
: 7.6 m  
 $Q$  : 1 untuk strength steel biasa

### 2.10.3 Menghitung DWT kapal

Dalam perhitungan DWT kapal hanya akan dilakukan perhitungan consumable yang dimana kapasitas tangki merujuk pada sebuah kapal dengan jenis yang sama yang

sudah ada dan masih beroperasi + berat muatan yang akan diangkat. Dalam perhitungan ini hanya dipengaruhi oleh besarnya bangunan yang diangkat yang dipengaruhi oleh luasan deck. Serta jumlah kru yang ada di atas kapal saat beroperasi. Jumlah kru yang bekerja pada kapal ini tidak diperoleh dari rumus, tetapi ditentukan sendiri sebagai owner requirement.

#### 2.10.4 Menghitung Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan kapal dilakukan untuk memperoleh besarnya hambatan yang dihasilkan oleh kapal. Nilai yang mempengaruhi besarnya hambatan adalah ukuran dari kapal, badan kapal yang tercelup dalam air, serta kecepatan yang diinginkan. Namun, dalam perancangan *derrick barge*, hambatan *derrick barge* akan ditambahkan dengan margin sehingga besarnya hambatan total yang terjadi diperoleh dengan menjumlahkan besarnya hambatan air dengan hambatan udara. Rumus yang digunakan adalah formula yang diberikan Henschke (1978). Dalam formula tersebut tahanan tongkang dibagi menjadi dua komponen :

##### 1. Tahanan Air

##### 2. Tahanan Angin

Tahanan Air :

$$W = f.s.V1.83 + P. Fx. V2 \quad (\text{kg})$$

Tahanan Angin :

$$W = 0,0041 \cdot (0,3A1 + A2) \cdot Va2 \quad (\text{lbs})$$

Dimana,

$f$  = Konstanta Bahan

$s$  = Luas Permukaan Basah (m<sup>2</sup>)

$V$  = Kecepatan Kapal (m/s)

$P$  = Konstanta bentuk tongkang

$F_x$  = Luas penampang midship (m<sup>2</sup>)

$A_1$  = Luas penampang melintang kapal diatas permukaan  
(ft<sup>2</sup>)

$A_2$  = Luas proyeksi transversal bangunan atas  
(ft<sup>2</sup>)

$V_a$  = Kecepatan relatif angin (ft/sec)

$$W_{tot} = W_{air} + W_{angin}$$

#### 2.10.5 Perhitungan Trim dan Stabilitas

Perhitungan trim merupakan syarat mutlak dalam perancangan sebuah kapal. Suatu kapal dapat dikatakan layak untuk berlayar jika telah memenuhi beberapa persyaratan, salah satu syarat itu adalah besarnya kondisi trim kapal yang terjadi. Suatu kapal dikatakan dalam kondisi baik untuk berlayar jika berada dalam kondisi even-keel. Namun bila tidak diperoleh kondisi tersebut, ada beberapa persyaratan yang diijinkan dalam kondisi trim, yaitu besarnya trim tidak lebih dari 0.05%. nilai ini dijadikan sebagai batasan (constrain) dalam proses iterasi dalam memperoleh ukuran utama.

Selain trim, ada persyaratan lain dalam perancangan kapal yaitu persyaratan stabilitas. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan perhitungan stabilitas utuh (*intac stability*) dengan menggunakan rumus dari “*The Teory and Ttechnique of Ship Design*” [Manning, 1996]. Pengertian stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali pada kedudukan setimbang dalam kondisi air tenang ketika kapal mengalami gangguan

dalam kondisi tersebut. Perhitungan stabilitas dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan kapal kembali pada kedudukan semula apabila mengalami oleng pada saat berlayar. Keseimbangan statis suatu benda dibedakan atas tiga macam yaitu:

1. Keseimbangan stabil

Kondisi ketika benda mendapat kemiringan akibat adanya gaya luar, maka benda akan kembali pada kondisi semula setelah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik G (*centre of gravity*) berada dibawah titik M (*metacentre*).

2. Keseimbangan Labil

Kondisi ketika benda mengalami kemiringan akibat adanya gaya luar yang bekerja pada benda tersebut, maka kedudukan benda akan cenderung berubah lebih banyak dari kedudukan semula sesudah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik G berada diatas titik M.

3. Keseimbangan *indeferent*

Kondisi ketika benda mengalami kemiringan sedikit dari kedudukannya akibat adanya gaya dari luar, maka benda tetap pada kedudukannya yang baru walaupun gaya tersebut telah hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik berat G berimpit dengan titik *metacentre* M.

Kapal harus mempunyai stabilitas yang baik dan harus mampu menahan semua gaya luar yang mempengaruhinya hingga kembali pada keadaan seimbang. Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain:

- a. Titik G (*gravity*), yaitu titik berat kapal.
- b. Titik B (*buoyancy*), yaitu titik tekan keatas akibat air yang dipindahkan akibat badan kapal yang tercelup.
- c. Titik M (*metacentre*), yaitu titik perpotongan antara vector gaya tekan keatas. Pada keadaan tetap dengan vector gaya tekan keatas pada sudut oleng.

Kemampuan apung kapal adalah kemampuan kapal untuk mendukung gaya berat yang dibebankan dengan menggunakan tekanan hidrostatis yang bekerja dibawah permukaan air dan memberikan daya dukung dengan gaya angkat statis pada kapal. Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut

memenuhi standart keselamatan pelayaran *Safety Of Life At Sea* ( SOLAS) atau *International Maritime Organization* (IMO).

Ada beberapa kriteria utama dalam menghitung stabilitas kapal. Kriteria stabilitas tersebut diantaranya [IS CODE 2008] adalah:

1.  $e0\ 30^\circ \geq 0.055\ \text{m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^\circ \geq 0.055\ \text{m.rad}$
2.  $e0\ 40^\circ \geq 0.09\ \text{m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $40^\circ \geq 0.09\ \text{m.rad}$
3.  $e30,40^\circ \geq 0.03\ \text{m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03\ \text{m.rad}$
4.  $h30^\circ \geq 0.2\ \text{m}$   
lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 m pada sudut oleng  $30^\circ$  atau lebih.
5.  $H_{\max}$  pada  $\phi_{\max} \geq 25^\circ$   
Lengan penegak maksimum pada sudut oleng lebih dari  $25^\circ$
6.  $GM_0 \geq 0.15\ \text{m}$   
Tinggi metasenter awal  $GM_0$  tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

#### 2.10.6 Perhitungan *Freeboard*

Lambung timbul (*freeboard*) merupakan salah satu jaminan keselamatan kapal selama melakukan perjalanan dalam mengangkut muatan menjadi jaminan utama kelayakan dari sistem transportasi laut yang ditawarkan pada pengguna jasa, terlebih pada kapal penumpang, keselamatan merupakan prioritas utama.

Secara sederhana pengertian lambung timbul adalah jarak tepi sisi geladak terhadap air yang diukur pada tengah kapal. Karena lambung timbul menyangkut keselamatan kapal, maka terdapat beberapa peraturan mengenai lambung timbul antara lain untuk kapal yang berlayar di perairan dapat menggunakan PGMI(Peraturan Garis Muat Indonesia) tahun 1985 dan peraturan internasional untuk lambung timbul yang dihasilkan dari konferensi internasional tentang peraturan lambung timbul minimum

ILLC (*International Load Lines Convention, 1966 on London*), dalam peraturan tersebut dinyatakan bahwa tinggi lambung timbul minimum (*summer load lines*) telah disebutkan dalam table lambung timbul minimum untuk kapak dengan panjang tertentu.

#### Freeboard Calculation

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

$$CB = 0.878$$

Tipe kapal= Type B

Perhitungan :

• Freeboard Standard

Fb = sesuai dengan panjang kapal [mm] Regulation 28 Table 28.1

• Koreksi

1. Koreksi untuk Kapal dibawah 100 m

$$Fb1 = 0$$

2. Koreksi Cb

Regulation 30 Correction for Cb

Jika melebihi Cb . 0.68

$$Fb2 = [(Cb + 0.68)/1.36]$$

3. Koreksi Depth (D)  
depth

Regulation 31 Correction for

Untuk kapal dengan harga  $D > L/15$  maka dikoreksi sebagai berikut :

$$Fb3 = R(D-L/15) \quad [mm]$$

R = 250 (untuk  $L > 120m$ )

$$D = 7.600 \text{ mm}$$





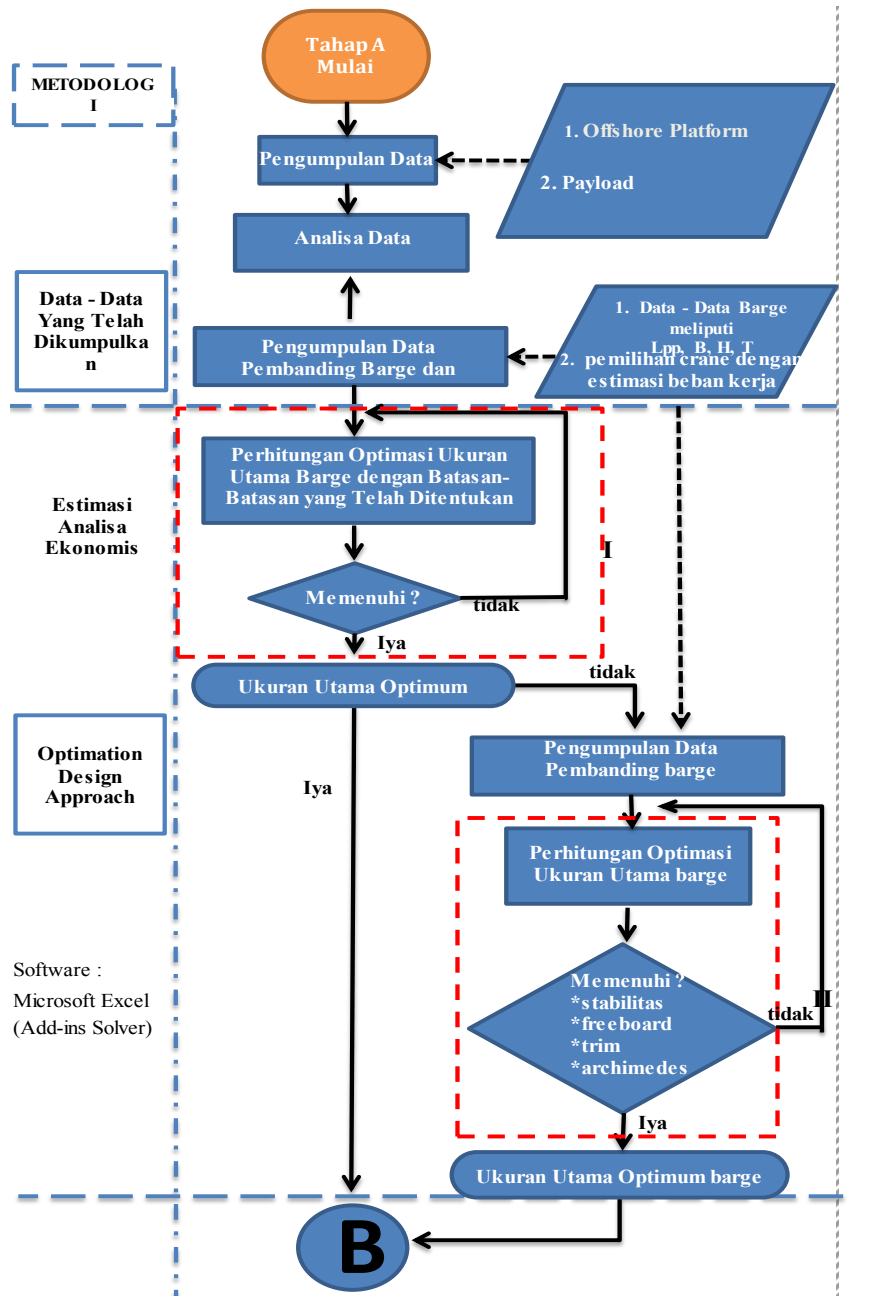
## **BAB 3 METEDOLOGI PENELITIAN**

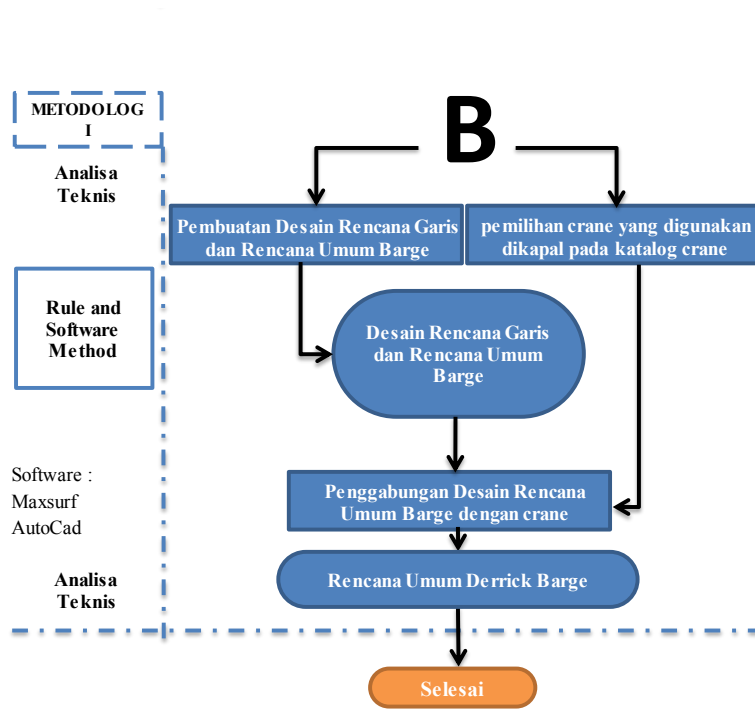
### **3.1 Pendahuluan**

Pada Bab ini akan dijelaskan bagaimana langkah-langkah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Digambarkan dengan diagram alir pengerjaan, kemudian dijelaskan setiap poin yang ada dalam diagram alir tersebut.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam menyusun Tugas Akhir ini dapat digambarkan dalam diagram alir (*flow chart*) pengerjaan sebagai berikut:





gambar 16. Diagram alir pengerjaan

### 3.3 Langkah Pengerjaan

#### 3.3.1 Pengumpulan Data


Pada tahap ini dilakukan proses pengambilan data primer maupun sekunder guna menunjang proses desain awal *barge*. Data-data inilah yang akan menjadi patokan inti dari proses perancangan *Derrick barge* ini kedepannya. Data-data yang dibutuhkan antara lain:

- Offshore platform

Table 3. Data Offshore Platform di Indonesia

Daerah	Nama	Fungsi	Leg	Topside (ton)	Jacket (ton)
EAST JAVA	Bukit Tua Oil Field	WHP	4	1500	700
CENTRAL JAVA	Kepodang Field	WHP		1298	
		PP		5802	
NATUNA SEA BLOCK A	Naga Pelikan Field	WHP	3	960	3000
	Gajah Baru Field	PP	8	8.164,665	4.645
		WHP	4	700	1380
MAHAKAM BLOCK	Sisi and Nubi Field	WHP-WPS2	4	1350	950
		WHP-WPN3	3	810	800
		WHP-SWP-J	3	810	700
	Peciko Field	WHP	4	948	774,736
NATUNA SEA BLOCK B	North Belut Field	PP	8	11.521,2495	3.802,91952
	Kerisi Field	WHP	4	2000	1377

### 3.3.2 Analisa Data dan Penentuan Parameter Desain



**KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
DIREKTORAT JENDERAL MINYAK DAN GAS BUMI**

**KEMAMPUAN USAHA PENUNJANG MIGAS  
PT. McDERMOTT INDONESIA**

BERINGKAT ☆☆☆

**Kantor Pusat (status: sewa):**  
Wisma Tugu II Lantai 5  
Jl. H.R. Rasuna Said Kav. C. 7-9, Kuningan, Jakarta 12920  
Telp. Fax: : 021-25989200 / 021-5206607  
Website : [www.mcdermott.com](http://www.mcdermott.com)  
Penanggung Jawab : Asan Sofian (Presden Direktur)  
Contact Person : Adhi Cahyono

**STATUS PERUSAHAAN : DALAM NEGERI**

- ☞ Akte Pencirian Perusahaan No. 39 oleh Notaris Henk Limanow pada tanggal 23 Februari 1973 di Jakarta dan akta perubahan No. 111 oleh Notaris Mala Muhib, S.H., LL.M. pada tanggal 29 April 2013 di Jakarta, sebagai berikut:
  - Organisasi Perusahaan
    - o Presiden Komisaris : Scott V. Cummins (WNA)
    - o Presiden Direktur : Asan Sofian (WNI)
    - o Direktur : Dominic A. Savatino (WNA),  
Basuki Hardjosoekatmo (WNI),  
Setio Hangdo (WNI)
  - Kepemilikan Saham
    - > Indonesia:
      - o PT. Sarana Interfab Mandiri : 25 %
      - o PT. Marikam Perk : 26 %
    - > Asing:
      - o McDermott Far East Inc. : 17 %
      - o McDermott Asia Pacific PTE. Ltd : 32 %
- ☞ Berdasarkan Surat Izin Usaha Jasa Konstruksi Kegiatan Usaha Jasa Pelaksana Konstruksi (Kontraktor) No.: 3-005469-3-71-2-00544 oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta pada tanggal 27 Juli 2011 di Jakarta.
- ☞ Surat Keterangan Tercatat Migas No. 0120/SKT-01/DVT/2010 tanggal 27 Juli 2010.
- ☞ Surat Kemampuan Usaha Penunjang Migas No. 852119.07/DMB/2013 tanggal 12 Agustus 2013

**SISTEM MANAJEMEN :**

- ☞ Sistem Manajemen Mutu : ISO 9001 : 2008 No. 31111 tanggal 01 Nopember 2012 oleh ABS Quality Evaluations, Inc. berlaku s.d. 23 Nopember 2015 dan ISO/TS 29001:2010 No. 42959 tanggal 11 April 2012 oleh ABS Quality Evaluations, Inc. berlaku s.d. 19 Januari 2015
- ☞ Sistem Manajemen Lingkungan : ISO 14001:2004 / SNI 19 - 14001:2005 oleh Sucofindo International Certification Services berlaku s.d. 3 Februari 2016
- ☞ Sistem Manajemen Keselamatan Kerja : OHSAS 18001:2007 oleh Sucofindo International Certification Services berlaku s.d. 3 Februari 2016

<b>Platform</b>	- Wellhead Deck	Overall Weight: 2,403 MT Max Dimension: 62.8m (L) x 31.4m (W)	1. API RP 2A WSD 2. API Specification 2B 3. API SPEC 2H 4. API SPEC 2W 5. ASTM-A36/A36M	- API Spec 2B Official API Monogram - Steel Pipe, License No. 2B-0087, valid until 14 July 2014	Annual throughput of 60,000 MT / year, equivalent to 12,000,000 manhours / year
	- CPP Deck	Overall Weight: 17,088 MT Max Dimension: 86.0m (L) x 70.0m (W)	6. API RP 2X 7. ASTM A6/A6M 8. DNV RP B401 9. NACE RP0176		
	- Living Quarter Module	Overall Weight: 1,876 MT Max Dimension: 36.7m (L) x 18.3m (W)	10. API RP 2G 11. API RP 2L 12. API RP 14B 13. API RP 14C 14. API RP 14E 15. API RP 14FZ		
	- Control Room Module	Overall Weight: 368 MT Max Dimension: 25.4m (L) x 16.7m (W)	16. API RP 14G 17. API RP 14J 18. API RP 505 19. API RP 520 20. API RP 521		
<b>Struktur</b>	- Subsea Structures	Overall Weight: 13,739 MT Max Dimension: 40.7m (L) x 32.4m (W)	21. API RP 554 22. API 610 23. ASME Section VIII 24. ASME Section IX 25. ASME B16.5 26. ASME B16.34 27. ASME B 40.1 28. ASME B 31.3 29. Client Specifications		
	- Subsea Spools	Overall Weight: 2,020 MT Max Dimension: 253.3m (L) x 0.91m (D) x 0.06m (T)	1. API RP 2A WSD		

gambar 17. KEMAMPUAN USAHA PENUNJANG MIGAS PT. McDERMOTT INDONESIA

Dari gambar diatas berdasarkan data dari PT. McDermott didapat ukuran untuk sebuah bangunan *topside* tergantung pada jenis fungsi *platform*. Dari data tersebut maka dapat di jadikan acuan luasan *deck* yang dibutuhkan oleh kapal *derrick barge* yaitu  $62.8 \text{ m} \times 31.4 \text{ m} = 1971.92 \text{ m}^2$ .

Sedangkan untuk berat pada *offshore platform* sesuai dengan table. 3, dapat disimpulkan karakteristik berat bangunan lepas pantai di indonesia memiliki berat topside adalah 700 – 12000 ton. Tapi dalam proses *Decommissioning* bangunan tersebut akan dibagi menjadi beberapa bagian seperti dalam penjelasan bab sebelumnya. Sebagai contoh bangunan lepas pantai yang berada di 112 miles timur laut dari jawa tengah adalah sebagai berikut :

Table 4. Contoh pembagian modul pada suatu *Topside* pada *offshore Platform*

Deskripsi	total (MT)
topside modeled members	724
process deck un-model dry load (LC PDR1)	2178
process deck equipment & piping content load + crane operation load ((LC C 16 + LC C 28 + LC 385 x 1.15	307
process deck open area live load + laydown area live load (C04 + C06)	334
future shelter load (LC 294)	100
helicopter at rest (LC 511)	5.4
WHMA un-model operating load (excluding open area live load (LC WHM1)	286
WHMA open area live load ( LC C5A/C5B/C5C)	250
WHMA un model future operating load +hook up load (LC WHF 1)	82
total	4266 MT
total (ton)	4701.132

Untuk proses desain kali ini yang dijadikan acuan / *payload* untuk mencari data kapal adalah luasan *deck* yang dimiliki kapal tersebut yaitu minimal sebesar  $1971.92 \text{ m}^2$ .


### 3.3.3 Pemilihan Crane

Pemilihan *crane* merupakan salah satu hal penting yang dilakukan pada pengerjaan ini. Pemilihan crane didasarkan akan kebutuhan kapal yang akan dibangun. Dengan luasan deck kapal minimal sebesar  $1971.92 \text{ m}^2$  maka didapatkan ukuran utama kapal yang akan digunakan. Karena ukuran kapal memiliki panjang yang sama dengan salah satu kapal pembanding yaitu *derrick*

*barge 32* maka *designer* mengambil estimasi kapal membutuhkan minimal 3 buah *crane* yang ada diatas kapal tersebut dan juga peletakan mengikuti contoh kapal pembanding dimana kapal tersebut telah ada atau *exist*. Setiap *crane* memiliki fungsi yang berbeda, dimana *crane* yang pertama sebagai *crane* utama untuk mengangkat *platform* untuk dipindahkan, yang kedua digunakan untuk membantu pekerjaan yang ada di atas *deck* seperti mengangkat pipa untuk dilakukan pengerjaan, dan yang ketiga adalah sebagai alat bantu untuk memindahkan atau mengangkat bahan-bahan *supply* yang ada dikapal dan lain-lain. Untuk menentukan jenis *crane* yang pertama adalah dengan menggunakan data dari table 4. dapat disimpulkan dalam melakukan proses decommissioning dibutuhkan alat atau *crane* yang dapat mengangkat beban sebesar 300 - 2500 ton sebagai *crane* utama yang digunakan untuk mengangkat *module offshore platform*.

Setelah dilakukan pencarian katalog dengan kapasitas angkut 300-2500 ton di dapatkan *crane* dengan kapasistas angkut 1100 ton dengan berat sebesar 2121 ton. Dan

AMCLYDE MODEL 60



**CRANE WEIGHTS**

- z Rotating Gear on Tub = 86 M. Tons
- z Counterweight = 971 M. Tons (By Erection Contractor)
- z Rotating Upper = 736 M. Tons
- z Boom = 214 M. Tons
- z Load Blocks = 44 M. Tons
- z Wire Rope = 70 M. Tons
- TOTAL = 2121 M. Tons**

**HOOK RATINGS**

- Main Hook 1100 M. Ton
- Auxiliary Hook 275 M. Ton
- Whip Hook 60 M. Ton

**CAPACITIES**

- Main Hook 1100 M. Ton to 28 M. Radius
- Auxiliary Hook 275 M. Ton to 55 M. Radius
- Whip Hook 60 M. Ton to 75 M. Radius

**SPEEDS**

- Main - No Load 8.0 Meters/Minute
- Auxiliary - No Load 20 Meters/Minute
- Whip - No Load 65 Meters/Minute
- Main - 1100 M. Ton Load 5.5 Meters/Minute
- Auxiliary - 275 M. Ton Load 15 Meters/Minute
- Whip - 60 M. Ton Load 65 Meters/Minute
- Boom - Horizontal to Min. Radius 15 Minutes
- Slewing - Full Load 0.4 RPM

*Gambar 18 AMDCLYDE MOFDEL 60*

untuk *crane* yang kedua dibutuhkan *crane* yang dapat bergerak diatas kapal untuk mempermudah pekerjaan yang dilakukan di atas kapal dan mampu mengangkat beban kerja sebesar 1-100 ton, maka setelah dilakukan didapatkan *crane* manitowoc 999 yang menggunakan *crawler* untuk dapat bergerak diatas kapal. Dan untuk *crane* yang ketiga dibutuhkan *crane* dengan kapasitas angkut sebesar 1-300 ton dan didapatkan *crane type pedestal mounted crane model PMC 6200-300*.

### 3.3.4 Perhitungan Optimasi Ukuran Utama

Seusai dengan persyaratan yang ada maka dicari kapal *derrick barge* dengan luasan *deck* sebesar 1971.92 m<sup>2</sup> dan setelah semua kapal pembanding dikumpulkan maka ditentukan ukuran awal perhitungan.

Sebagai nilai awal (*initial value*), diambil salah ukuran utama barge yang digunakan sebagai kapal pembanding yaitu:

$$L = 133.52 \text{ meter}$$

$$B = 37 \text{ meter}$$

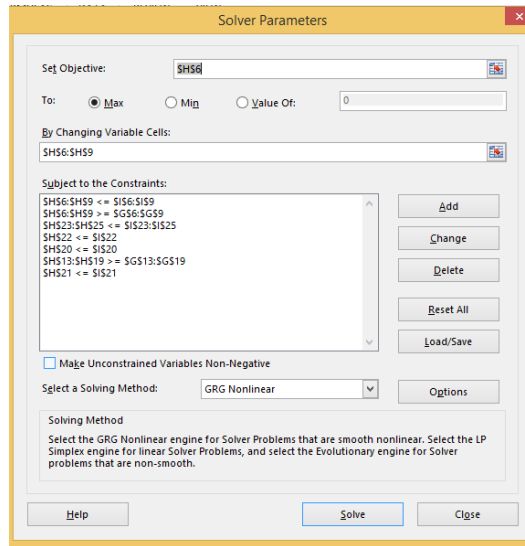
$$T = 5 \text{ meter}$$

$$H = 9 \text{ meter}$$

Lalu dilakukan perhitungan untuk kapal tersebut dengan batasan-batasan yang sudah ditentukan lalu setelah proses perhitungan pada kapal ini selesai maka dilakukan proses *solver*. Perhitungan ini di *solver* dengan menggunakan batasan – batasan yang sudah ada seperti, stabilitas, *trim*, *freeboard*, dan lain-lain untuk mendapatkan ukuran utama yang lebih optimum.

PROSES OPTIMASI PERENCANAAN BARGE							
CHANGING VARIABLE							
	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Ukuran Utama	Panjang	m	L	106.68	133.52	133.52	ACCEPTED
	Lebar	m	B	30.48	30.48	42.00	ACCEPTED
	Tinggi	m	H	7.60	7.60	9.60	ACCEPTED
	Sarat	m	T	2.60	4.45	6.00	ACCEPTED
CONSTRAINT							
Syarat Teknis	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Froude Number	$Fn = V/(g \cdot Lpp)^{0.5}$			0.15	0.17	0.22	ACCEPTED
	MG pada sudut oleng 0°	m	MG <sub>0</sub>	0.15	25.82		ACCEPTED
Stabilitas	Lengan statis pada sudut oleng >30°	m	LS <sub>30</sub>	0.2	10.73		ACCEPTED
	Sudut kemiringan pada Ls maksimum	deg	LS <sub>maks</sub>	25	46.34		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada 30°	m.rad	Ld <sub>30</sub>	0.055	4.316		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada 40°	m.rad	Ld <sub>40</sub>	0.09	6.914		ACCEPTED
	Luas Kurva GZ antara 30° - 40°	m.rad		0.03	2.60		ACCEPTED
Freeboard	Fs	m	F		2.03	3.15	ACCEPTED
Displacement	Koreksi displacement	%		1.00%	1.0%	5.00%	ACCEPTED
Trim	Selsih Trim	%			-13.09	13.35	ACCEPTED
Rasio			L/B	3	4.38	10	ACCEPTED
			B/T	2	6.85	10	ACCEPTED
			L/T	10	30.00	30	ACCEPTED
OBJECTIVE FUNCTION							
	Item	Unit	Symbol	Value			
	Hull Cost	\$		7,837,220			
	F & O Cost	\$		30 077 400			

gambar 19. proses Optimasi



*gambar 20. solver parameter*

### 3.3.5 Pembuatan Desain Rencana Garis dan Rencana Umum *Barge*

Pada proses ini didahului untuk melakukan perhitungan parameter-parameter yang sudah ditentukan pada suatu kapal dengan metode *Parametric Design Approach*. Parameter-parameter yang sudah ditentukan antara lain :

- Rasio
- *Displacement*  
Berat total barge (DWT+LWT+Margin yang ditentukan) yang akan direncanakan harus sama dengan nilai displacement hasil perhitungan ( $L \times B \times T \times C_b$ )
- Trim
- *Freeboard*  
Acuan lambung timbul yang nantinya akan digunakan sebagai nilai minimum yang harus dipenuhi pada muatan penuh
- Stabilitas Persyaratan stabilitas yang mengacu pada IMO Regulation dengan menghitung intact sstability. (*LS Code, 2008*)



Selanjutnya dilakukan proses pembuatan rencana garis dengan bantuan *software maxsurf*. Pembuatan desain dilakukan dengan memperhatikan desain-desain *barge* pada umumnya. Kemudian hasil rencana garis dari *maxsurf* diproses kembali dengan *software AutoCad* guna memperbaiki hasil desain dan dilanjutkan dengan proses pembuatan rencana umum.

### 3.3.6 Pembuatan Desain Rencana Garis dan Rencana Umum *derrick barge*

Setelah dilakukan proses perhitungan didapatkan bahwa kapal yang dijadikan contoh memenuhi persyaratan – persyaratan yang lalu dilakukan metode optimasi dengan *barge* sehingga didapatkan ukuran utama dari kapal *derrick barge* yang dibutuhkan. Kemudian dilakukan proses perhitungan parameter-parameter yang sudah ditentukan dan dilanjutkan dengan proses desain menggunakan *maxsurf* dan *AutoCad*.



## **BAB 4 PERANCANGAN BARGE**

### **4.1 Pendahuluan**

Pada Bab ini akan dibahas proses bagaimana cara menentukan ukuran utama *barge*. Selain itu pada bab ini akan dibahas juga perhitungan *freeboard*, perhitungan hambatan, perhitungan berat dan titik berat *barge*, perhitungan stabilitas,serta perhitungan trim. Dalam perhitungan ini terdapat kriteria-kriteria yang harus dipenuhi, seperti kriteria IMO (*International Maritime Organization*) dan kriteria trim, baik untuk *barge*. Pembuatan rencana garis serta rencana umum dari ukuran optimum hasil optimasi *barge* tersebut.

#### 4.1.1 Penentuan Ukuran Utama Tongkang (*Barge*)

Perencanaan ukuran utama dilakukan berdasar hasil *solver* yang sudah dilakukan pada sebuah kapal pembanding. Dan seluruh peralatan, mau *outfitting* seperti tanki merujuk pada kapal pembanding tersebut.

Table 5. Data Kapal Pembanding

Nama	L(m)	B(m)	T(m)	H(m)	kapasitas crane
DB 32	139	37	5	9	1500 MT@40m
ARAPAHO DERRICK BARGE	106.68	30.48	4.88	7.62	726 MT @29m
TETRA HEDRON DERRICK BARGE	120	36	6	9.6	1600MT@32m
DB SWING THOMPSON	120	36	2.6	7.6	1200MT@30m
DB WILLIAM KALLOP	113	42	3.7	8	1600MT@40m
TIMAS 01	121.9	32.3	5.5	8.7	816.5MT@30m

DB 32 = kapal yang digunakan sebagai pembanding

#### 4.1.2 Penentuan variable

Dalam proses iterasi, yang berfungsi sebagai variabel adalah panjang, lebar, tinggi, dan sarat. Sebagai nilai awal (*initial value*), diambil salah ukuran utama barge yang digunakan sebagai kapal pembanding yaitu:

$$L= 133.52 \text{ meter}$$

$$B= 37 \text{ meter}$$

$$T= 5 \text{ meter}$$

$$H= 9 \text{ meter}$$

#### 4.1.3 Penentuan Parameter

Parameter adalah harga yang nilainya tidak berubah selama proses iterasi karena adanya syarat – syarat yang harus dipenuhi. Pada proses optimisasi ini ini, yang berfungsi sebagai parameter adalah :

1. Permintaan *owner* berupa luasan *deck* dengan luasan minimal 1971.92 m<sup>2</sup>

#### 4.1.4 Penentuan Batasan

Batasan (*Constraints*) adalah harga batas yang ditentukan sebelumnya agar nilai variabel tidak menyimpang dari apa yang diharapkan. Batasan – batasan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah :

1. Lambung timbul minimum

Acuan yang digunakan adalah sesuai dengan yang tercantum dalam PGMI. Beberapa koreksi harus dipenuhi untuk menentukan tinggi *freeboard* minimum, yaitu koreksi lambung timbul awal, koreksi koefisien blok, koreksi tinggi, dan koreksi lengkung memanjang kapal. Koreksi bangunan atas tidak masuk dalam perhitungan karena *barge* hanya dirancang sebatas geladak saja. Dalam kategori PGMI, *barge* masuk ke dalam kategori B. yaitu kapal dengan muatan selain minyak. Tinggi lambung timbul aktual tidak boleh kurang dari lambung timbul hasil perhitungan.

2. Batasan trim

Batasan trim maksimal adalah -0,1 s/d 0,1 % LPP.

3. Koreksi *Displacement*

Berat total *barge* ( DWT+LWT ) yang akan dirancang harus masih berada dalam rentang displacemen hasil perhitungan (LxBxTxCb) sebesar 1% s/d 3%.

4. Batasan stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan dari sebuah kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan itu dipengaruhi lengan dinamis ( *GZ* ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen-komponen stabilitas terdiri dari *GZ*, *KG* dan *GM*, ketiga komponen tersebut sangat berperan penting dalam stabilitas. Dalam perhitungan stabilitas yang paling penting adalah mencari lengan dinamis ( *GZ* ).

Persyaratan stabilitas mengacu pada IMO Regulation untuk menghitung *intact stability*, (*IS CODE 2008*) yaitu:

- Tinggi Metacentre (*MG*) pada sudut oleng  $0^\circ$  tidak boleh kurang dari 0.15 m
- Lengan statis (*GZ*) pada sudut oleng  $> 30^\circ$  tidak boleh kurang dari 0.20 m

- Lengan stabilitas statis (GZ) maksimum harus terjadi pada sudut oleng lebih dari  $15^\circ$
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari 0.06 m radian sampai dengan  $30^\circ$  sudut oleng
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari 0.09 m radian sampai dengan  $40^\circ$  sudut oleng.

#### 5. Batasan rasio ukuran utama

Rasio ukuran utama kapal yaitu meliputi L/B, B/T, L/T. Dari kapal pembanding yang ada, didapatkan rasio sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L/B_{\min} &= 3.4, L/B_{\max} &= 10 \\ B/T_{\min} &= 3.85, B/T_{\max} &= 10 \\ L/T_{\min} &= 10, L/T_{\max} &= 30 \end{aligned}$$

#### 4.1.5 Penentuan Fungsi Objektif

Fungsi objektif di sini adalah biaya material yang dikeluarkan untuk pembangunan kapal, yang meliputi baja lambung kapal dan *E&O (Engine & Outfitting)* yang dibutuhkan sesuai standar *class*.

### 4.2 Penerapan Model Optimasi *Barge* Menggunakan *Software Excel*

Dalam mencari nilai optimum dari sekelompok data dengan dibatasi beberapa *constraint*, program *Excel* memiliki salah satu fitur yang dapat menyelesaikannya. Fitur tersebut adalah *solver*. Dengan *solver*, dapat dicari nilai optimum maksimum maupun nilai optimum minimum. Makadaripada itu, proses optimasi *barge* ini menggunakan fitur *solver* untuk menyelesaikannya.

#### 4.2.1 Pembuatan Batasan

Sebelum model iterasi *solver* dibuat, terlebih dahulu dilakukan perhitungan-perhitungan yang digunakan sebagai dasar penentuan batasan dalam proses iterasi. Perhitungan tersebut adalah :

1. Perhitungan *freeboard*

Perhitungan *freeboard* berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan oleh *International Convention on Load Lines 1966 and protocol of 1988*. *Barge* yang dirancang merupakan kapal tipe B, sehingga diambil *freeboard* standar yang telah ditetapkan untuk kapal tipe B berdasarkan panjang kapal. Kemudian ditambah dengan koreksi hingga didapatkan *freeboard* minimal yang disyaratkan. *Freeboard* minimal inilah yang dijadikan salah satu batasan dalam iterasi yang dilakukan.

## 2. Perhitungan berat baja

Untuk perhitungan berat baja *barge* dilakukan dengan menggunakan rule ABS. Hal ini dikarenakan untuk rumus pendekatan, tidak diketahuinya salah satu koefisien untuk *barge* sehingga setiap profil dan pelat yang diperlukan dalam proses perancangan dihitung sesuai rumus yang ada dan kemudian ditotal jumlahnya.

## 3. Perhitungan peralatan dan perlengkapan kapal

Dari ukuran utama kapal dapat diketahui nilai dari EN (*Equipment Number*) kapal tersebut. Dari nilai yang didapat, dicocokkan dengan tabel yang tersedia untuk menentukan jumlah jangkar, panjang rantai, ukuran hawser, towline, dan peralatan perlengkapan lainnya.

## 4. Perhitungan koreksi displacement

Berat baja yang telah dihitung dijumlahkan dengan berat peralatan dan perlengkapan sehingga didapatkan LWT. LWT kemudian dijumlahkan dengan berat total muatan (DWT) dan didapatkanlah berat *displacement*. Berat LWT + DWT dibandingkan dengan displacement yang didapat dari perkalian  $L \times B \times T \times C_b \times \rho$ . Selisih antara keduanya harus dalam range 1% sampai 5%. Dalam hal ini  $L \times B \times T \times C_b \times \rho$  harus lebih besar daripada LWT+DWT yang didapat dari perhitungan, sehingga tetap ada berat cadangan didalamnya.

## 5. Perhitungan trim

Perhitungan trim berdasarkan rumus yang terdapat dalam "*Parametric Design Chapter 11*" [Parson,2001].

## 6. Perhitungan harga material

Harga material dapat diestimasi dari perhitungan berat baja dan E&O. Dari total berat baja dikalikan harga baja per ton, maka didapat harga material baja dari *barge*

tersebut. Sementara untuk E&O dilakukan penjumlahan total berat masing – masing item, yang kemudian dikalikan dengan estimasi harga per ton.

#### 4.2.2 Running Model Iterasi *Solver Barge*

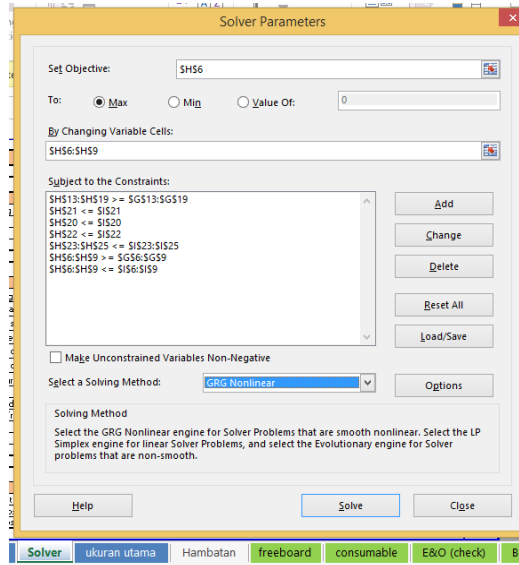
Setelah semua batasan selesai dibuat, selanjutnya adalah membuat model *solver* untuk memperoleh ukuran utama yang optimum. Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Membuat model *solver* dimana di dalamnya terdapat *value* yang akan dicari, batasan yang telah ditentukan sebelumnya, dan fungsi objektif sebagai acuan untuk proses iterasi. Model yang dibuat pada penelitian ini tampak seperti gambar di bawah
2. Setelah model selesai dibuat selanjutnya adalah melakukan *running model*. Fasilitas *solver* dapat diakses melalui *toolbar data - solver*. Selanjutnya akan muncul tampilan *Solver Parameters*. Pada menu *set target cell*, set pada *cell Total Cost*. Dimana pencarian dipilih minimum karena akan dicari *total cost* yang paling rendah. Untuk *menu by changing cell* dipilih variabel yang akan dicari yaitu L, B, T, H. Kemudian pada *menu subject to the constraints* dimasukkan semua nilai minimum dan maksimum yang berfungsi sebagai batasan dari proses iterasi.

PROSES OPTIMASI PERENCANAAN BARGE							
CHANGING VARIABLE							
	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Ukuran Utama	Panjang	m	L	106.68	133.52	133.52	ACCEPTED
	Lebar	m	B	30.48	30.48	42.00	ACCEPTED
	Tinggi	m	H	7.60	7.60	9.60	ACCEPTED
	Sarat	m	T	2.60	4.45	6.00	ACCEPTED
CONSTRAINT							
Syarat Teknis	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Stabilitas	MG pada sudut oleng $0^0$	m	MG <sub>0</sub>	0.15	25.82		ACCEPTED
	Lengan statis pada sudut oleng $>30^0$	m	LS <sub>30</sub>	0.2	10.73		ACCEPTED
	Sudut kemiringan pada Ls maksimum	deg	LS <sub>maks</sub>	25	46.34		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada $30^0$	m.rad	Ld <sub>30</sub>	0.055	4.316		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada $40^0$	m.rad	Ld <sub>40</sub>	0.09	6.914		ACCEPTED
	Luas Kurva GZ antara $30^0 - 40^0$	m.rad		0.03	2.60		ACCEPTED
Freeboard	Fs	m	F		2.03	4.00	ACCEPTED
Displacement	Koreksi displacement	%		1.00%	2.0%	5.00%	ACCEPTED
Trim	Selish Trim	%			2.23	13.35	ACCEPTED
Rasio			L/B	3	3.61	10	ACCEPTED
			B/T	2	7.40	10	ACCEPTED
			L/T	10	26.70	30	ACCEPTED
OBJECTIVE FUNCTION							
	Item	Unit	Symbol	Value			
	Hull Cost	\$		8,410,334			
	E & O Cost	\$		30,838,546			
	Total Cost	\$		39,248,880	← Target Cell		

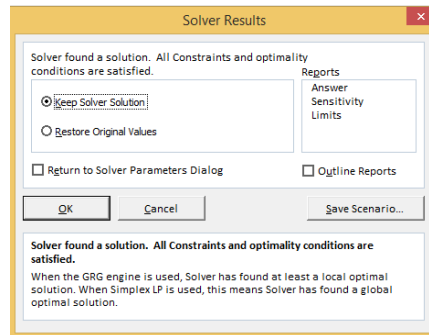
gambar 20. solver

Tampilan *solver* ketika dilakukan proses *running* akan tampak seperti gambar di bawah ini :



*gambar 21. parameter constrain*

- Setelah semua telah terisi, langkah selanjutnya adalah melakukan proses *running solver* dengan .Apabila iterasi yang dilakukan memenuhi semua batasan yang diberikan maka akan muncul pemberitahuan bahwa solver telah menemukan solusi untuk model yang dibuat.



*gambar 22. proses solver*

Variabel yang didapatkan dari proses *running solver* yang telah dilakukan adalah:

$$L_{pp} = 133.52 \text{ meter}$$



$$B = 30.48 \text{ meter}$$

$$H = 4.45 \text{ meter}$$

$$T = 7.6 \text{ meter}$$

#### 4.2.3 Perhitungan *Freeboard Barge*

Dengan ukuran utama yang didapatkan maka dilakukan perhitungan

Freeboard Calculation

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Input Data :

$$L = 133.52 \text{ m}$$

$$B = 30.48 \text{ m}$$

$$D = 7.60 \text{ m} \quad S = l_{\text{Poop}} + \text{IFC}$$

$$d_1 = 85\% \text{ Moulded Depth} = 0.00 \text{ m}$$

$$= 6.46 \text{ m}$$

$$CB = 0.878$$

Tipe kapal = Type B

Perhitungan :

• Freeboard Standard

$$F_b = 1959.00 \text{ mm} \quad \text{Regulation 28 Table 28.1}$$

• Koreksi

1. Koreksi untuk Kapal dibawah 100 m depth Regulation 29 Correction for

Kapal Tongkang memiliki bangunan atas, maka ada koreksi

$$Fb1 = 454.03743$$

2. Koreksi Cb

Regulation 30 Correction for Cb

Jika melebihi Cb . 0.68

$$Fb2 = [(Cb + 0.68)/1.36]$$

$$= 1.15 \text{ mm}$$

3. Koreksi Depth (D)

Regulation 31 Correction for depth

Untuk kapal dengan harga  $D > L/15$  maka dikoreksi sebagai berikut :

$$Fb3 = R(D-L/15) \quad [\text{mm}]$$

$$R = 250 \quad (\text{untuk } L > 120\text{m})$$

$$= 250.00$$

$$D = 7.600 \text{ mm}$$

$$L/15 = 8.901333333$$

$$Fb3 = -325.33 \text{ mm}$$

4. Koreksi Sheer

Regulation 38 Correction for Sheer

Kapal tongkang tidak menggunakan sheer, maka :

$$\text{Tinggi Sheer di FP} = 0.00 \text{ m} \quad (\text{Sf})$$

Tinggi Sheer di AP = 0.00 m (Sa)

koreksi kelengkungan =

$$A = 1/6 [2.5 (L+30) - 100(Sf-Sa)] \times [0.75 - S/2L]$$

$$A = 50.1 \text{ mm}$$

$$B = 0.125 * L$$

$$B = 16.69 \text{ mm}$$

Maka, koreksi LMK yang digunakan adalah A = 50.10 mm

• Minimum Bow height

Kapal Tongkang tidak menggunakan bow, maka

Regulation 39 Req. bow height

$$Fb6 = 0 \text{ mm}$$

• Batasan Freeboard

Actual Freeboard

$$Fba = H - T$$

$$= 3.1493 \text{ m}$$

Total Calculation Freeboard

$$Fb = 2138.95 \text{ mm}$$

$$Fb = 2.1389 \text{ m}$$

Kondisi  $(Fba - Fb') = \text{Accepted}$  (karena  $Fba > Fb'$  maka Accepted)

### 4.3 Perhitungan Tahanan Barge

Rumus yang digunakan adalah formula yang diberikan

Henschke (1978). Dalam formula tersebut tahanan tongkang dibagi menjadi dua komponen

1. Tahanan Air

2. Tahanan Angin

Tahanan Air :

$$W = f.s.V1.83 + P. Fx. V2 \quad (\text{kg})$$

Tahanan Angin :

$$W = 0,0041 \cdot (0,3A1 + A2) \cdot Va2 \quad (\text{lbs})$$

Dimana,

f = Konstanta Bahan

s = Luas Permukaan Basah  
(m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan Kapal (m/s)

$P$  = Konstanta bentuk tongkang  
 $F_x$  = Luas penampang midship (m<sup>2</sup>)  
 $A_1$  = Luas penampang melintang kapal diatas permukaan (ft<sup>2</sup>)  
 $A_2$  = Luas proyeksi transversal bangunan atas (ft<sup>2</sup>)  
 $V_a$  = Kecepatan relatif angin (ft/sec)

$L_{pp}$  = 133.52 m  
 $L_{wl}$  = 138.86 m  
 $B$  = 30.48 m  
 $T$  = 4.45 m  
 $H$  = 7.60 m  
 $f$  = 0.17 m Untuk bahan baja

$s$  = 5468.52m<sup>2</sup> Rumus Holtrop

$V$  = 6 knot  
 2.572 = 3.09 m/s

$P$  = 20 Untuk kapal dengan rake haluan/buritan bersudut 45o

$F_x$  = 231.794 m<sup>2</sup>  
 $A_1$  = 95.992 m<sup>2</sup>  
 1033.246 ft<sup>2</sup> 1 m<sup>2</sup> = 10.76391 ft<sup>2</sup>

$$A2 = 0.00 \text{ m}^2$$

$$0.00 \text{ ft}^2$$

$$Va = 8 \text{ knot}$$

$$4.1152 \text{ m/s}$$

$$13.50248 \text{ ft/sec} \quad 1 \text{ knot} = 1.68781 \text{ ft/sec}$$

#### Tahanan Air

$$W_{\text{water}} = f.s.V1.83 + P. Fx. V2$$

$$= 51,472.42 \text{ kg}$$

$$= 504.94 \text{ KN}$$

#### Tahanan Angin

$$W_{\text{wind}} = 0,0041 \cdot (0,3A1 + A2) \cdot Va^2$$

$$= 231.705233 \text{ lbs}$$

$$105.0817383 \text{ Kg} \quad ; 1 \text{ kg} = 2.205 \text{ lbs}$$

$$= 1.030851853 \text{ KN}$$

#### Tahanan Total Barge

$$W_{total} = W_{water} + W_{wind}$$

$$= 505.98 \text{ KN}$$

$$RT = W_{total} + \text{margin } 15\%$$

$$RT = 581.8716364 \text{ KN}$$

#### 4.4 Berat Baja

Table 6. perhitungan berat kapal

WEIGHT RECAPITULATION									
BERAT BAJA		masa jenis baja = 7.85 ton/m <sup>3</sup>							
no	item	luas dan panjang	Jumlah	ukuran diambil	web(mm)	face(mm)			berat
1	pelat geladak	4069.690 m <sup>2</sup>	1	8 mm					255.577 ton
2	pelat sekat memanjang	4069.690 m <sup>3</sup>	2	14 mm					894.518 ton
3	pelat alas	3255.752 m <sup>2</sup>	1	12 mm					306.692 ton
4	pelat sisi	811.802 m <sup>2</sup>	1	14 mm					89.217 ton
5	pelat sisi pada 0.1L	324.721 m <sup>2</sup>	1	11 mm					28.040 ton
6	pelat alas pada 0.1L	1017.422 m <sup>2</sup>	1	15 mm					119.801 ton
7	pembujur geladak	133.52 m	50	115.591 cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	83.851 ton
8	pelintang geladak	30.480 m	55	11.170 cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	21.056 ton
9	pembujur sisi	133.520 m	24	161.741 cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	40.248 ton
10	pembujur alas	106.816 m	50	173.386 cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	67.080 ton
11	pelintang sisi	7.600 m	110	137.604 cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	10.500 ton
12	pelintang alas	30.480 m	44	137.604 cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	16.844 ton
13	pelat sekat tubrukan	231.648 m <sup>2</sup>	1	9 mm					16.366 ton
14	pelat sekat melintang	231.648 m <sup>2</sup>	6	8 mm					87.285 ton
15	penegar sekat	7.600 m	349	575.234 cm <sup>3</sup>	100	6	50	6	18.739 ton
16	Deckhouse								112.453663 ton
<b>Total steel weight</b>									<b>= 2168.267 ton</b>

4.5 Perhitungan Peralatan dan Perlengkapan *Barge*  
 Table 7. perhitungan *equipment and outfitting*

EQUIPMENT & OUTFITTING WEIGHT CALCULATION				
[ ABS Rule of Building and Classing : Steel Barge 2014]				
part	chapter	section	item	
3	3	1	9. berat dan ukuran equipment	
			EN	= $\Delta^{2/3}+2(Ba+bh)+0.1A$
			$\Delta$	: moulded displacement
				= 16952.67 ton
			B	: lebar moulded
				: 30.48 m
			a	: freeboard
				: 2.14 m
			b	: lebar maksimum bangunan atas
				: 29.6 m
			h	: h1+h2+, (tinggi layer bangunan atas )
				: 7.2 m
			A	: luasan profil view diatas sarat
				: 420.499 m <sup>2</sup>
			EN	= 1258.601

Dari perhitungan diatas di dapatkan nilai EN yang akan digunakan untuk mencari nilai berat dari peralatan lainnya seperti jangkar, rantai jangkar dan sebagainya. Dengan menggunakan data yang tersedia pada klasifikasi ABS maka dapat ditemukan berat dari *equipment and outfitting* tersebut seperti pada gambar dibawah ini..



**TABLE 1**  
**Equipment for Barges with Ⓢ**


SI, MKS Units							
Equipment Number	Equipment Number*	Stockless Bower Anchors			Chain Cable Stud Link Bower Chain		
		Number	Mass per Anchor, kg	Length, m	Diameter		
					Normal- Strength Steel (Grade 1), mm	High- Strength Steel (Grade 2), mm	Extra High- Strength Steel (Grade 3), mm
UA1	30	2	80	165	11	—	—
UA2	40	2	100	192.5	11	—	—
UA3	50	2	120	192.5	12.5	—	—
UA4	60	2	140	192.5	12.5	—	—
UA5	70	2	160	220	14	12.5	—
UA6	80	2	180	220	14	12.5	—
UA7	90	2	210	220	16	14	—
UA8	100	2	240	220	16	14	—
UA9	110	2	270	247.5	17.5	16	—
UA10	120	2	300	247.5	17.5	16	—
UA11	130	2	340	275	18	17.5	—
UA12	140	2	390	275	19	17.5	—
U6	150	2	480	275	22	18	—
U7	175	2	570	302.5	24	20.5	—
U8	205	2	660	302.5	26	22	20.5
U9	240	2	780	330	28	24	22
U10	280	2	900	357.5	30	26	24
U11	320	2	1020	357.5	32	28	24
U12	360	2	1140	385	34	30	26
U13	400	2	1290	385	36	32	28
U14	450	2	1440	412.5	38	34	30
U15	500	2	1590	412.5	40	34	30
U16	550	2	1740	440	42	36	32
U17	600	2	1920	440	44	38	34
U18	660	2	2100	440	46	40	36
U19	720	2	2280	467.5	48	42	36
U20	780	2	2460	467.5	50	44	38
U21	840	2	2640	467.5	52	46	40
U22	910	2	2850	495	54	48	42
U23	980	2	3060	495	56	50	44
U24	1060	2	3300	495	58	50	46
U25	1140	2	3540	522.5	60	52	46
U26	1220	2	3780	522.5	62	54	48
U27	1300	2	4050	522.5	64	56	50
U28	1390	2	4320	550	66	58	50
U29	1480	2	4590	550	68	60	52
U30	1470	2	4890	580	70	62	54

TABLE V  
Towline and Hawsers

US Units						
Equipment Numerical	Equipment Number*	Towline Wire or Rope		Number	Hawsers	
		Length Fathoms	Breaking Strength Pounds		Length of Each Fathoms	Breaking Strength Pounds
UA1	30	—	—	—	—	—
UA2	40	—	—	—	—	—
UA3	50	98	22000	3	44	7650
UA4	60	98	22000	3	44	7650
UA5	70	98	22000	3	55	8300
UA6	80	98	22000	3	55	8300
UA7	90	98	22000	3	60	8750
UA8	100	98	22000	3	60	8750
UA9	110	98	22000	3	60	9900
UA10	120	98	22000	3	60	9900
UA11	130	98	22000	3	66	11000
UA12	140	98	22000	3	66	11000
U6	150	98	22000	3	66	12100
U7	175	98	25200	3	66	13300
U8	205	98	29000	4	66	14400
U9	240	98	33700	4	66	16000
U10	280	98	39100	4	77	17500
U11	320	98	46300	4	77	19300
U12	360	98	50300	4	77	20900
U13	400	98	56200	4	77	22700
U14	450	98	62500	4	77	24300
U15	500	104	68800	4	88	27600
U16	550	104	76000	4	88	29700
U17	600	104	83200	4	88	33000
U18	660	104	91300	4	88	35300
U19	720	104	99100	4	93	38700
U20	780	104	107700	4	93	41800
U21	840	104	116500	4	93	45200
U22	910	104	125700	4	93	48500
U23	980	109	135600	4	98	51700
U24	1060	109	145500	4	98	56200
U25	1140	109	155300	4	98	60700
U26	1220	109	166000	4	98	63800
U27	1300	109	176700	4	98	69500
U28	1390	109	187900	4	98	72800
U29	1480	109	199600	4	98	77800

gambar 23. gambar tabel E&O


**AY20L-ET**  
Generator Capacity  
~500kWe (max) / ~520kWe (nom)



**Specifications**

Model	AY20L-ET
Rated Output	500
Type	3-Phase Star/Bus
Voltage	480/575V
No. of Poles	4
Rated Power	500 (520)
Rated Output	500 (520)
Type	Vertical, Air-cooled, 4-stroke Diesel
No. of Cylinders	6
Rated Speed	1500 (1800)
Rated Power	400 (500)

**GEY22ALW**  
Generator Capacity  
~1250kWe



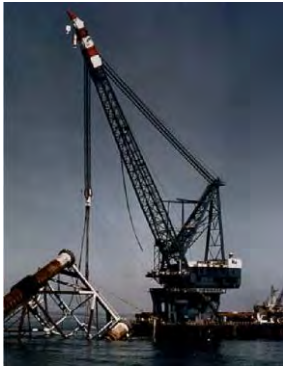
**Specifications**

Model	GEY22ALW
Rated Output	1250
Type	3-Phase Star/Bus
Voltage	480/575V
No. of Poles	4
Rated Power	1250 (1300)
Rated Output	1250 (1300)
Type	Vertical, Air-cooled, 4-stroke Diesel
No. of Cylinders	6
Rated Speed	1500 (1800)
Rated Power	1000 (1250)

Models	Output (kW)	Dimensions (mm)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
AY16L-DW	270	3112	1972	1285	1515	2530	640	800	1083	
AY16L-DW	303	3112	1972	1285	1515	2530	640	800	1083	
AY20L-ET	500	3345	1880	1445	1838	2650	1030	618	1085	
AY16ALW	300	4820	2151	1469	2235	3720	1070	915	2584	
GEY22ALW	1250	5647	3327	1782	2615	4130	1180	618	2607	
GEY24LW	1540	6774	3874	1832	3520	5270	1420	1250	3100	
GEY26LW	2450	8416	5290	2219	3669	6440	1420	1250	3150	
SH33L-DW	2540	7801	4177	2522	4111	6740	1740	1450	3936	
SH33L-DW	3030	6550	3975	2400	4000	7200	1740	1450	3835	

gambar 24. main generator maupun emergency generator pada kapal ini

AMCLYDE MODEL 60



**HOOK RATINGS**  
Main Hook 1100 M. Ton  
Auxiliary Hook 275 M. Ton  
Whip Hook 60 M. Ton

**CAPACITIES**  
Main Hook 1100 M. Ton to 28 M. Radius  
Auxiliary Hook 275 M. Ton to 55 M. Radius  
Whip Hook 60 M. Ton to 75 M. Radius

**SPEEDS**  
Main - No Load 8.0 Meters/Minute  
Auxiliary - No Load 20 Meters/Minute  
Whip - No Load 65 Meters/Minute  
Main - 1100 M. Ton Load 5.5 Meters/Minute  
Auxiliary - 275 M. Ton Load 15 Meters/Minute  
Whip - 60 M. Ton Load 65 Meters/Minute  
Boom - Horizontal to Min. Radius 15 Minutes  
Slewing - Full Load 0.4 RPM

**CRANE WEIGHTS**  
z Rotating Gear on Tub = 86 M. Tons  
z Counterweight = 971 M. Tons (By Erection Contractor)  
z Rotating Upper = 736 M. Tons  
z Boom = 214 M. Tons  
z Load Blocks = 44 M. Tons  
z Wire Rope = 70 M. Tons  
**TOTAL = 2121 M. Tons**

*gambar 25. derrick barge yang digunakan pada kapal ini*

Setelah dilakukan pencocokan pada gambar diatas maka didapatkan nilai E&O:

*Table 8. perhitungan berat E&O*

BERAT E&O									
no	item	jumlah		berat per satuan		total			
1	jangkar	2		4050	kg	8100	kg		
2	rantai jangkar	522.5	m	64	kg	33440	kg		
3	towline	200	m	9.21532256	kg	1843.064512	kg		
4	hawsers	180	m	3.78460217	kg	681.2283902	kg		
5	Crane	1		2451427	kg	2451427	kg		
6	Generator	4		18100	kg	72400	kg		
7	emergency generator	1		4750	kg	4750	kg		
		<b>Total E&amp;O weight</b>				2572641.293	kg	=	2572.641293 ton

#### 4.6 Perhitungan Titik Berat Barge

Perhitungan titik berat baja tongkang dilakukan dengan mencari titik berat masing-masing komponen. Untuk lebih jelasnya dalam tabel berikut:

Table 9. tabel perhitungan titik berat

<b>Center of Gravity Calculation</b>		
<i>Parametric Design Chapter 11</i>		
<b>TITIK BERAT BAJA</b>		
item	value	unit
Berat baja	2539.950	ton
KG	3.229	
LCG	5.48	% from midship
LCG	7.120	m from midship
LCG	59.64	m from FP
<b>TITIK BERAT E&amp;O</b>		
item	value	unit
berat E&O	2572.641	ton
KG	9.221	m
LCG	14.760	m dari FP
<b>TITIK BERAT PAYLOAD</b>		
berat payk	1100	ton
KG	9	m
LCG	63.73	m dari FP
<b>TITIK BERAT BERAT CONSUMABLE</b>		
berat cada	11457.20	ton
KG	2.78	m
LCG	42.98	m dari FP
<b>TITIK BERAT GABUNGAN</b>		
item	value	units
total berat	17669.79	ton
KG	4.170	m
LCG	42.558	m dari FP

Pada proses ini dilakukan perhitungan titik berat yang dilakukan secara manual menggunakan sketsa kapal yang telah dibuat sehingga di dapat titik berat seperti atas.

#### 4.7 Perhitungan Trim *Barge*

Trim adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *even keel* merupakan kondisi dimana sarat belakang TF dan sarat depan Ta adalah sama. Trim terbagi dua yaitu :

1. Trim haluan
2. Trim buritan

Perhitungan trim dengan rumus yang diambil dari *Parametric Design chapter 11 [Parsons]*:

Trim Calculation

Chapter 11 Parametric Design , Michael G. Parsons

Input Data :

LPP = 133.52 m  
B = 30.48 m  
T = 4.45 m  
CM = 1.00  
CB = 0.878  
CWP = 0.934604599  
 $\nabla$  = 16539.18915 m<sup>3</sup>  
KG = 4.16954663 m  
LCGLWT FP = 42.55780049 m  
LCB dari FP = 49.86 m

Perhitungan :

Sifat Hidrostatik

1. KB

$$KB/T = 0.9 - 0.3 \cdot CM - 0.1 \cdot CB$$

Parametric Ship Design hal. 11 - 18

$$= 0.512011$$

$$KB = 2.278790309 \text{ m}$$

## 2. BMT

$$CI = 0.1216 \cdot CWP - 0.041$$

Transverse Inertia Coefficient

Parametric Ship Design hal. 11 - 19

$$= 0.072647919$$

$$IT = CI \cdot LPP \cdot B^3$$

$$= 274672.0012 \text{ m}^4$$

$$BMT = IT / \nabla ; \text{jarak B dan M secara melintang}$$

$$= 16.60734385 \text{ m}$$

## 3. BML

$$CIL = 0.350 \cdot CWP2 - 0.405 \cdot CWP + 0.146$$

Longitudinal Inertia Coefficient

$$= 0.073205152$$

$$IL = CIL \cdot LPP^3 \cdot B$$

$$= 5311235.783 \text{ m}^4$$

$$BML = IL / \nabla ; \text{jarak B dan M secara melintang}$$

$$= 321.1303611 \text{ m}$$

$$4. GML = KB + BML - KG$$

$$= 319.2396048$$

$$5. \text{Trim} = \text{ ; Parametric Ship Design hal 11 - 27}$$

$$= -3.074 \text{ m}$$

Kondisi Trim

## Trim Haluan

### 6. Batasan Trim

$$\Delta (\text{LCG} - \text{LCB})$$

$$= -7.306199507 \text{ ---> Absolute } = 7.306199507$$

$$0.1 \cdot \text{LPP}$$

$$= 13.352$$

Kondisi Batasan Trim

Diterima

Dari perhitungan di atas, diketahui bahwa tongkang mengalami trim haluan sebesar - 3.074m , dan ini tidak melebihi 0.1% Lwl. Maka ukuran utama yang dihasilkan dari iterasi solver telah memenuhi kriteria trim.

### 4.8 Stabilitas

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan stabilitas kapal sesuai dengan batasan stabilitas menggunakan *software maxsurf* dengan *criteria IMO code intact stability*.

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	100.3534	Pass	+3084.51
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	146.4963	Pass	+2740.95
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	46.1429	Pass	+2584.44
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	4.794	Pass	+2297.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	26.4	Pass	+5.46
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	16.795	Pass	+11096.67

### 4.9 Perhitungan Biaya Pembangunan *Barge*

Perhitungan biaya pembangunan barge ini terdiri dari 3 rumus pendekatan yaitu perhitungan terhadap berat baja, berat permesianan, dan perhitungan terhadap berat perlengkapan kapal. Akan tetapi karena barge tidak menggunakan bagian permesinan maka hanya digunakan 2 rumus saja. Rumus pendekatan menggunakan rumus pendekatan dari (Watson, 1998).

## Building Cost Calculation

(Reference : Practical Ship Design, D.G.M. Watson)

Input :

### A. Biaya Pembangunan Kapal

Rekapitulasi Berat :

Input Data:

Berat Baja  $W_{st} = 2539.95$  Ton

Berat Perlengkapan  $W_{eo} = 2572.64$  Ton

Perhitungan :

#### 1) Structural Cost

$P_{st} = W_{st} \times C_{st}$

$C_{st} = 3,155.98$  \$/Ton

Maka,  $P_{st} = 8,016,030.23$  \$

Rp. 72,064,111,777

#### 2) Outfitting Cost

$P_{eo} = W_{eo} \times C_{eo}$

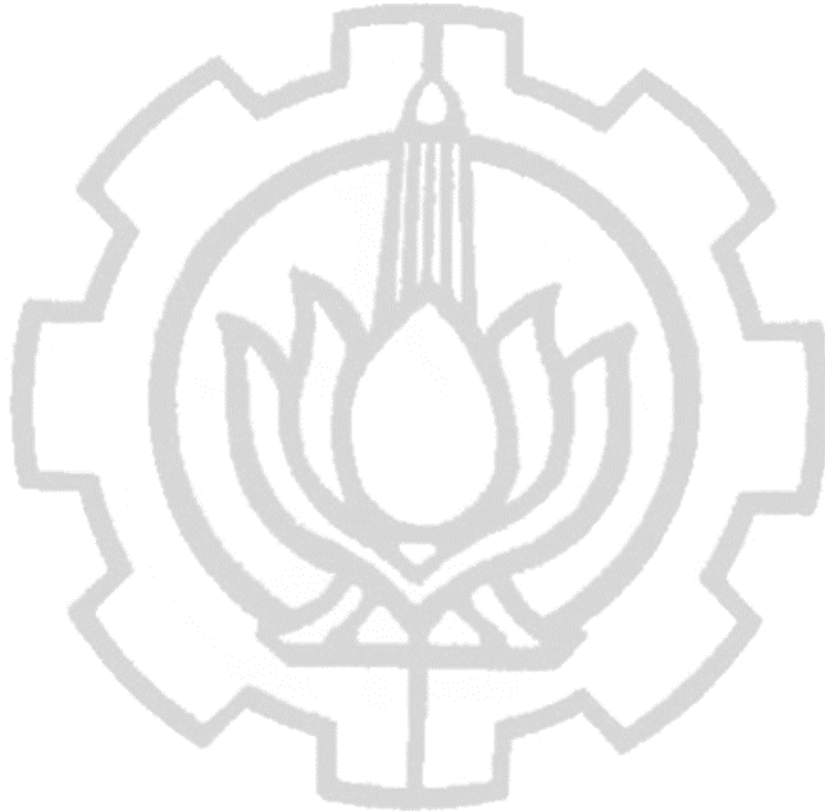
$W_{eo} = 11,676$  \$/Ton

Maka,  $P_{eo} = 30,038,248.03$  \$

Rp. 270,043,849,824.62

total 342,107,961,601.80





## **BAB 5 PEMBUATAN RENCANA GARIS DAN RENCANA UMUM *BARGE***

### 5.1 Pendahuluan

Dalam proses merancang sebuah kapal maka yang pertama dilakukan adalah pembuatan rencana garis. Dalam pembuatan rencana garis ini digunakan *software Maxsurf*. Caranya adalah dengan perpaduan antara *maxsurf* dengan *AutoCad*. Pada Program *Maxsurf* juga disediakan beberapa desain dasar kapal, seperti *Tanker Bow*, *series 60*, *ship 1*, *ship 2*, *ship 3* dan sebagainya. Dengan memanfaatkan desain dasar tersebut (berupa bagian bentuk kapal), maka bisa dibuat bagian kapal lainnya dengan menggunakan bentuk-bentuk dasar seperti model kapal yang dipilih.

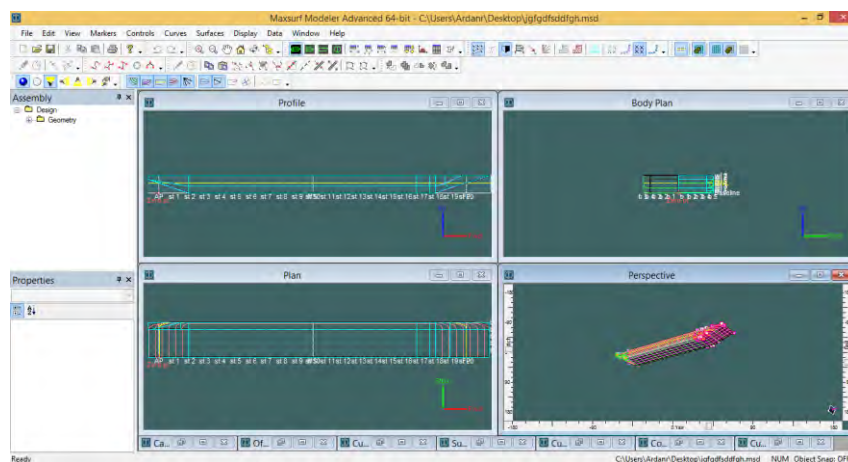
## 5.2 Rencana Garis *Barge*

Dalam proses desain *barge* ini, pembuatan rencana garis di *maxsurf* dilakukan dengan membuat *surface* baru. *Surface* tersebut diatur sedemikian rupa agar didapatkan bentuk kapal yang sesuai. Panjang, lebar, tinggi dan sarat disesuaikan dengan ukuran utama yang telah didapatkan dari proses *optimasi solver*.

Pembuatan rencana umum dilakukan sepenuhnya menggunakan *software Autocad*. Ukuran pembagian ruang dan sekat berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Mengenai peralatan dan perlengkapan berdasarkan ketentuan yang berlaku.

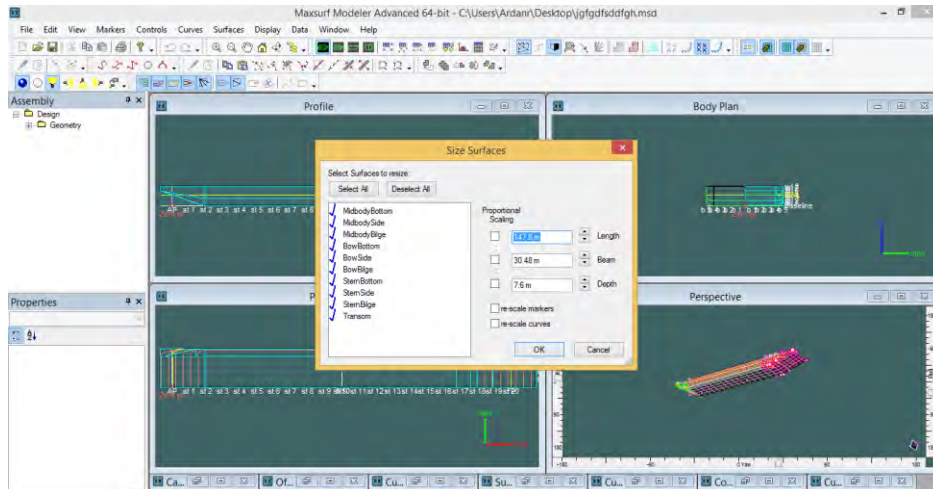
Pembuatan model tongkang di *maxsurf* cenderung lebih mudah, karena bentuk tongkang yang sederhana. Permasalahan yang agak rumit hanya ketika membuat bentuk haluan. Dalam *maxsurf* telah disediakan beberapa model *surface* yang dapat di *insert*.

Pembuatan model tongkang diawali dengan membuat bagian parallel middle body dan sebagian buritan. Plat sisi, plat alas dan plat bilga dibuat terlebih dahulu,



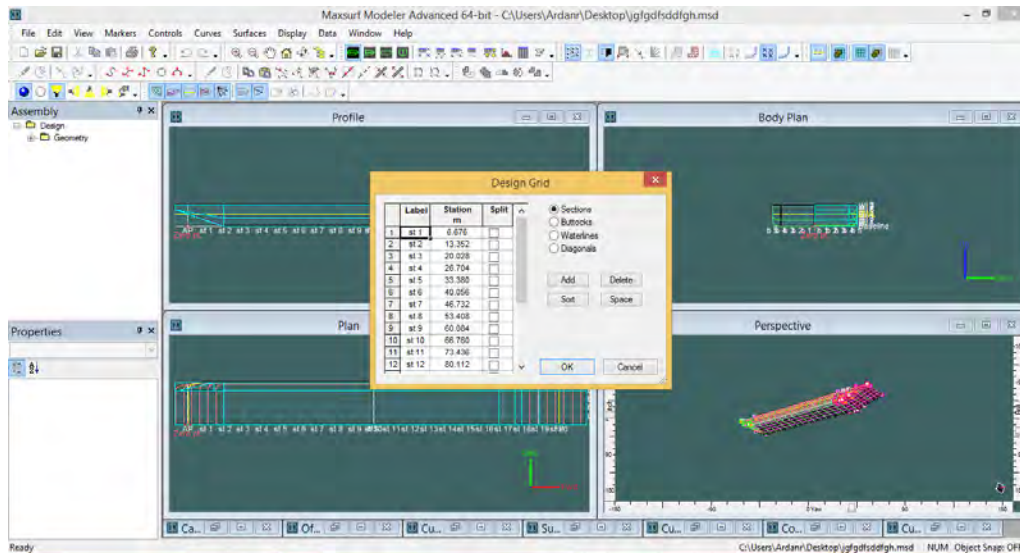
gambar 26. membuat design barge menggunakan *maxsurf*

Setelah model selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah menentukan panjang, lebar, dan tinggi dari model yang dibuat. Caranya yaitu dengan mengubah ukuran *surface* pada menu *surface > size surface* kemudian akan muncul kotak dialog sebagai berikut



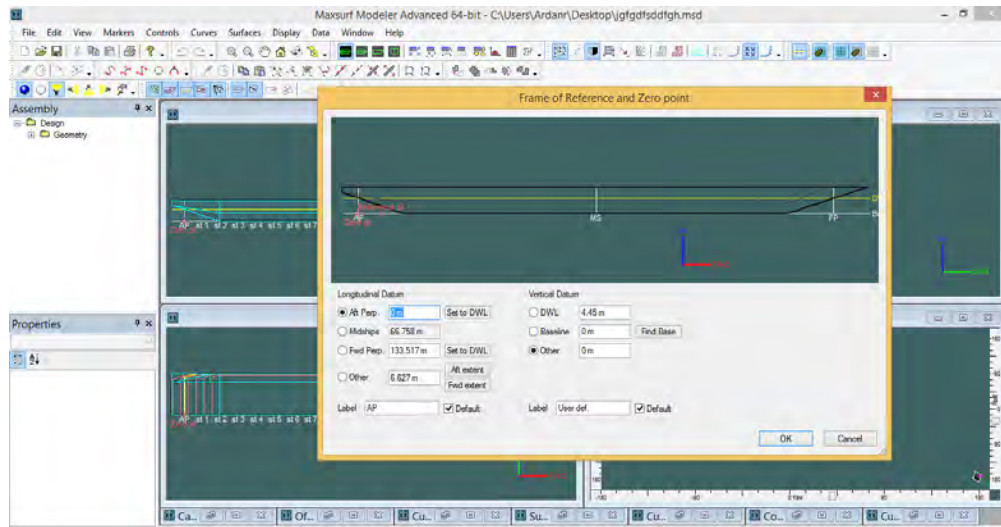
gambar 27. proses membuat kapal dengan menggunakan parameter yang telah didapatkan

Untuk panjang diisi dengan  $L_{oa}$ , agar ket  $L_{pp}$  dapat sesuai dengan perhitungan. lebar dan tinggi disamakan dengan hasil perhitungan. Sedangkan untuk mengatur jumlah dan letak dari station, *Buttock line* dan *Water line*, dengan mengakses *menu data > grid spacing* dan akan muncul kotak dialog sebagai berikut.



gambar 28. menentukan banyaknya station pada kapal

Setelah ukuran sesuai kemudian ditentukan sarat dari model ini. Untuk memasukkan nilai sarat kapal dilakukan dengan mengakses *menu data > frame of reference*. Pada menu ini akan tampak panjang Lwl kapal.



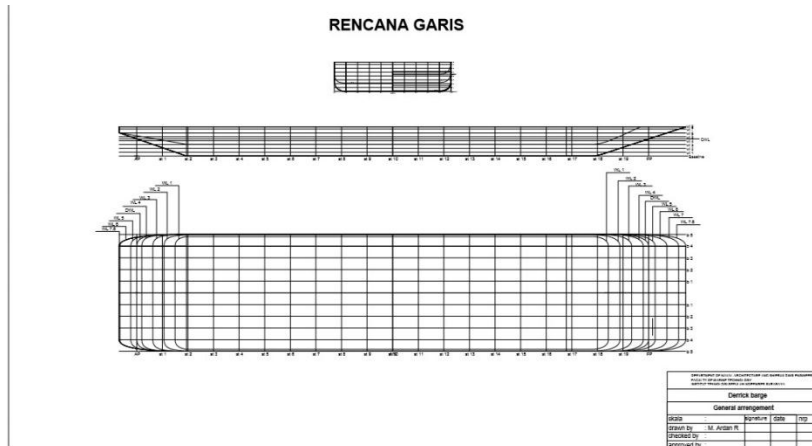
gambar 30. penyesuaian gambar dengan perhitungan melalui *frame of reference*

Setelah sarat kapal ditentukan selanjutnya dilakukan pengecekan nilai hidrostatis dari model yang dibuat, yaitu dengan mengakses *menu data > calculate hydrostatic*. Dari sini akan tampak data-data hidrostatis dari model. Jika data belum sesuai dengan perhitungan maka perlu dilakukan perubahan terhadap model. Namun ketika data hidrostatis telah sesuai maka model ini dapat langsung diexport ke format dxf untuk diperbaiki dengan *software Autocad*.

Dengan data yang diketahui bahwa ukuran model telah disesuaikan dengan perhitungan. Dari perhitungan displacement adalah 16952.67 Ton, sedangkan displacement dari *model maxsurf* adalah 16925 Ton. Selisih antara keduanya adalah 27.6 Ton (1%), ini masih dalam rentang batasan yaitu 1%. Maka secara umum model yang telah dibuat dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya.

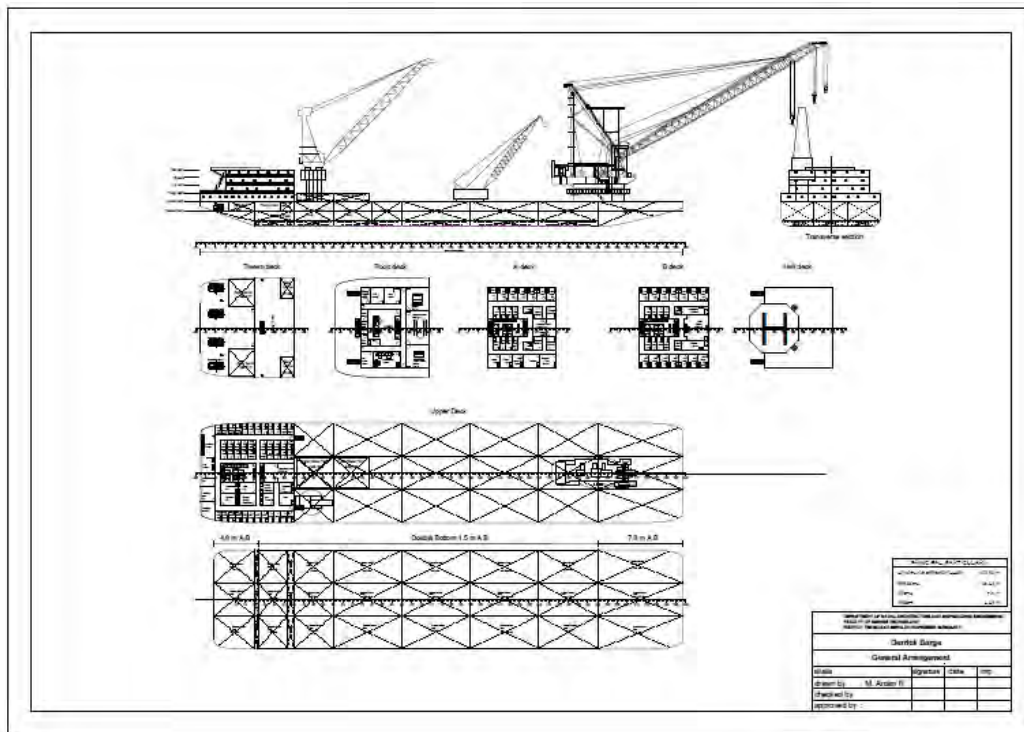
Untuk menyimpan rencana garis dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file > export > DXF and IGES*, atur skala 1:1, kemudian klik *ok* dan *save file* baru tersebut. Cara ini berlaku untuk semua pandangan dari model.

Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan* dan *halfbreadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabungkan ketiganya dalam satu *file dwg* yang merupakan *output* dari *software autocad*. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada rencana garis yang telah didapat. Berikut merupakan rencana garis dari tongkang yang dirancang.



*gambar 291. gambar lines plan*

## 5.2 Rencana Umum Derrick Barge



*gambar 30. general arrangement*

Pada pembuatan rencana umum *derrick barge* hal pertama yang dilakukan adalah menentukan jarak gading yang diambil sebesar 600 mm pada umumnya. Lalu menentukan sekat melintang yang ada dikapal ini yaitu sebanyak 7 buah sekat melintang.

Pada kapal *derrick barge* diperlukan perlengkapan khusus untuk memfasilitasi proses pekerjaan agar dapat diselesaikan dengan efisien. Berikut ada perlengkapan yang dibutuhkan oleh kapal *derrick barge* :

- **Crane**
  - *Pedestal crane*



Gambar 31. Pedestal mounted crane type PMC 6200-300

*Pedestal mounted crane type* PMC 6200-300 adalah sebuah substruktur pendukung yang di atasnya terdapat struktur atas yang dapat berputar dan menjulang tinggi dan berfungsi sebagai dasar untuk mendukung struktur yang ada di atasnya. Crane pedestal berfungsi untuk melayani logistik dan digunakan untuk membantu mengangkat beban yang memiliki berat sampai 300 ton yang harus dipindahkan atau dilakukan proses pengerjaan .

- *Deck crane*

*Deck crane* adalah *crane* yang biasanya dilengkapi dengan hoist, tali kawat (rantai). Dapat digunakan untuk mengangkat dan menurunkan bahan dan juga untuk memindahkan mereka horizontal. Type *deck crane* yang digunakan pada

kapal *derrick barge* ini adalah *manitowoc 999 crawler crane* yaitu crane dengan memiliki yang memiliki *crawler* yang dapat bergerak di atas kapal



Gambar 33. Deck Crane Manitowoc 999

yang memiliki fungsi sebagai pemindah material atau benda-benda yang tidak dapat dipindahkan oleh manusia dengan tangan kosong diatas pada saat pengerjaan dan lain-lain .

- *Derrick crane*

*Derrick crane* merupakan mesin pengangkat yang instalasi secara *fix* (tidak dapat bergerak maju-mundur, dll). *Derrick crane* biasanya panjang dan tinggi yang dapat memindahkan sebuah benda yang sangat berat dari suatu tempat ke tempat lain. *Crane* ini merupakan komponen utama yang memiliki fungsi untuk memindahkan *platform* / barang yang lebih berat yang biasa digunakan pada saat proses *Decommissioning*.



Gambar 34. AMCLYDE MODEL 60

- ***Communication & navigation***

Alat – alat komunikasi yang ada merupakan peralatan standar yang harus dimiliki setiap kapal karena bersangkutan dengan masalah keselamatan para pekerja yang ada di atas kapal. Peralatan komunikasi yang digunakan pada kapal jenis ini adalah :

- Communication: email / fax / phone / VSAT
- Radio: VHF, GMDSS, SSB, Inmarsat-C
- Radar: 1
- Gyro Compass: 1
- Echo Sounder: 2

- ***Safety***

Peralatan safety merupakan salah satu peraturan internasional yang harus dipatuhi oleh setiap pemilik kapal. Untuk kapal *derrick barge* peralatan *safety* yang digunakan tidak begitu berbeda dengan kapal yang lainnya hanya saja menyesuaikan dengan fungsi dan juga kapasitas manusia yang ada di atas kapal. Life bouy, life craft, rescue boat, man over boat, dan juga lainnya. Pada



kapal ini penulis menyamakan peralatan safety yang ada pada *derrick barge* 32. Yang disesuaikan dengan jumlah crew yang ada pada kapal ini.

- ✓ Life Raft: 12 @ 25 person
- ✓ Rescue Boat: 1
- ✓ MOB: 10

- ***Acomodation***

Accommodation harus sesuai dengan besarnya kapal dan jumlah manusia yang ada diatas kapal dan pada kapal *derrick barge* ini ruang akomodasinya sebagai berikut:

- ✓ *Berths : 137*
- ✓ *clinic*
- ✓ *other facilities :galley, crew mess room, officer mess room laundry, recreation room, meeting room, pray room, internet room, customer office, library, hospital*

- ***Power***

*Powering* yang digunakan pada kapal hanya berupa genset karena pada kapal ini tidak menggunakan mesin penggerak maka hanya ada genset yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dan lainnya. Kebutuhan genset yang digunakan pada kapal ini mengacu pada kapal *derrick barge* 32 (yang sudah dilampirkan). Adapun genset yang digunakan adalah *diesel engine generator set* Yanmar dengan kapasitas sebagai berikut:

- ✓ AY20L – ET 500 kw @ 1 buah
- ✓ 6EY22ALW 1250 kw @4 buah



## **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

### 6.1 Pendahuluan

Pada Bab 6 ini berisi beberapa hal meliputi hasil kesimpulan dan seluruh proses perancangan *derrick barge* yang telah dilakukan dan dibahas pada bab sebelumnya serta berisikan saran akan penelitian Tugas Akhir selanjutnya.

## 6.2 Kesimpulan

*Payload* yang dihasilkan dari tugas akhir ini adalah luasan *deck* sebesar 1971.92 m<sup>2</sup>. Dari hasil optimasi kapal yang telah dilakukan maka didapatkan ukuran kapal

Lpp = 133.52 meter

B = 30.48 meter

H = 4.45 meter

T = 7.6 meter

Dari ukuran utama diatas telah diperoleh *lines plan* dan rancangan umum yang telah memenuhi persyaratan teknis (gambar *lines plan* dan *general arrangement* terlampir).

Dalam Tugas Akhir ini telah dihitung total biaya pembangunan *derrick barge* adalah sebesar \$ 38.054.278 atau Rp. 342.107.961.601,80.

## 6.3 Saran

Dari penelitian ini dapat dilanjutkan dengan perhitungan konstruksi yang lebih rinci terutama pada bagian *derrick crane* diletakkan.

Perhitungan biaya pembangunan secara rill dan terperinci dibutuhkan karena perhitungan pada proses ini hanya menggunakan perhitungan terhadap material dengan rumus pendekatan dimana tidak meliputi perhitungan harga jasa.

## Kesimpulan

*Payload* yang dihasilkan dari tugas akhir ini adalah luasan *deck* sebesar 1971.92 m<sup>2</sup>. Dari hasil optimasi kapal yang telah dilakukan maka didapatkan ukuran kapal

Lpp = 133.52 meter

B = 30.48 meter

H = 4.45 meter

T = 7.6 meter

Dari ukuran utama diatas telah diperoleh *lines plan* dan rancangan umum yang telah memenuhi persyaratan teknis (gambar *lines plan* dan *general arrangement* terlampir).

Dalam Tugas Akhir ini telah dihitung total biaya pembangunan *derrick barge* adalah sebesar \$ 38.054.278 atau Rp. 342.107.961.601,80.

## McDERMOTT DERROCK BARGE 32



Official Flag: Panama

Built/Year: Singapore - 2010

Class: ABS + A1, Barge

### HULL Dimensions:

LOA: 139 m

Beam: 37 m

Depth: 9 m

Operating Draft: 5 m

### TOWING

Anchor: 1 to meet regulatory body approval

Anchor System: 10 @ 9,979 kg anchor; 2 in wire

### COMMUNICATION & NAVIGATION

Communication: email / fax / phone / VSAT

Radio: VHF, GMDSS, SSB

Radar: 1

Gyro Compass: 1

Echo Sounder: 2

### ACCOMMODATION

Berths (air conditioned & heated): 292

Medical: clinic with two beds

Other Facilities: galley, mess room, laundry, movie room, conference room, exercise room, internet café, customer offices

### POWER

Generator: 4 @ 1,285 kW

Emergency Generator: 1 @ 600 kW

Speed: 6 kts

### SAFETY

Life Raft: 24 @ 25 person

Rescue Boat: 1

MOB: 18

Safety System: meets flag and regulatory body requirements

### CRANES

Pedestal Crane: AmClyde Model 35000

Boom Length Main: 51.8-m

Main Hook Capacity Fixed: 62.6 MT

Deck Crane: 1 Manitowoc 999 crawler crane; 61-m boom

Derrick Crane: AmClyde Model 50

Main Block: 1,500 MT@ 40-m radius

Aux. Block: 600 MT@ 65-m radius

Whip Block: 270 MT@ 75-m radius

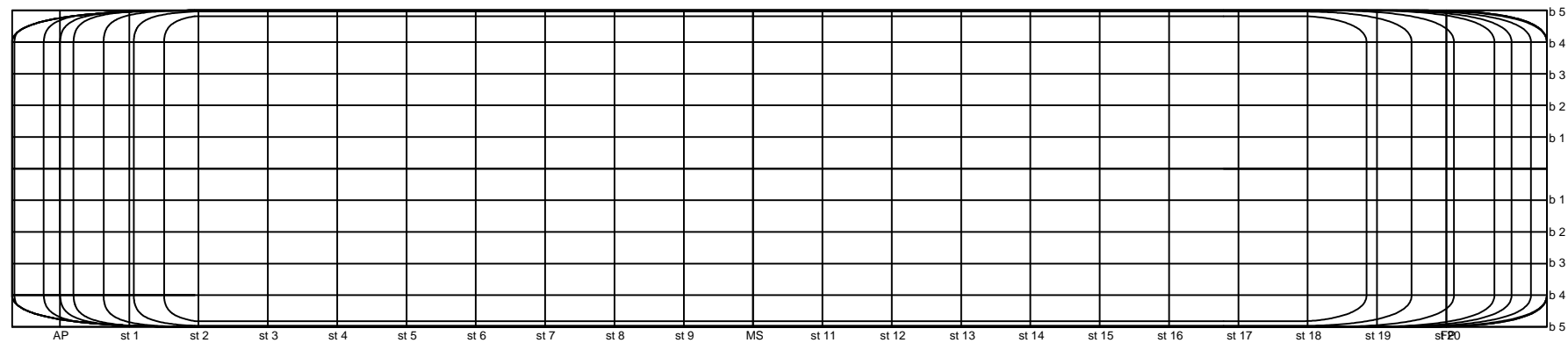
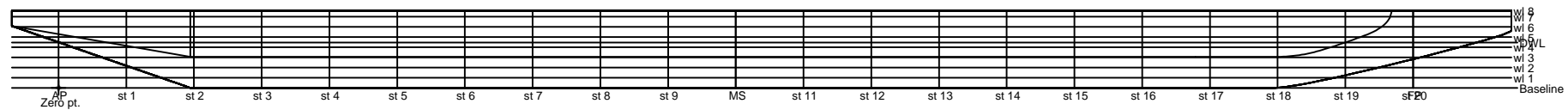
### TANKS

Fuel: 3,512,630 L

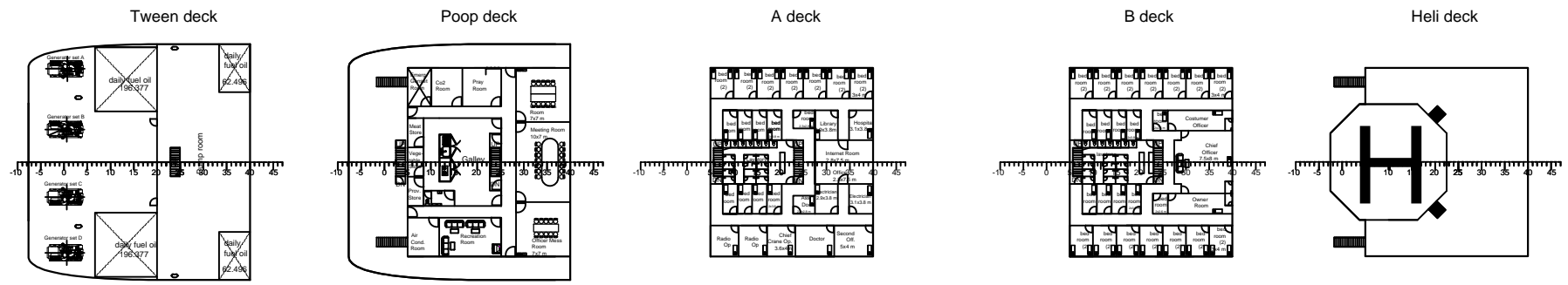
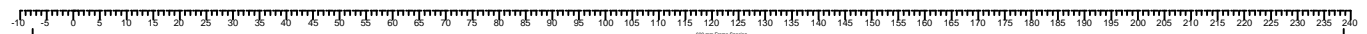
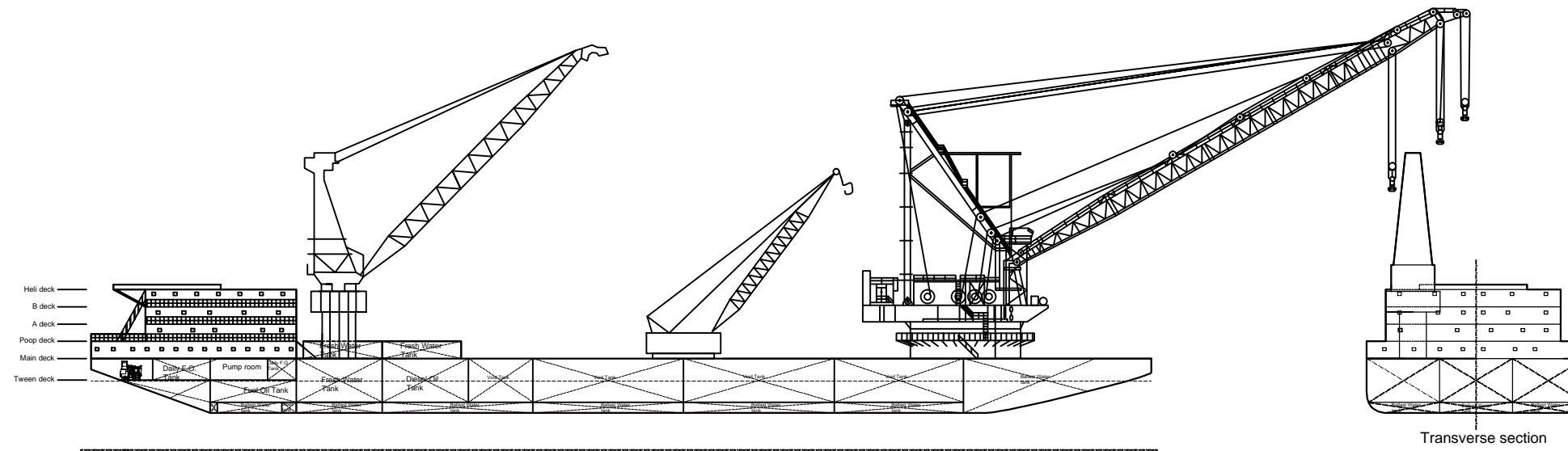
Ballast Water: 13,323,990 L

Fresh Water: 1,965,970 L

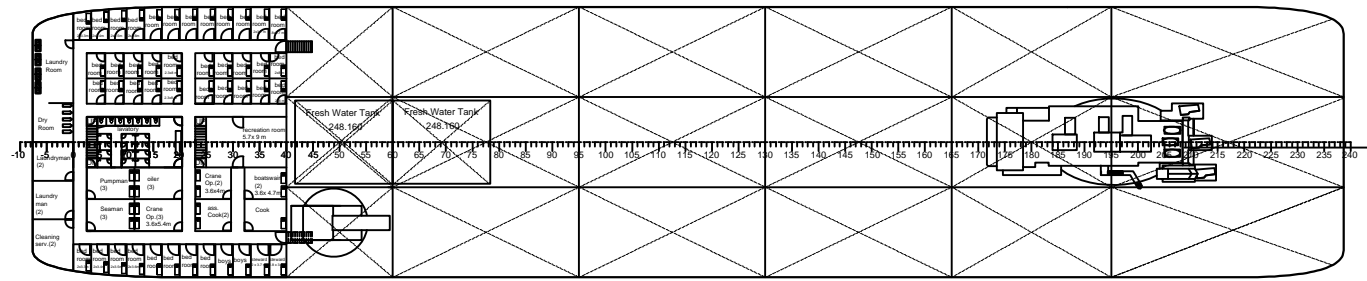
Lube Oil: 5,621 L



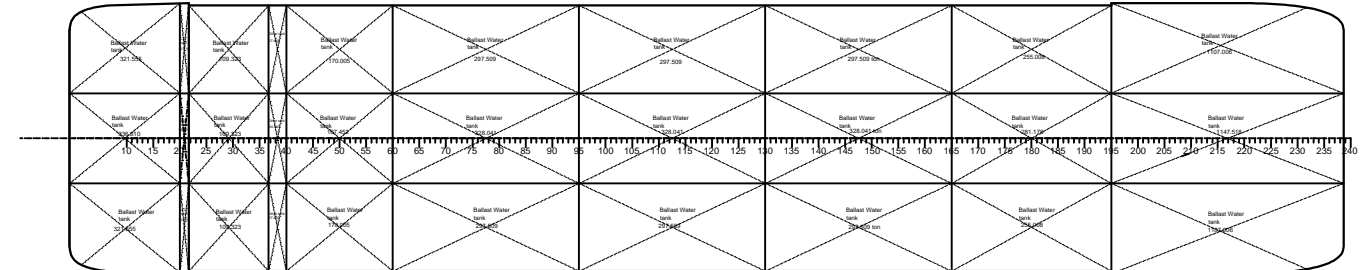
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA			
<b>Derrick barge</b>			
<b>General arangement</b>			
skala :	signature	date	nrp
drawn by : M. Ardan R			
checked by :			
approved by :			



Upper Deck



4.6 m A.B      Double Bottom 1.5 m A.B      7.6 m A.B



PRINCIPAL PARTICULARS	
LENGTH OF PERPENDICULAR	133.52 M
BREADTH	30.48 M
DEPTH	7.6 M
DRAFT	4.45 M

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING  
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Derrick Barge			
General Arrangement			
skala :	signature	date	nrp
drawn by : M. Ardan R			
checked by :			
approved by :			

## Data Kapal Pemanding

### Data Kapal Pemanding

No.	Nama Kapal	LPP (m)	B (m)	H (m)	T (m)	L/B	B/T	T/H	Classification
1	DB 32	133.520	37.000	9.000	5.000	3.609	7.400	0.556	ABS
2	ARAPAHO DERRICK BARGE	106.680	30.480	7.620	4.880	3.500	6.246	0.640	ABS
3	TETRA HEDRON DERRICK BARGE	120.000	36.000	9.600	6.000	3.333	6.000	0.625	ABS
4	DB SWING THOMPSON	120.000	36.000	7.600	2.600	3.333	13.846	0.342	IBS
5	DB WILLIAM KALLOP	113.000	42.000	8.000	3.600	2.690	11.667	0.450	IBS
6	TIMAS 01	121.900	32.300	8.700	5.500	3.774	5.873	0.632	ABS
<b>MIN</b>		<b>106.68</b>	<b>30.48</b>	<b>7.6</b>	<b>2.6</b>	<b>2.6905</b>	<b>5.8727</b>	<b>0.3421</b>	
<b>MAX</b>		<b>133.52</b>	<b>42</b>	<b>9.6</b>	<b>6</b>	<b>3.774</b>	<b>13.846</b>	<b>0.6404</b>	



## PROSES OPTIMASI PERENCANAAN BARGE

### CHANGING VARIABLE

	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Ukuran	Panjang	m	L	106.68	133.52	133.52	ACCEPTED
	Lebar	m	B	30.48	30.48	42.00	ACCEPTED
	Tinggi	m	H	7.60	7.60	9.60	ACCEPTED
	Sarat	m	T	2.60	4.45	6.00	ACCEPTED

### CONSTRAINT

Syarat Teknis	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Stabilitas	MG pada sudut oleng 0	m	$MG_0$	0.15	19.59		ACCEPTED
	Lengan statis pada sudu	m	$LS_{30}$	0.2	7.75		ACCEPTED
	Sudut kemiringan pada	deg	$LS_{maks}$	25	46.33		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada 30	m.rad	$Ld_{30}$	0.055	3.131		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada 40	m.rad	$Ld_{40}$	0.09	4.978		ACCEPTED
	Luas Kurva GZ antara 30	m.rad		0.03	1.85		ACCEPTED
Freeboard	Fs	m	F		1.68	3.15	ACCEPTED
Displacement	Koreksi displacement	%		1.00%	1.6%	5.00%	ACCEPTED
Trim	Selisih Trim	%			7.31	13.35	ACCEPTED
Rasio			L/B	3	4.38	10	ACCEPTED
			B/T	2	6.85	10	ACCEPTED
			L/T	10	30.00	30	ACCEPTED

### OBJECTIVE FUNCTION

	Item	Unit	Symbol	Value
	Hull Cost	\$		8,016,030
	E & O Cost	\$		30,038,248
	Total Cost	\$		38,054,278

<---- Target Cell

Ukuran Utama		
Item	Value	Unit
L	133.52	m
Lwl	138.8608	m
B	30.48	m
H	7.60	m
T	4.45	m
v	6	knot
	3.0864	m,s
Fn	0.085279	
Cb	0.878	
Cm	1.00	
Cwp	0.934605	
LCB	49.864	m
LCB%	5.482628	
Volume displ	16539.19	m <sup>3</sup>
berat displ	16952.67	ton

## PERHITUNGAN TAHANAN BARGE

Rumus yang digunakan adalah formula yang diberikan

Henschke (1978). Dalam formula tersebut tahanan tongkang dibagi menjadi dua komponen :

1. Tahanan Air
2. Tahanan Angin

### Tahanan Air :

$$W = f.s.V^{1.83} + P.F_x.V^2 \quad (\text{kg})$$

### Tahanan Angin :

$$W = 0,0041 \cdot (0,3A_1 + A_2) \cdot V_a^2 \quad (\text{lbs})$$

Dimana,

f =	Konstanta Bahan	
s =	Luas Permukaan Basah	(m <sup>2</sup> )
V =	Kecepatan Kapal	(m/s)
P =	Konstanta bentuk tongkang	
F <sub>x</sub> =	Luas penampang midship	(m <sup>2</sup> )
A <sub>1</sub> =	Luas penampang melintang kapal diatas permukaan	(ft <sup>2</sup> )
A <sub>2</sub> =	Luas proyeksi transversal bangunan atas	(ft <sup>2</sup> )
V <sub>a</sub> =	Kecepatan relatif angin	(ft/sec)

L <sub>pp</sub> =	133.52 m	
L <sub>wl</sub> =	138.86 m	
B =	30.48 m	
T =	4.45 m	
H =	7.60 m	
f =	0.17 m	Untuk bahan baja
s =	5468.52 m <sup>2</sup>	Rumus Holtrop
V =	6 knot	
=	3.09 m/s	
P =	20	Untuk kapal dengan rake haluan/buritan bersudut 45°
F <sub>x</sub> =	231.794 m <sup>2</sup>	
A <sub>1</sub> =	95.992 m <sup>2</sup>	
	1033.246 ft <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup> = 10.7639 ft <sup>2</sup>
A <sub>2</sub> =	0.00 m <sup>2</sup>	
	0.00 ft <sup>2</sup>	
V <sub>a</sub> =	8 knot	
	4.1152 m/s	
	13.50248 ft/sec	1 knot = 1.68781 ft/sec

### Tahanan Air

$$\begin{aligned} W_{\text{water}} &= f.s.V^{1.83} + P.F_x.V^2 \\ &= 51,472.42 \text{ kg} \\ &= 504.94 \text{ KN} \end{aligned}$$

### Tahanan Angin

$$\begin{aligned} W_{\text{wind}} &= 0,0041 \cdot (0,3A_1 + A_2) \cdot V_a^2 \\ &= 231.70523 \text{ lbs} \\ &= 105.08174 \text{ Kg} \quad ; 1 \text{ kg} = 2.205 \text{ lbs} \\ &= 1.0308519 \text{ KN} \end{aligned}$$

### Tahanan Total Barge

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_{\text{water}} + W_{\text{wind}} \\ &= 505.98 \text{ KN} \\ \text{RT} &= W_{\text{total}} + \text{margin } 15\% \\ \text{RT} &= 581.87164 \text{ KN} \end{aligned}$$

## Freeboard Calculation

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

### Input Data :

$$\begin{aligned} L &= 133.52 \text{ m} && 8.9013333 \\ B &= 30.48 \text{ m} \\ D &= 7.60 \text{ m} && S = I_{\text{poop}} + I_{\text{FC}} \\ d_1 &= 85\% \text{ Moulded Depth} && = 0.00 \text{ m} \\ &= 6.46 \text{ m} \\ C_B &= 0.878 \\ \text{Tipe kapal} &= \text{Type B} \end{aligned}$$

### Perhitungan :

#### • Freeboard Standard

$$F_b = 1959.00 \text{ mm}$$

Regulation 28 Table 28.1

#### • Koreksi

##### 1. Koreksi untuk Kapal dibawah 100 m

Regulation 29 Correction for depth

Kapal Tongkang tidak memiliki bangunan atas, maka tidak ada koreksi

$$F_{b1} = 0$$

##### 2. Koreksi C<sub>b</sub>

Regulation 30 Correction for C<sub>b</sub>

Jika melebihi C<sub>b</sub> . 0.68

$$\begin{aligned} F_{b2} &= [(C_b + 0.68)/1.36] \\ &= 1.15 \text{ mm} \end{aligned}$$

##### 3. Koreksi Depth (D)

Regulation 31 Correction for depth

Untuk kapal dengan harga  $D > L/15$  maka dikoreksi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} F_{b3} &= R(D-L/15) \text{ [mm]} \\ R &= 250 \text{ (untuk } L > 120\text{m)} \\ &= 250.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= 7.600 \text{ mm} \\ L/15 &= 8.901333333 \\ F_{b3} &= -325.33 \text{ mm} \end{aligned}$$

##### 4. Koreksi Sheer

Regulation 38 Correction for Sheer

Kapal tongkang tidak menggunakan sheer, maka :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Sheer di FP} &= 0.00 \text{ m} \quad (S_f) \\ \text{Tinggi Sheer di AP} &= 0.00 \text{ m} \quad (S_a) \end{aligned}$$

koreksi kelengkungan =

$$\begin{aligned} A &= 1/6 [2.5 (L+30) - 100(S_f-S_a)] \times [0.75 - S/2L] \\ A &= 50.1 \text{ mm} \\ B &= 0.125 \times L \\ B &= 16.69 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka, koreksi LMK yang digunakan adalah

$$A = 50.10 \text{ mm}$$

#### • Minimum Bow height

Kapal Tongkang tidak menggunakan bow, maka

Regulation 39 Req. bow height

$$F_{b6} = 0 \text{ mm}$$

#### • Batasan Freeboard

##### Actual Freeboard

$$\begin{aligned} F_{ba} &= H-T \\ &= 3.1493 \text{ m} \end{aligned}$$

##### Total Calculation Freeboard

$$\begin{aligned} F_b &= 1684.91 \text{ mm} \\ F_b &= 1.6849 \text{ m} \end{aligned}$$

Kondisi  $(F_{ba} - F_b) =$  Accepted (karena  $F_{ba} > F_b$  maka Accepted)

## Crew and Consumable

*[ Refers to McDermott Derrick Barge 32]*

### DB Crew and Luggage Weights

( Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-25 )

Deck department	Jumlah	Service Department	Jumlah	Engineer Department	Jumlah
Chief Officer	1	Chief Cook	1	Chief Engineer	1
Second Officer	1	Ass. Cook	2	Electrician	2
Radio Operator	1	Steward	2	Pumpman	3
Doctor	1	Boys	2	Oiler	2
Crane Operator	6	laundryman	2		
Boatswain	2	cleaning service	2		
Seaman	2				
ass. Doc	1				
<b>Total</b>	<b>15</b>		<b>11</b>		<b>8</b>
<b>Grand Total</b>			<b>34</b>		

$$W_{C\&E} = 0.17 \text{ ton/person}$$

$$W_{C\&E} = 5.780 \text{ ton}$$

#### Fuel Oil

*[ Refers to McDermott Derrick Barge 32]*

weight 100% full (ton)

1438.328

#### Lube Oil

*[ Refers to McDermott Derrick Barge 32]*

weight 100% full (ton)

5.157

#### Ballast Water

*[ Refers to McDermott Derrick Barge 32]*

weight 100% full (ton)

5113.808

#### Fresh Water

*[ Refers to McDermott Derrick Barge 32]*

weight 100% full (ton)

2676.58

#### Diesel Oil

*[ Refers to McDermott Derrick Barge 32]*

weight 100% full (ton)

2142.706

#### Other Capacity

*[ Refers to McDermott Derrick Barge 32]*

weight 100% full (ton)

77.0474

**Total      11453.63**

## EQUIPMENT & OUTFITTING WEIGHT CALCULATION

[ ABS Rule of Building and Classing : Steel Barge 2014 ]

part	chapter	section	item
3	3	1	9. berat dan ukuran equipment
			EN = $\Delta^{2/3} + 2(Ba + bh) + 0.1A$
			$\Delta$ : moulded displacement
			= 16952.67 ton
			B : lebar moulded
			: 30.48 m
			a : freeboard
			: 1.68 m
			b : lebar maksimum bangunan atas
			: 29.6 m
			h : h1+h2+, (tinggi layer bangunan atas )
			: 7.2 m
			A : luasan profil view diatas sarat
			: 420.499 m <sup>2</sup>
			EN = 1230.923

**ABS Table for Barge Equipment (ABS Rule of Building and Classing - Steel Barge 2014)**

**TABLE 1  
Equipment for Barges with (E)**

SI, MKS Units		Stockless Bower Anchors			Chain Cable Stud Link Bower Chain		
Equipment Numeral	Equipment Number*	Number	Mass per Anchor, kg	Length, m	Diameter		
					Normal- Strength Steel (Grade 1), mm	High- Strength Steel (Grade 2), mm	Extra High- Strength Steel (Grade 3), mm
UA1	30	2	80	165	11	—	—
UA2	40	2	100	192.5	11	—	—
UA3	50	2	120	192.5	12.5	—	—
UA4	60	2	140	192.5	12.5	—	—
UA5	70	2	160	220	14	12.5	—
UA6	80	2	180	220	14	12.5	—
UA7	90	2	210	220	16	14	—
UA8	100	2	240	220	16	14	—
UA9	110	2	270	247.5	17.5	16	—
UA10	120	2	300	247.5	17.5	16	—
UA11	130	2	340	275	19	17.5	—
UA12	140	2	390	275	19	17.5	—
U6	150	2	480	275	21	19	—
U7	175	2	570	302.5	24	20.5	—
U8	205	2	660	302.5	26	22	20.5
U9	240	2	780	330	28	24	22
U10	280	2	900	357.5	30	26	24
U11	320	2	1020	357.5	32	28	24
U12	360	2	1140	385	34	30	26
U13	400	2	1290	385	36	32	28
U14	450	2	1440	412.5	38	34	30
U15	500	2	1590	412.5	40	34	30
U16	550	2	1740	440	42	36	32
U17	600	2	1920	440	44	38	34
U18	660	2	2100	440	46	40	36
U19	720	2	2280	467.5	48	42	36
U20	780	2	2460	467.5	50	44	38
U21	840	2	2640	467.5	52	46	40
U22	910	2	2820	495	54	48	42
U23	980	2	3060	495	56	50	44
U24	1060	2	3300	495	58	50	46
U25	1140	2	3540	522.5	60	52	46
U26	1220	2	3780	522.5	62	54	48
U27	1300	2	4050	522.5	64	56	50
U28	1390	2	4320	550	66	58	50
U29	1480	2	4590	550	68	60	52
U30	1570	2	4860	550	70	62	54

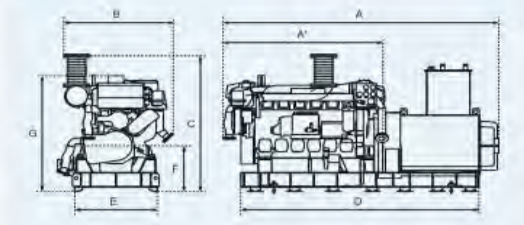
**TABLE 2  
Towline and Hawsers**

US Units		Towline Wire or Rope		Hawsers		
Equipment Numeral	Equipment Number*	Length, Fathoms	Breaking Strength, Pounds	Number	Length of Each Fathoms	Breaking Strength, Pounds
UA2	40	—	—	—	—	—
UA3	50	98	22000	3	44	7650
UA4	60	98	22000	3	44	7650
UA5	70	98	22000	3	55	8300
UA6	80	98	22000	3	55	8300
UA7	90	98	22000	3	60	8750
UA8	100	98	22000	3	60	8750
UA9	110	98	22000	3	60	9900
UA10	120	98	22000	3	60	9900
UA11	130	98	22000	3	66	11000
UA12	140	98	22000	3	66	11000
U6	150	98	22000	3	66	12100
U7	175	98	25200	3	66	13300
U8	205	98	29000	4	66	14400
U9	240	98	33700	4	66	16000
U10	280	98	39100	4	77	17500
U11	320	98	46300	4	77	19300
U12	360	98	50300	4	77	20900
U13	400	98	56200	4	77	22700
U14	450	98	62500	4	77	24300
U15	500	104	68800	4	88	27600
U16	550	104	76000	4	88	29700
U17	600	104	83200	4	88	33000
U18	660	104	91300	4	88	35300
U19	720	104	99100	4	93	38700
U20	780	104	107700	4	93	41800
U21	840	104	116500	4	93	45200
U22	910	104	125700	4	93	48500
U23	980	109	135600	4	98	51700
U24	1060	109	145500	4	98	56200
U25	1140	109	155300	4	98	60700
U26	1220	109	166000	4	98	63800
U27	1300	109	176700	4	98	69500
U28	1390	109	187900	4	98	72800
U29	1480	130	199600	4	104	77800

**Diesel Engine Generator Set**  
**AY20L-ET**  
 Generator Capacity  
 ~500kWe(50Hz) / ~520kWe(60Hz)



**Dimensions**



G: Minimum Height for Removing Piston (Not included the dimension for bolt fitting to piston removal.)

Depending on the specifications or options that have been chosen, your model may differ slightly from the one in the photograph and outline.

**Specifications**

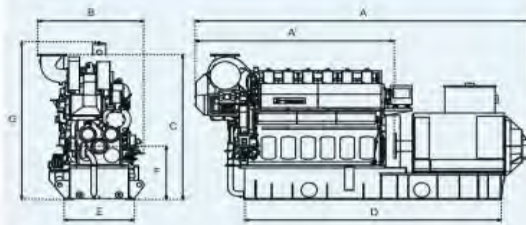
Model	AY20L-ET	
Frequency	50Hz	60Hz
Generator	500	520
Rated Output	3-Phase Brushless	
Type	200-6600	
Voltage	V	
No. of Poles	4	
Power Factor	80 (Lagging)	
Diesel Engine	544 (730)	565 (768)
Rated Output	Vertical, Water-cooled, 4-Stroke Diesel	
Type	6	
No. of Cylinders	156 X 180	
Bore X Stroke	1500	
Rated Speed	4750	
Total Weight (Gen.Set)	1800	

\* The rated output is based on the "Three Phase" rating. The rated output of generator is based on the value of generator efficiency at 0.8 PF.  
 - The dry weight value is for reference only. The value can vary depending on the generator manufacturer, equipment specifications, accessories, etc.  
 \* Specifications are subject to change without notice for improvement of equipment.

**Diesel Engine Generator Set**  
**6EY22ALW**  
 Generator Capacity  
 ~1250kWe



**Dimensions**



G: Minimum Height for Removing Piston

Depending on the specifications or options that have been chosen, your model may differ slightly from the one in the photograph and outline.

**Specifications**

Model	6EY22ALW	
Frequency	50Hz	60Hz
Generator	1250	
Rated Output	3-Phase Brushless	
Type	200-6600	
Voltage	V	
No. of Poles	4	
Power Factor	80 (Lagging)	
Diesel Engine	1370 (1863)	
Rated Output	Vertical, Water-cooled, 4-Stroke Diesel	
Type	6	
No. of Cylinders	220 X 320	
Bore X Stroke	1000	
Rated Speed	18100	
Total Weight (Gen.Set)	18100	

\* The rated output is based on the "Three Phase" rating. The rated output of generator is based on the value of generator efficiency at 0.8 PF.  
 - The dry weight value is for reference only. The value can vary depending on the generator manufacturer, equipment specifications, accessories, etc.  
 \* Specifications are subject to change without notice for improvement of equipment.

Models	Output ( kW )							Dimensions ( mm )							
	720	750	900	1000	1200	1500	1800	A	A'	B	C	D	E	F	G
BNY16L-SW				270				3112	1972	1265	1813	2530	940	300	1893
BNY16L-UW					353			3137	1972	1265	1813	2530	940	300	1893
AY20L-ET						544	565	3040	1800	1445	1836	2600	1030	619	1585
6EY18ALW				800				4680	2751	1499	2255	3720	1070	915	2594
6EY22ALW				1370				5647	3337	1782	2675	4510	1160	965	2907
6EY26LW	1640							6774	3974	1632	3520	5270	1420	1250	3150
6EY26LW	2400							8418	5290	2015	3655	6940	1420	1250	3150
6N330L-SW	2648							7851	4817	2622	4111	6740	1740	1450	3835
6N330L-SW	3530							9550	5975	2480	4000	7600	1740	1450	3835

The dimensions for the diesel engine generator sets are simple reference values. The values may differ for different generator manufacturers.

**AMCLYDE MODEL 60**



**HOOK RATINGS**

- Main Hook 1100 M. Ton
- Auxiliary Hook 275 M. Ton
- Whip Hook 60 M. Ton

**CAPACITIES**

- Main Hook 1100 M. Ton to 28 M . Radius
- Auxiliary Hook 275 M. Ton to 55 M. Radius
- Whip Hook 60 M. Ton to 75 M. Radius

**SPEEDS**

- Main - No Load 8.0 Meters/Minute
- Auxiliary - No Load 20 Meters/Minute
- Whip - No Load 65 Meters/Minute
- Main - 1100 M. Ton Load 5.5 Meters/Minute
- Auxiliary - 275 M. Ton Load 15 Meters/Minute
- Whip - 60 M. Ton Load 65 Meters/Minute
- Boom - Horizontal to Min. Radius 15 Minutes
- Slewing - Full Load 0.4 RPM

**CRANE WEIGHTS**

- z Rotating Gear on Tub = 86 M. Tons
- z Counterweight = 971 M. Tons (By Erection Contractor)
- z Rotating Upper = 736 M. Tons
- z Boom = 214 M. Tons
- z Load Blocks = 44 M. Tons
- z Wire Rope = 70 M. Tons
- TOTAL = 2121 M. Tons



#### GENERAL SPECIFICATIONS

**Model:** 300mt Pedestal Mounted Crane

**Type:** PMC 6200-300

**Drive system:** Electric-Hydraulic

#### CAPACITIES

**Overturning moment:** 62,000 kNm

**Main hoist (DAF 1.33):** 300mt @ 12m

**Min radius:** 8.0m

**Max radius:** 48m

**Whip hoist (DAF 2):** 30mt @ all radii

**Min radius:** 11m

**Max radius:** 54m

**Slewing range:** Fully revolving

**Tugger:** 10mt

#### DIMENSIONS AND WEIGHT

**Tail swing:** 6.2m

**Crane house height from bearing:** 23m

**Crane mass (excl. pedestal):** 215mt

#### SPECIAL FEATURES

- All major equipment installed inside the crane house
- Compact design saves valuable deck space
- Whip hoist suitable for man-riding
- Constant tension on whip hoist





## STEEL WEIGHT CALCULATION

[ ABS Rule of Building and Classing : Steel Barge 2014 ]

part	chapter	section	item
3	1	1	L = 133.52 m Lkons = 96%*L = 128.18 m B = 30.48 m H = 7.60 m T = 4.45 m Cb = 0.88 s = 600 mm l = 2.4 m S = 24.24
3	2	2	3.1 pelat sisi amidship t = 0.07*L+0.007*s ( for L ≤ 150 m ) = 13.173 mm t : tebal pelat ( mm ) L : panjang barge ( m ) s : jarak gading ( mm )
3	2	2	3.2 pelat sekat memanjang t = 0.07*L+0.007*s ( for L ≤ 150 m ) = 13.173 mm t : tebal pelat ( mm ) L : panjang tanki ( m ) s : jarak gading ( mm )
3	2	2	3.5 pelat alas t = 0.08*L+0.007*s-2.5 ( L ≥ 123 m ) = 11.95 mm
3	2	2	5.1 tebal pelat sisi minimum pada 0.1L t = 0.015L*L+0.01*s+2.2mm ( for L ≥ 76 m ) = 10.12 mm
3	2	2	5.3 tebal pelat alas minimum pada 0.1L t = 0.085*L+0.01*s-2.3mm ( for L ≥ 110 m ) = 14.60 mm
3	2	2	5.5 tebal bow plating t = 0.055*L+0.009*s+1 ( mm ) = 13.45 mm jadi tebal plat alas pada bow diambil = 14.60 mm
3	2	3	1.1 pelat geladak t = 0.009*s+2.4 ( for s ≤ 760 mm ) = 7.80 mm t = (s*(L+48.76))/(26*L+8681) L ≤ 183 m = 8.84 mm
3	2	3	1.7 tebal pelat geladak minimum pada 0.1L F t = 0.03*L+0.0036*s+2.8 = 8.81 mm
5	1	1	3.3 beban geladak p = 10.05*d*Cb ( kN/m <sup>2</sup> ) d : sarat kapal ( m ) Cb : koefisien blok P = 39.272 kN/m <sup>2</sup> (beban rumus) p = 2.892603898 kN/m <sup>2</sup> (beban muatan)

5	1	1	3.3 modulus penampang minimum pemb gldak SM = $7.8 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2$ c : 1.25 h : $p/7.07$ 0.409137751 s : 0.6 l : 2.4 SM = 13.78630565
3	2	5	3.1 modulus penampang pembujur geladak SM = $7.8 \cdot chsl^2$ c : 1.25 h : $0.02 \cdot L + 0.76$ 3.4304 s : jarak pembujur ( m ) 0.6 l jarak yang tidak ditumpu ( m ) 2.4 SM 115.5907584 cm <sup>3</sup>
5	1	1	3.3 modulus pelintang geladak SM = $4.74 \cdot chsl^2$ = 11.17044253 cm <sup>3</sup> c : 1 h : $p/7.07$ 0.409137751
3	2	5	3.5 modulus pembujur sisi dan alas SM = $7.8 \cdot chsl^2$ c : 1.34 bottom longitudinal 1.25 side longitudinal h : 4.8 m s : jarak pembujur l : panjang yang tidak ditumpu SM <sub>pemb alas</sub> = 173.3861376 cm <sup>3</sup> SM <sub>pemb sisi</sub> = 161.7408 cm <sup>3</sup>
3	2	5	3.7 pelintang sisi dan alas SM = $4.74 \cdot chsl^2$ c : 1.75 for bottom transvere 1.75 for bottom transvere SM <sub>pel alas</sub> = 137.604096 cm <sup>3</sup> SM <sub>pel sisi</sub> = 137.604096 cm <sup>3</sup>
3	2	6	3.1 sekat tubrukan dari fp = $0.05 \cdot L$ for L < 200 m = 6.40896 m
3	2	6	3.3 jarak maksimal sekat kedap S = $0.048L + 16.61$ ( L ≥ 122m ) = 22.7626016 m
3	2	6	5.1 tebal pelat sekat kedap t = $sk(qh)^{0.5}/c + 1.5$ = 6 mm diambil terbesar = $s/200 + 2.5$ s : jarak penegar 600 mm k : $(3.075 \cdot a - 2.077)/(a + 0.272)$

			: 1 a : aspek rasio panel q : $235/Y(24/Y,34000/Y)$ Y : yield point atau yield strength : $235 \text{ N/mm}^2$ q : 1 h : tinggi sekat hingga geladak : 7.6 m c : 254 untuk sekat tubrukan 290 untuk sekat kedap lainnya $t_s$ tubrukan = 8.012149017 mm $t_s$ kedap = 7.203744311 mm
3	2	6	5.3 modulus penampang penegar SM = $7.8 \cdot chsl^2 Q$ c : 0.56 bila 2 ujung jepit : 0.6 untuk penegar tanpa jepit : 0.7 penegar membujur pada sekat memanjang s : jarak penegar : 0.6 m h : jarak vertikal dari tengah l hingga geladak lambung timbul pada center : 3.8 m l : panjang yang tidak ditumpu : 7.6 m Q : 1 untuk strength steel biasa SM = $575.2341504 \text{ cm}^3$

titik berat baja	
<i>Ref: Parametric Design - Chapter 11, page. 25</i>	
KGHS =	$0.01 \times H \times (46.6 + 0.135 \times (0.82 - \text{CB}) \times ((L / D) ^2)) + 0.008 \times H \times ((L / B) - 6.5)$
=	3.229068 m
LCGHS =	$-0.15 + \text{LCB} \quad (\%L)$
LCB =	$\% \text{ LCB} = 5.4826 \%L$
LCGHS =	
=	5.332628 %L
=	7.120125 m ( $\phi$ )
=	59.63987 m (FP)

Deck house Plating			
part	chapter	section	item
3	2	8	3.3 tebal pelat deckhouse t = $3s^*/h$ mm s : jarak stiffner : 0.6 h : tinggi bangunan atas : 2.4 t = 2.788548 SM = $3.5shl^2$ s : 0.6 h : 2.4 l : 2.16 SM = 23.51462

L dibelakar LPP - LFC - LCargo

LP diambil 12.60177 m

BP = B Kapal

= 15.1705 m

HP = 2.5 m

VP = LP x BP x HP

= 10.6 x 15.170 x 2.5

= 201.376 m<sup>3</sup>

#### IX.3.4 Deckhouse Steel Weight Calculation

Ref: Ship Design for Efficiency and Economy page. 164

##### Deckhouse Dimensions

LDH = 7.9645 m

BDH = 10.5 m

HDH = 2.5 m

VDH = LDH x BDH x HDH

= 8.0 x 10.5 x 2.5

= 104.53 m<sup>3</sup>

##### Deckhouse Steel Weight

WDH = CDH x VDH

CDH = Fungsi dari FO/FU

FO = 161.1

FU = 83.627

FO/FU = 1.9264

CDH = 0.093 ton/m<sup>3</sup>

= 0.0930 x 104.534

WDH = 9.7217 ton

poop dimensions & weight			
L dibelakang Ap	4.603 m	cp	0.075
Lp	26.704 m		
Lp diambil	28.603 m	w =	156.9275 ton
Bp	30.48 m	KG	8.8 m
Hp	2.4 m		
Vp	2092.367 m <sup>3</sup>		
Deckhouse dimension & weight			
Ldh	20.028 m	fo/fu	1.362048
ldh	21 m	cdh	0.071
bdh	30.48 m	w =	109.0696 ton
hdh	2.4 m	KG1	11.2
		KG2	13.6
	1536.192 m <sup>3</sup>	KG3	15.4
bangunan di atas deck house			
w =	109.0696 ton		
total	484.1364 ton		

$$\text{KGS\&D} = ((\text{KGFC} \times \text{WFC}) + (\text{KGP} \times \text{WP}) + (\text{KGDH} \times \text{WDH}) + (\text{KGWH} \times \text{WWH})) / \text{WS\&D}$$

$$\text{KGS\&D} = 11.90896$$

## WEIGHT RECAPITULATION

BERAT BAJA												
masa jenis baja = 7.85 ton/m <sup>3</sup>												
no	item	luas dan panjang		Jumlah	ukuran diambil		web(mm)		face(mm)		berat	
1	pelat geladak	4069.690	m <sup>2</sup>	1	8	mm					255.577 ton	
2	pelat sekat memanjang	4069.690	m <sup>3</sup>	2	14	mm					894.518 ton	
3	pelat alas	3255.752	m <sup>2</sup>	1	12	mm					306.692 ton	
4	pelat sisi	811.802	m <sup>2</sup>	1	14	mm					89.217 ton	
5	pelat sisi pada 0.1L	324.721	m <sup>2</sup>	1	11	mm					28.040 ton	
6	pelat alas pada 0.1L	1017.422	m <sup>2</sup>	1	15	mm					119.801 ton	
7	pembujur geladak	133.52	m	50	115.591	cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	83.851 ton	
8	pelintang geladak	30.480	m	55	11.170	cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	21.056 ton	
9	pembujur sisi	133.520	m	24	161.741	cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	40.248 ton	
10	pembujur alas	106.816	m	50	173.386	cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	67.080 ton	
11	pelintang sisi	7.600	m	110	137.604	cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	10.500 ton	
12	pelintang alas	30.480	m	44	137.604	cm <sup>3</sup>	120	8	80	8	16.844 ton	
13	pelat sekat tubrukan	231.648	m <sup>2</sup>	1	9	mm					16.366 ton	
14	pelat sekat melintang	231.648	m <sup>2</sup>	6	8	mm					87.285 ton	
15	penegar sekat	7.600	m	349	575.234	cm <sup>3</sup>	100	6	50	6	18.739 ton	
16	Deckhouse										484.1363952 ton	
<b>Total steel weight</b>											=	2539.950 ton

### BERAT E&O

no	item	jumlah	berat per satuan	total		
1	jangkar	2	4050 kg	8100	kg	
2	rantai jangkar	522.5 m	64 kg	33440	kg	
3	towline	200 m	9.21532256 kg	1843.064512	kg	
4	hawsers	180 m	3.78460217 kg	681.2283902	kg	
5	Crane	1	2451427 kg	2451427	kg	
6	Generator	4	18100 kg	72400	kg	
7	emergency generator	1	4750 kg	4750	kg	
<b>Total E&amp;O weight</b>				2572641.293	kg	
					=	2572.641293 ton

### BERAT CONSUMABLE

no	item	jumlah	berat per satuan	total		
1	crew	21	170 kg	3570	kg	
2	tanki	7	1636232.2 kg	11453625.5	kg	
<b>total</b>				11457195.5	kg	
					=	11457.1955 ton

<b>Berat Total Steel</b>	=	2539.950 ton
<b>Berat Total E&amp;O</b>	=	2572.64 ton
<b>Berat muatan</b>	=	ton
<b>Berat Cadangan</b>	=	11840.08 ton
<b>TOTAL BERAT</b>	=	16952.66887 ton

## Displacement Correction

### **Pada kondisi full load**

#### 1. Gaya Berat

1. LWT	=	5112.59 ton
2. DWT	=	11457.20 ton
LWT + DWT	=	16569.787 ton

#### 2. Gaya angkat

▲	=	16952.669 ton
---	---	---------------

#### 3. Selisih

=	382.88 ton
	2.27 %

## Center of Gravity Calculation

### Parametric Design Chapter 11

TITIK BERAT BAJA		
item	value	unit
Berat baja	2539.950	ton
KG	3.229	
LCG	5.48	% from midship
LCG	7.120	m from midship
LCG	59.64	m from FP

TITIK BERAT E&O		
item	value	unit
berat E&O	2572.641	ton
KG	9.221	m
LCG	14.760	m dari FP

TITIK BERAT PAYLOAD		
item	value	unit
berat paylo	1100	ton
KG	9	m
LCG	63.73	m dari FP

TITIK BERAT BERAT CONSUMABLE		
item	value	unit
berat cadar	11457.20	ton
KG	2.78	m
LCG	42.98	m dari FP

TITIK BERAT GABUNGAN		
item	value	units
total berat	17669.79	ton
KG	4.170	m
LCG	42.558	m dari FP

# Trim Calculation

Chapter 11 Parametric Design, Michael G. Parsons

## Input Data :

$L_{PP}$	=	133.52 m
$B$	=	30.48 m
$T$	=	4.45 m
$C_M$	=	1.00
$C_B$	=	0.878
$C_{WP}$	=	0.9346
$\nabla$	=	16539.2 m <sup>3</sup>
$KG$	=	4.16955 m
$LCG_{LWT FP}$	=	42.5578 m
$LCB_{\text{dari FP}}$	=	49.86 m

## Perhitungan :

### Sifat Hidrostatik

#### 1. KB

$$\begin{aligned} KB/T &= 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B \\ &\text{Parametric Ship Design hal. 11 - 18} \\ &= 0.51201 \end{aligned}$$

$$KB = 2.27879 \text{ m}$$

#### 2. $BM_T$

$$\begin{aligned} C_I &= 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041 \\ &\text{Transverse Inertia Coefficient} \\ &\text{Parametric Ship Design hal. 11 - 19} \\ &= 0.07265 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_T &= C_I \cdot L_{PP} \cdot B^3 \\ &= 274672 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BM_T &= I_T / \nabla \quad ; \text{ jarak B dan M secara melintang} \\ &= 16.6073 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 3. $BM_L$

$$\begin{aligned} C_{IL} &= 0.350 \cdot C_{WP}^2 - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146 \\ &\text{Longitudinal Inertia Coefficient} \\ &= 0.07321 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_L &= C_{IL} \cdot L_{PP}^3 \cdot B \\ &= 5311236 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BM_L &= I_L / \nabla \quad ; \text{ jarak B dan M secara melintang} \\ &= 321.13 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 4. $GM_L$

$$\begin{aligned} GM_L &= KB + BM_L - KG \\ &= 319.24 \end{aligned}$$

#### 5. Trim

$$\begin{aligned} &= ((LCG - LCB) \cdot L_{PP}) \quad ; \text{ Parametric Ship Design hal 11 - 27} \\ &= -3.074 \text{ m} \end{aligned}$$

Kondisi Trim

### Trim Haluan

#### 6. Batasan Trim

$$\begin{aligned} \Delta (LCG - LCB) &= -7.3062 \quad \text{---> Absolute} = 7.3062 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.1 \cdot L_{PP} &= 13.352 \end{aligned}$$

**Kondisi Batasan Trim**

**Diterima**



# STABILITAS

## Stability Calculation – tanpa beban platform 1100ton

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Users\Ardan\Desktop\TA maxsurf\Final (High precision, 64 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: User def.. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0.01000(0.100); Trim%(LCG-TCG): 0.01000(0.100); Heel%(LCG-TCG): 0.01000(0.100)

### Loadcase - Percobaan 1

#### Damage Case - Intact

Fixed Trim = -3.074 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	2661.000	2661.000			59.640	0.000	3.228	0.000	User Specified
derrick crane	1	2121.000	2121.000			120.000	0.000	10.240	0.000	User Specified
Generator	4	18.100	72.400			0.000	0.000	5.631	0.000	User Specified
Fresh WAter tank Deck A	1	248.160	248.160			30.251	0.000	8.800	0.000	User Specified
Fresh Water tank Deck B	1	248.160	248.160			41.436	0.000	8.800	0.000	User Specified
emergency	1	4.750	4.750			4.536	-9.000	11.000	0.000	User Specified
pedestal	1	215.000	215.000			30.000	9.112	10.258	0.000	User Specified
platform	0	1100.000	0.000			197.246	0.000	9.000	0.000	User Specified
deckhouse	1	484.140	484.140			13.492	0.000	11.909	0.000	User Specified
Tank Ballast Water A (1)	100%	321.627	321.627	313.783	313.783	8.845	9.950	3.031	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(1)	100%	336.398	336.398	328.193	328.193	8.789	0.000	3.003	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(1)	100%	321.627	321.627	313.783	313.783	8.845	-9.950	3.031	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (2)	100%	170.005	170.005	165.859	165.859	30.000	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(2)	100%	187.452	187.452	182.880	182.880	30.000	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(2)	100%	170.005	170.005	165.859	165.859	30.000	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (3)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	46.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(3)	100%	328.041	328.041	320.040	320.040	46.500	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(3)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	46.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (4)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	67.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(4)	100%	328.041	328.041	320.040	320.040	67.500	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(4)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	67.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (5)	100%	297.510	297.510	290.253	290.253	88.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(5)	100%	328.041	328.041	320.040	320.040	88.500	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(5)	100%	297.510	297.510	290.253	290.253	88.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (6)	100%	255.008	255.008	248.788	248.788	108.000	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(6)	100%	281.178	281.178	274.320	274.320	108.000	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(6)	100%	255.008	255.008	248.788	248.788	108.000	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (7)	0%	1107.006	0.000	1080.006	0.000	117.660	8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(7)	0%	1147.518	0.000	1119.530	0.000	117.660	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(7)	0%	1107.006	0.000	1080.006	0.000	117.660	-8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank L.O A	100%	12.716	12.716	13.822	13.822	13.852	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank L.O B	100%	14.021	14.021	15.240	15.240	13.852	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank L.O C	100%	12.716	12.716	13.822	13.822	13.852	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Other A	100%	27.643	27.643	27.643	27.643	23.000	9.706	0.776	0.000	Maximum

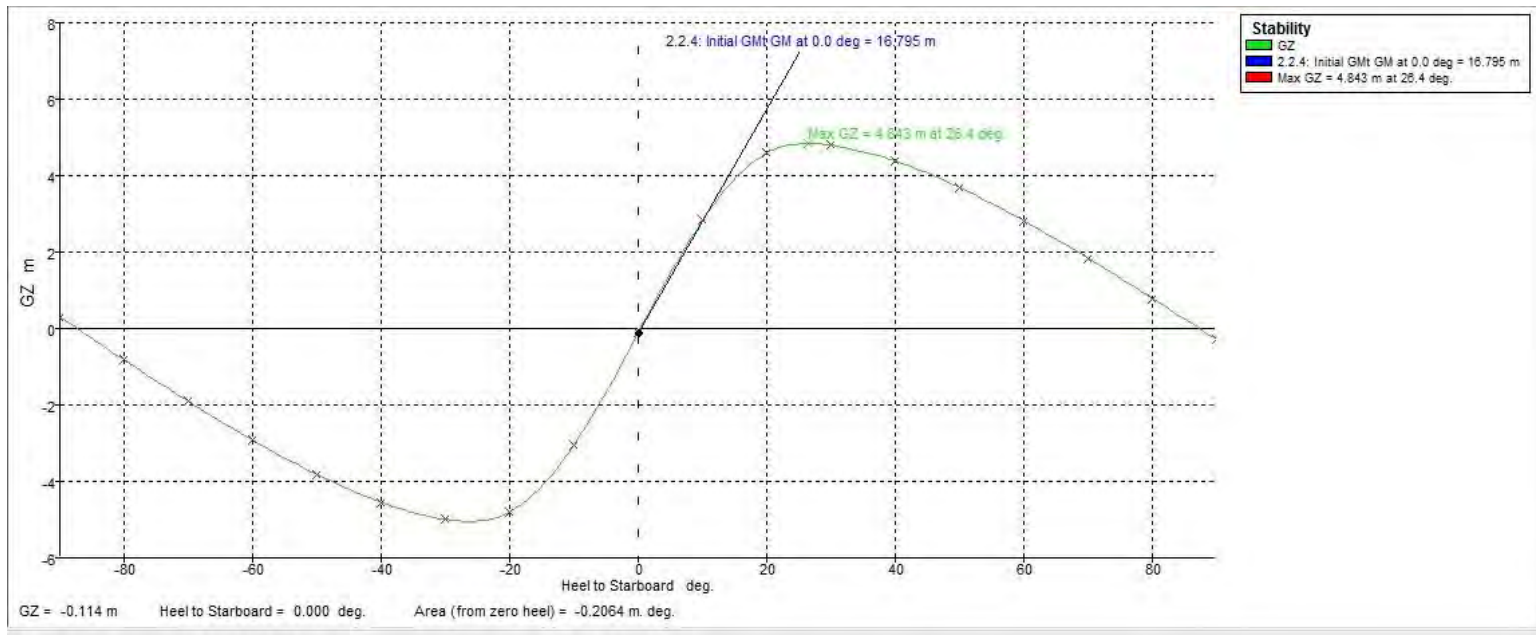
Tank Other B	100%	30.480	30.480	30.480	30.480	23.000	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Other B	100%	27.643	27.643	27.643	27.643	23.000	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil A (1)	100%	280.577	280.577	334.021	334.021	18.676	10.140	3.055	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil B (1)	100%	281.710	281.710	335.369	335.369	18.676	0.000	3.050	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil C (1)	100%	280.577	280.577	334.021	334.021	18.676	-10.140	3.055	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil A (2)	100%	196.377	196.377	233.782	233.782	8.670	10.697	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil B (2)	100%	196.377	196.377	233.782	233.782	8.670	-10.697	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil C (2)	100%	62.496	62.496	74.400	74.400	22.000	12.140	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil D (2)	100%	62.496	62.496	74.400	74.400	22.000	-12.140	6.100	0.000	Maximum
Tank Fresh Water A (1)	100%	742.192	742.192	742.192	742.192	30.000	10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Fresh Water B (1)	100%	743.712	743.712	743.712	743.712	30.000	0.000	4.550	0.000	Maximum
Tank Fresh Water C (1)	100%	742.192	742.192	742.192	742.192	30.000	-10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil A	100%	571.488	571.488	680.343	680.343	41.500	10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil B	100%	572.658	572.658	681.736	681.736	41.500	0.000	4.550	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil C	100%	571.488	571.488	680.343	680.343	41.500	-10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank ballast diantara LO & othe	100%	327.970	327.970	327.970	327.970	18.176	0.000	0.767	0.000	Maximum
Total Loadcase			16879.629	14570.345	11290.804	53.868	0.114	4.339	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								4.339		

Heel to Starboard deg	-90.0	-80.0	-70.0	-60.0	-50.0	-40.0	-30.0	-20.0	-10.0	0.0	10.0	20.0
GZ m	0.296	-0.823	-1.911	-2.927	-3.827	-4.552	-4.991	-4.798	-3.053	-0.114	2.830	4.585
Area under GZ curve from zero heel m.deg	271.4478	268.7995	255.0905	230.8234	196.9363	154.8545	106.8535	56.9601	16.3790	-0.2064	14.1199	52.5128
Displacement t	16879	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16879	16879
Draft at FP m	n/a	22.978	13.404	10.172	8.525	7.511	6.811	6.299	6.065	6.074	6.065	6.298
Draft at AP m	n/a	5.274	4.416	4.024	3.742	3.497	3.262	3.027	2.943	3.000	2.943	3.027
WL Length m	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	145.192	134.981	145.192	147.840
Beam max extents on WL m	7.600	7.717	8.088	8.776	9.921	11.824	15.200	22.221	30.875	30.480	30.875	22.221
Wetted Area m^2	5859.218	5864.302	5848.239	5832.290	5813.044	5786.648	5745.396	5631.973	5107.938	4907.430	5107.907	5630.640
Waterpl. Area m^2	980.653	995.872	1043.778	1132.660	1280.587	1526.244	1962.206	2814.731	3876.000	4095.025	3876.006	2814.764
Prismatic coeff. (Cp)	0.813	0.811	0.807	0.800	0.790	0.774	0.749	0.706	0.669	0.710	0.669	0.706
Block coeff. (Cb)	0.791	0.793	0.774	0.748	0.713	0.666	0.600	0.500	0.469	0.698	0.469	0.500
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	68.985	69.002	69.084	69.246	69.522	69.987	70.817	72.500	74.929	75.117	74.930	72.500
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	66.974	66.983	66.992	67.000	67.006	67.011	67.014	66.306	68.376	71.320	68.376	66.306
Max deck inclination deg	90.0000	80.0027	70.0055	60.0088	50.0127	40.0181	30.0263	20.0417	10.0857	1.3190	10.0857	20.0417
Trim angle (+ve by stern) deg	90.0000	-7.5533	-3.8515	-2.6367	-2.0515	-1.7217	-1.5230	-1.4037	-1.3394	-1.3190	-1.3394	-1.4037

30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
4.794	4.378	3.681	2.814	1.833	0.783	-0.296
100.3528	146.4956	186.9736	219.5596	242.8681	255.9901	258.4407
16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880
6.812	7.511	8.525	10.173	13.405	22.979	n/a
3.262	3.498	3.743	4.024	4.416	5.275	n/a
147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840
15.200	11.824	9.921	8.776	8.088	7.717	7.600
5744.295	5786.113	5811.598	5832.181	5849.391	5864.039	5859.560
1962.206	1526.244	1280.587	1132.660	1043.778	995.872	980.653
0.749	0.774	0.790	0.800	0.807	0.811	0.813
0.600	0.666	0.713	0.748	0.774	0.793	0.791
70.817	69.987	69.522	69.246	69.084	69.002	68.985
67.014	67.011	67.006	67.000	66.992	66.983	66.974
30.0263	40.0181	50.0127	60.0088	70.0055	80.0027	90.0000
-1.5230	-1.7217	-2.0515	-2.6367	-3.8515	-7.5533	-90.0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 143.197 m)		4.6	n/a
Deck Edge (immersion pos = 143.197 m)		4.9	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	100.3528	Pass	+3084.49
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	146.4956	Pass	+2740.93
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	46.1428	Pass	+2584.44
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	4.794	Pass	+2297.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	26.4	Pass	+5.46
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	16.785	Pass	+11090.00



## Stability Calculation – ada beban 1100 ton lurus

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Users\Ardan\Desktop\TA maxsurf\Final1 (High precision, 64 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: User def.. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0.01000(0.100); Trim%(LCG-TCG): 0.01000(0.100); Heel%(LCG-TCG): 0.01000(0.100)

### Loadcase - Percobaan 1

#### Damage Case - Intact

Fixed Trim = -3.074 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	2661.000	2661.000			59.640	0.000	3.228	0.000	User Specified
derrick crane	1	2121.000	2121.000			120.000	0.000	10.240	0.000	User Specified
Generator	4	18.100	72.400			0.000	0.000	5.631	0.000	User Specified
Fresh WAter tank Deck A	1	248.160	248.160			30.251	0.000	8.800	0.000	User Specified
Fresh Water tank Deck B	1	248.160	248.160			41.436	0.000	8.800	0.000	User Specified
emergency	1	4.750	4.750			4.536	-9.000	11.000	0.000	User Specified
pedestal	1	215.000	215.000			30.000	9.112	10.258	0.000	User Specified
platform	1	1100.000	1100.000			197.246	0.000	9.000	0.000	User Specified
deckhouse	1	484.140	484.140			13.492	0.000	11.909	0.000	User Specified
Tank Ballast Water A (1)	100%	321.627	321.627	313.783	313.783	8.845	9.950	3.031	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(1)	100%	336.398	336.398	328.193	328.193	8.789	0.000	3.003	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(1)	100%	321.627	321.627	313.783	313.783	8.845	-9.950	3.031	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (2)	100%	170.005	170.005	165.859	165.859	30.000	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(2)	100%	187.452	187.452	182.880	182.880	30.000	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(2)	100%	170.005	170.005	165.859	165.859	30.000	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (3)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	46.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(3)	100%	328.041	328.041	320.040	320.040	46.500	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(3)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	46.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (4)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	67.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(4)	100%	328.041	328.041	320.040	320.040	67.500	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(4)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	67.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (5)	100%	297.510	297.510	290.253	290.253	88.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(5)	0%	328.041	0.000	320.040	0.000	88.500	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(5)	100%	297.510	297.510	290.253	290.253	88.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (6)	0%	255.008	0.000	248.788	0.000	108.000	8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(6)	0%	281.178	0.000	274.320	0.000	108.000	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(6)	0%	255.008	0.000	248.788	0.000	108.000	-8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (7)	0%	1107.006	0.000	1080.006	0.000	117.660	8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(7)	0%	1147.518	0.000	1119.530	0.000	117.660	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(7)	0%	1107.006	0.000	1080.006	0.000	117.660	-8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank L.O A	100%	12.716	12.716	13.822	13.822	13.852	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank L.O B	100%	14.021	14.021	15.240	15.240	13.852	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank L.O C	100%	12.716	12.716	13.822	13.822	13.852	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Other A	100%	27.643	27.643	27.643	27.643	23.000	9.706	0.776	0.000	Maximum

Tank Other B	100%	30.480	30.480	30.480	30.480	23.000	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Other B	100%	27.643	27.643	27.643	27.643	23.000	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil A (1)	100%	280.577	280.577	334.021	334.021	18.676	10.140	3.055	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil B (1)	100%	281.710	281.710	335.369	335.369	18.676	0.000	3.050	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil C (1)	100%	280.577	280.577	334.021	334.021	18.676	-10.140	3.055	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil A (2)	100%	196.377	196.377	233.782	233.782	8.670	10.697	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil B (2)	100%	196.377	196.377	233.782	233.782	8.670	-10.697	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil C (2)	100%	62.496	62.496	74.400	74.400	22.000	12.140	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil D (2)	100%	62.496	62.496	74.400	74.400	22.000	-12.140	6.100	0.000	Maximum
Tank Fresh Water A (1)	100%	742.192	742.192	742.192	742.192	30.000	10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Fresh Water B (1)	100%	743.712	743.712	743.712	743.712	30.000	0.000	4.550	0.000	Maximum
Tank Fresh Water C (1)	100%	742.192	742.192	742.192	742.192	30.000	-10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil A	100%	571.488	571.488	680.343	680.343	41.500	10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil B	100%	572.658	572.658	681.736	681.736	41.500	0.000	4.550	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil C	100%	571.488	571.488	680.343	680.343	41.500	-10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank ballast diantara LO & othe	100%	327.970	327.970	327.970	327.970	18.176	0.000	0.767	0.000	Maximum
Total Loadcase			16860.394	14570.345	10198.867	60.008	0.114	4.880	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								4.880		

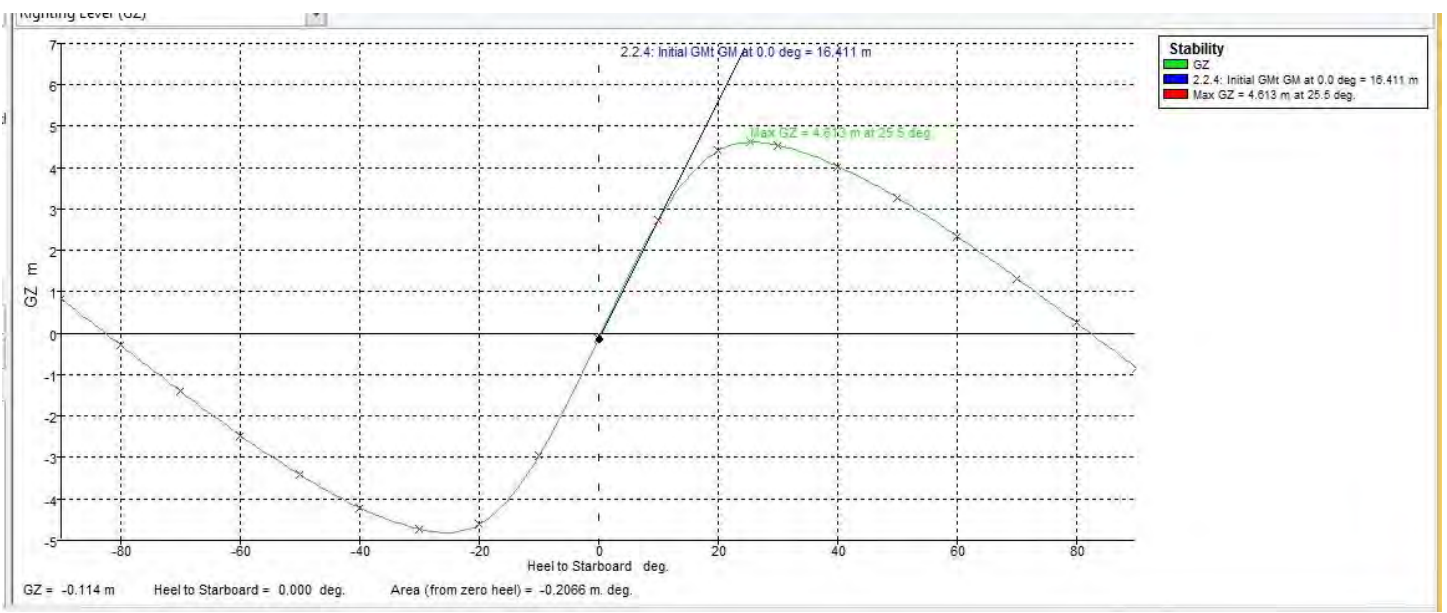
Heel to Starboard deg	-90.0	-80.0	-70.0	-60.0	-50.0	-40.0	-30.0	-20.0	-10.0	0.0	10.0	20.0
GZ m	0.837	-0.291	-1.405	-2.463	-3.418	-4.211	-4.728	-4.620	-2.963	-0.114	2.739	4.406
Area under GZ curve from zero heel m.deg	240.8387	243.5647	235.0568	215.6514	186.1414	147.8189	102.8465	55.1619	15.9252	-0.2066	13.6635	50.7095
Displacement t	16859	16860	16860	16860	16860	16860	16860	16860	16860	16861	16860	16859
Draft at FP m	n/a	22.869	13.351	10.139	8.502	7.494	6.800	6.292	6.060	6.070	6.060	6.291
Draft at AP m	n/a	5.166	4.364	3.991	3.720	3.482	3.251	3.020	2.938	2.996	2.938	3.020
WL Length m	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	145.179	134.953	145.179	147.840
Beam max extents on WL m	7.600	7.717	8.088	8.776	9.921	11.824	15.200	22.221	30.874	30.480	30.874	22.221
Wetted Area m^2	5853.559	5858.093	5843.750	5823.216	5806.245	5780.358	5739.803	5626.776	5104.502	4905.392	5103.403	5626.514
Waterpl. Area m^2	980.653	995.872	1043.778	1132.660	1280.587	1526.244	1962.206	2815.379	3876.797	4094.177	3876.803	2815.410
Prismatic coeff. (Cp)	0.813	0.811	0.806	0.800	0.790	0.774	0.748	0.705	0.669	0.710	0.669	0.705
Block coeff. (Cb)	0.791	0.793	0.774	0.747	0.713	0.666	0.600	0.500	0.469	0.698	0.469	0.500
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	68.987	69.004	69.086	69.248	69.525	69.990	70.821	72.506	74.936	75.120	74.936	72.507
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	66.975	66.984	66.992	67.000	67.007	67.011	67.014	66.314	68.397	71.319	68.397	66.314
Max deck inclination deg	90.0000	80.0027	70.0055	60.0088	50.0127	40.0181	30.0263	20.0417	10.0857	1.3189	10.0857	20.0417
Trim angle (+ve by stern) deg	-90.0000	-7.5526	-3.8511	-2.6364	-2.0513	-1.7215	-1.5229	-1.4035	-1.3392	-1.3189	-1.3392	-1.4035

30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
4.531	4.037	3.272	2.349	1.327	0.252	-0.837
96.3383	139.4503	176.1672	204.3747	222.8204	230.7406	227.8166
16860	16860	16860	16860	16860	16860	16860
6.800	7.495	8.502	10.139	13.352	22.870	n/a
3.251	3.482	3.720	3.991	4.364	5.167	n/a
147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840
15.200	11.824	9.921	8.776	8.088	7.717	7.600
5737.482	5780.995	5807.034	5822.834	5843.865	5858.291	5853.877
1962.206	1526.244	1280.587	1132.660	1043.778	995.872	980.653
0.748	0.774	0.790	0.800	0.806	0.811	0.813
0.600	0.666	0.713	0.747	0.774	0.793	0.791
70.821	69.990	69.525	69.248	69.086	69.004	68.987
67.014	67.011	67.007	67.000	66.992	66.984	66.975
30.0263	40.0181	50.0127	60.0088	70.0055	80.0027	90.0000
-1.5229	-1.7215	-2.0513	-2.6364	-3.8511	-7.5526	90.0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 143.197 m)		4.6	n/a
Deck Edge (immersion pos = 143.197 m)		4.9	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	96.3383	Pass	+2957.10
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	139.4503	Pass	+2604.31
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	43.1120	Pass	+2408.12
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	4.531	Pass	+2165.50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	25.5	Pass	+1.82
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	16.401	Pass	+10834.00





## Stability Calculation – Kondisi Beban dengan sudut Derrick 30°

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Users\Ardanr\Desktop\TA maxsurf\Final1 (High precision, 64 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: User def..

Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.%(0.100); Trim%(LCG-TCG): 0.01000(0.100); Heel%(LCG-TCG): 0.01000(0.100)

### Loadcase - Loadcase 2

#### Damage Case - Intact

Fixed Trim = -3.074 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	2661.000	2661.000			62.375	0.000	3.228	0.000	User Specified
derrick crane	1	2121.000	2121.000			120.000	0.000	10.240	0.000	User Specified
Generator	4	18.100	72.400			0.000	0.000	5.631	0.000	User Specified
Fresh WAter tank Deck A	1	248.160	248.160			30.251	0.000	8.800	0.000	User Specified
Fresh Water tank Deck B	1	248.160	248.160			41.436	0.000	8.800	0.000	User Specified
emergency	1	4.750	4.750			4.536	-9.000	11.000	0.000	User Specified
pedestal	1	215.000	215.000			30.000	9.112	10.258	0.000	User Specified
platform	1	1100.000	1100.000			188.950	30.331	9.000	0.000	User Specified
deckhouse	1	484.140	484.140			13.492	0.000	11.909	0.000	User Specified
Tank Ballast Water A (1)	100%	321.627	321.627	313.783	313.783	8.845	9.950	3.031	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(1)	100%	336.398	336.398	328.193	328.193	8.789	0.000	3.003	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(1)	100%	321.627	321.627	313.783	313.783	8.845	-9.950	3.031	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (2)	100%	170.005	170.005	165.859	165.859	30.000	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(2)	100%	187.452	187.452	182.880	182.880	30.000	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(2)	100%	170.005	170.005	165.859	165.859	30.000	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (3)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	46.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(3)	100%	328.041	328.041	320.040	320.040	46.500	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(3)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	46.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (4)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	67.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(4)	100%	328.041	328.041	320.040	320.040	67.500	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(4)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	67.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (5)	100%	297.510	297.510	290.253	290.253	88.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(5)	0%	328.041	0.000	320.040	0.000	88.500	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(5)	100%	297.510	297.510	290.253	290.253	88.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (6)	0%	255.008	0.000	248.788	0.000	108.000	8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(6)	0%	281.178	0.000	274.320	0.000	108.000	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(6)	0%	255.008	0.000	248.788	0.000	108.000	-8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (7)	0%	1107.006	0.000	1080.006	0.000	117.660	8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(7)	0%	1147.518	0.000	1119.530	0.000	117.660	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(7)	0%	1107.006	0.000	1080.006	0.000	117.660	-8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank L.O A	100%	12.716	12.716	13.822	13.822	13.852	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank L.O B	100%	14.021	14.021	15.240	15.240	13.852	0.000	0.750	0.000	Maximum

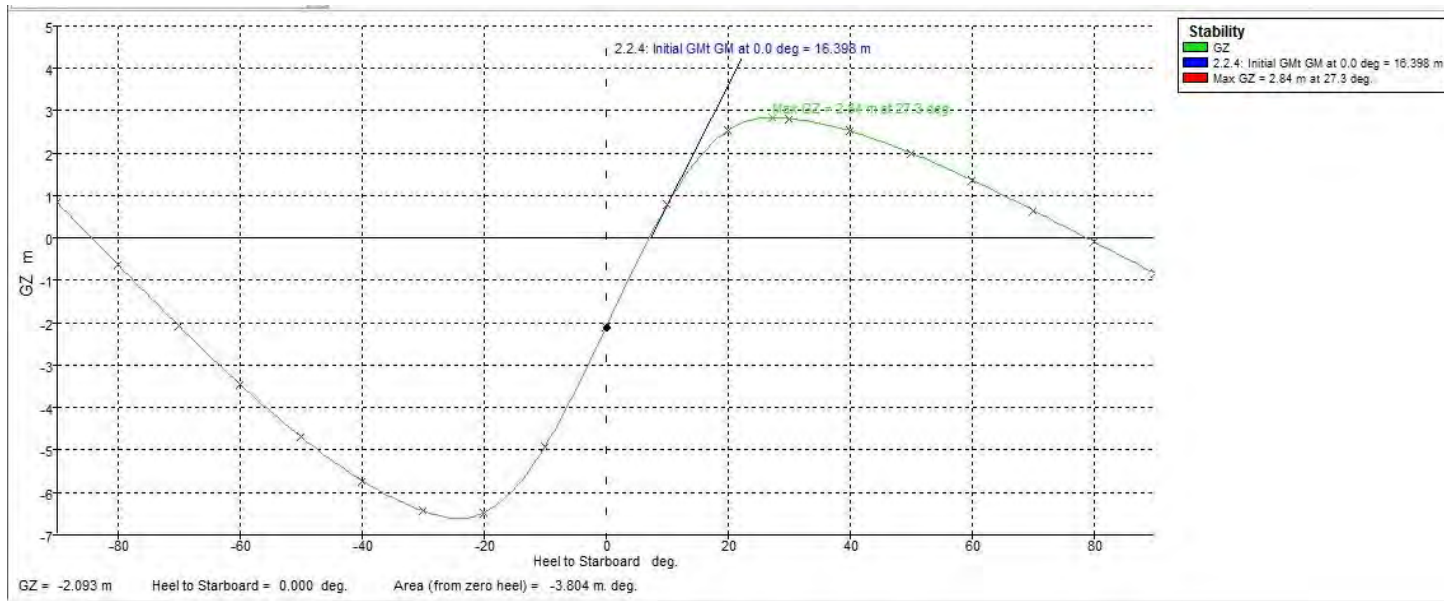
Tank L.O C	100%	12.716	12.716	13.822	13.822	13.852	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank ballast diantara LO & othe	100%	327.970	327.970	327.970	327.970	18.176	0.000	0.767	0.000	Maximum
Tank Other A	100%	27.643	27.643	27.643	27.643	23.000	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Other B	100%	30.480	30.480	30.480	30.480	23.000	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Other B	100%	27.643	27.643	27.643	27.643	23.000	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil A (1)	100%	280.577	280.577	334.021	334.021	18.676	10.140	3.055	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil B (1)	100%	281.710	281.710	335.369	335.369	18.676	0.000	3.050	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil C (1)	100%	280.577	280.577	334.021	334.021	18.676	-10.140	3.055	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil A (2)	100%	196.377	196.377	233.782	233.782	8.670	10.697	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil B (2)	100%	196.377	196.377	233.782	233.782	8.670	-10.697	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil C (2)	100%	62.496	62.496	74.400	74.400	22.000	12.140	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil D (2)	100%	62.496	62.496	74.400	74.400	22.000	-12.140	6.100	0.000	Maximum
Tank Fresh Water A (1)	100%	742.192	742.192	742.192	742.192	30.000	10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Fresh Water B (1)	100%	743.712	743.712	743.712	743.712	30.000	0.000	4.550	0.000	Maximum
Tank Fresh Water C (1)	100%	742.192	742.192	742.192	742.192	30.000	-10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil A	100%	571.488	571.488	680.343	680.343	41.500	10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil B	100%	572.658	572.658	681.736	681.736	41.500	0.000	4.550	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil C	100%	571.488	571.488	680.343	680.343	41.500	-10.150	4.555	0.000	Maximum
Total Loadcase			16860.394	14570.345	10198.867	59.899	2.093	4.880	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								4.880		

Heel to Starboard deg	-90.0	-80.0	-70.0	-60.0	-50.0	-40.0	-30.0	-20.0	-10.0	0.0	10.0	20.0
GZ m	0.837	-0.635	-2.082	-3.452	-4.690	-5.727	-6.442	-6.479	-4.911	-2.093	0.790	2.547
Area under GZ curve from zero heel m.deg	354.2156	355.2193	341.5963	313.8388	272.9933	220.6963	159.5351	93.9392	35.6129	-3.8043	-6.0243	11.9321
Displacement t	16859	16860	16860	16860	16860	16860	16860	16860	16860	16861	16860	16859
Draft at FP m	n/a	22.869	13.351	10.139	8.502	7.494	6.800	6.292	6.060	6.070	6.060	6.291
Draft at AP m	n/a	5.166	4.364	3.991	3.720	3.482	3.251	3.020	2.938	2.996	2.938	3.020
WL Length m	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	145.179	134.953	145.179	147.840
Beam max extents on WL m	7.600	7.717	8.088	8.776	9.921	11.824	15.200	22.221	30.874	30.480	30.874	22.221
Wetted Area m^2	5853.559	5858.216	5844.158	5824.719	5806.684	5780.431	5739.269	5626.776	5104.502	4905.392	5103.909	5626.514
Waterpl. Area m^2	980.653	995.872	1043.778	1132.660	1280.587	1526.244	1962.206	2815.379	3876.797	4094.177	3876.803	2815.410
Prismatic coeff. (Cp)	0.813	0.811	0.806	0.800	0.790	0.774	0.748	0.705	0.669	0.710	0.669	0.705
Block coeff. (Cb)	0.791	0.793	0.774	0.747	0.713	0.666	0.600	0.500	0.469	0.698	0.469	0.500
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	68.987	69.004	69.086	69.248	69.525	69.990	70.821	72.506	74.936	75.120	74.936	72.507
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	66.975	66.984	66.992	67.000	67.007	67.011	67.014	66.314	68.397	71.319	68.397	66.314
Max deck inclination deg	90.0000	80.0027	70.0055	60.0088	50.0127	40.0181	30.0263	20.0417	10.0857	1.3189	10.0857	20.0417
Trim angle (+ve by stern) deg	-90.0000	-7.5526	-3.8511	-2.6364	-2.0513	-1.7215	-1.5229	-1.4035	-1.3392	-1.3189	-1.3392	-1.4035

30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
2.817	2.521	2.000	1.360	0.651	-0.092	-0.837
39.6496	66.5727	89.3150	106.1869	116.2803	119.0855	114.4389
16860	16860	16860	16860	16860	16860	16860
6.800	7.495	8.502	10.139	13.352	22.870	n/a
3.251	3.482	3.720	3.991	4.364	5.167	n/a
147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840
15.200	11.824	9.921	8.776	8.088	7.717	7.600
5737.849	5780.499	5805.586	5824.588	5843.057	5855.802	5853.877
1962.206	1526.244	1280.587	1132.660	1043.778	995.872	980.653
0.748	0.774	0.790	0.800	0.806	0.811	0.813
0.600	0.666	0.713	0.747	0.774	0.793	0.791
70.821	69.990	69.525	69.248	69.086	69.004	68.987
67.014	67.011	67.007	67.000	66.992	66.984	66.975
30.0263	40.0181	50.0127	60.0088	70.0055	80.0027	90.0000
-1.5229	-1.7215	-2.0513	-2.6364	-3.8511	-7.5526	-90.0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 143.197 m)		4.6	n/a
Deck Edge (immersion pos = 143.197 m)		4.9	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	39.6496	Pass	+1158.20
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	66.5727	Pass	+1191.02
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	26.9231	Pass	+1466.30
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	2.817	Pass	+1308.50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	27.3	Pass	+9.09
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	16.398	Pass	+10832.00



## Stability Calculation – kondisi 45°

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Users\Ardan\Desktop\TA maxsurf\Final1 (High precision, 64 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: User def.. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0.01000(0.100); Trim%(LCG-TCG): 0.01000(0.100); Heel%(LCG-TCG): 0.01000(0.100)

### Loadcase - Loadcase 4

#### Damage Case - Intact

Fixed Trim = -3.074 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	2661.000	2661.000			62.375	0.000	3.228	0.000	User Specified
derrick crane	1	2121.000	2121.000			120.000	0.000	10.240	0.000	User Specified
Generator	4	18.100	72.400			0.000	0.000	5.631	0.000	User Specified
Fresh WAter tank Deck A	1	248.160	248.160			30.251	0.000	8.800	0.000	User Specified
Fresh Water tank Deck B	1	248.160	248.160			41.436	0.000	8.800	0.000	User Specified
emergency	1	4.750	4.750			4.536	-9.000	11.000	0.000	User Specified
pedestal	1	215.000	215.000			30.000	9.112	10.258	0.000	User Specified
platform	1	1100.000	1100.000			179.120	43.150	8.322	0.000	User Specified
deckhouse	1	484.140	484.140			13.492	0.000	11.909	0.000	User Specified
Tank Ballast Water A (1)	100%	321.627	321.627	313.783	313.783	8.845	9.950	3.031	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(1)	100%	336.398	336.398	328.193	328.193	8.789	0.000	3.003	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(1)	100%	321.627	321.627	313.783	313.783	8.845	-9.950	3.031	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (2)	100%	170.005	170.005	165.859	165.859	30.000	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(2)	100%	187.452	187.452	182.880	182.880	30.000	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(2)	100%	170.005	170.005	165.859	165.859	30.000	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (3)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	46.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(3)	100%	328.041	328.041	320.040	320.040	46.500	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(3)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	46.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (4)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	67.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(4)	100%	328.041	328.041	320.040	320.040	67.500	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(4)	100%	297.509	297.509	290.253	290.253	67.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (5)	100%	297.510	297.510	290.253	290.253	88.500	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(5)	0%	328.041	0.000	320.040	0.000	88.500	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(5)	100%	297.510	297.510	290.253	290.253	88.500	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (6)	0%	255.008	0.000	248.788	0.000	108.000	8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(6)	0%	281.178	0.000	274.320	0.000	108.000	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(6)	0%	255.008	0.000	248.788	0.000	108.000	-8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water A (7)	0%	1107.006	0.000	1080.006	0.000	117.660	8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water B(7)	0%	1147.518	0.000	1119.530	0.000	117.660	0.000	0.000	0.000	Maximum
Tank Ballast Water C(7)	0%	1107.006	0.000	1080.006	0.000	117.660	-8.639	0.000	0.000	Maximum
Tank L.O A	100%	12.716	12.716	13.822	13.822	13.852	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank L.O B	100%	14.021	14.021	15.240	15.240	13.852	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank L.O C	100%	12.716	12.716	13.822	13.822	13.852	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank ballast diantara LO & othe	100%	327.970	327.970	327.970	327.970	18.176	0.000	0.767	0.000	Maximum

Tank Other A	100%	27.643	27.643	27.643	27.643	23.000	9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Other B	100%	30.480	30.480	30.480	30.480	23.000	0.000	0.750	0.000	Maximum
Tank Other B	100%	27.643	27.643	27.643	27.643	23.000	-9.706	0.776	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil A (1)	100%	280.577	280.577	334.021	334.021	18.676	10.140	3.055	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil B (1)	100%	281.710	281.710	335.369	335.369	18.676	0.000	3.050	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil C (1)	100%	280.577	280.577	334.021	334.021	18.676	-10.140	3.055	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil A (2)	100%	196.377	196.377	233.782	233.782	8.670	10.697	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil B (2)	100%	196.377	196.377	233.782	233.782	8.670	-10.697	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil C (2)	100%	62.496	62.496	74.400	74.400	22.000	12.140	6.100	0.000	Maximum
Tank Fuel Oil D (2)	100%	62.496	62.496	74.400	74.400	22.000	-12.140	6.100	0.000	Maximum
Tank Fresh Water A (1)	100%	742.192	742.192	742.192	742.192	30.000	10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Fresh Water B (1)	100%	743.712	743.712	743.712	743.712	30.000	0.000	4.550	0.000	Maximum
Tank Fresh Water C (1)	100%	742.192	742.192	742.192	742.192	30.000	-10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil A	100%	571.488	571.488	680.343	680.343	41.500	10.150	4.555	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil B	100%	572.658	572.658	681.736	681.736	41.500	0.000	4.550	0.000	Maximum
Tank Diesel Oil C	100%	571.488	571.488	680.343	680.343	41.500	-10.150	4.555	0.000	Maximum
Total Loadcase			16860.394	14570.345	10198.867	59.257	2.929	4.836	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								4.836		

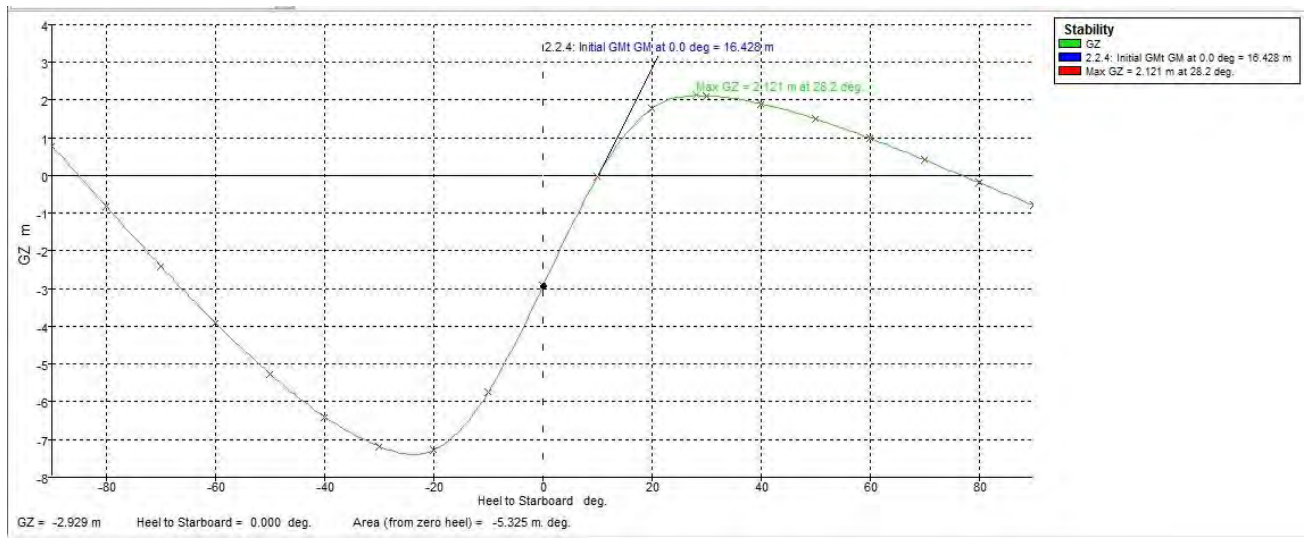
Heel to Starboard deg	-90.0	-80.0	-70.0	-60.0	-50.0	-40.0	-30.0	-20.0	-10.0	0.0	10.0	20.0
GZ m	0.793	-0.824	-2.409	-3.909	-5.262	-6.396	-7.188	-7.280	-5.743	-2.929	-0.026	1.776
Area under GZ curve from zero heel m.deg	404.6665	404.5026	388.2910	356.6032	310.6051	252.0896	183.8331	110.4806	43.9721	-5.3248	-14.3065	-4.3036
Displacement t	16859	16860	16860	16860	16860	16860	16860	16860	16860	16861	16860	16859
Draft at FP m	n/a	22.869	13.351	10.139	8.502	7.494	6.800	6.292	6.060	6.070	6.060	6.291
Draft at AP m	n/a	5.166	4.364	3.991	3.720	3.482	3.251	3.020	2.938	2.996	2.938	3.020
WL Length m	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	145.179	134.953	145.179	147.840
Beam max extents on WL m	7.600	7.717	8.088	8.776	9.921	11.824	15.200	22.221	30.874	30.480	30.874	22.221
Wetted Area m^2	5853.559	5858.184	5843.750	5823.216	5807.086	5780.394	5739.803	5626.776	5104.502	4905.392	5103.909	5626.514
Waterpl. Area m^2	980.653	995.872	1043.778	1132.660	1280.587	1526.244	1962.206	2815.379	3876.797	4094.177	3876.803	2815.410
Prismatic coeff. (Cp)	0.813	0.811	0.806	0.800	0.790	0.774	0.748	0.705	0.669	0.710	0.669	0.705
Block coeff. (Cb)	0.791	0.793	0.774	0.747	0.713	0.666	0.600	0.500	0.469	0.698	0.469	0.500
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	68.987	69.004	69.086	69.248	69.525	69.990	70.821	72.506	74.936	75.120	74.936	72.507
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	66.975	66.984	66.992	67.000	67.007	67.011	67.014	66.314	68.397	71.319	68.397	66.314
Max deck inclination deg	90.0000	80.0027	70.0055	60.0088	50.0127	40.0181	30.0263	20.0417	10.0857	1.3189	10.0857	20.0417
Trim angle (+ve by stern) deg	-90.0000	-7.5526	-3.8511	-2.6364	-2.0513	-1.7215	-1.5229	-1.4035	-1.3392	-1.3189	-1.3392	-1.4035

30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
2.115	1.909	1.496	0.980	0.406	-0.194	-0.793
16.0307	36.3652	53.5139	65.9568	72.9207	73.9909	69.0561
16860	16860	16860	16860	16860	16860	16860
6.800	7.495	8.502	10.139	13.352	22.870	n/a
3.251	3.482	3.720	3.991	4.364	5.167	n/a
147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840	147.840
15.200	11.824	9.921	8.776	8.088	7.717	7.600
5737.482	5780.995	5807.034	5822.834	5843.324	5855.364	5853.877
1962.206	1526.244	1280.587	1132.660	1043.778	995.872	980.653
0.748	0.774	0.790	0.800	0.806	0.811	0.813
0.600	0.666	0.713	0.747	0.774	0.793	0.791
70.821	69.990	69.525	69.248	69.086	69.004	68.987
67.014	67.011	67.007	67.000	66.992	66.984	66.975
30.0263	40.0181	50.0127	60.0088	70.0055	80.0027	90.0000
-1.5229	-1.7215	-2.0513	-2.6364	-3.8511	-7.5526	-90.0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 143.197 m)		4.6	n/a
Deck Edge (immersion pos = 143.197 m)		4.9	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	16.0307	Pass	+408.70
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	36.3652	Pass	+605.22
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	20.3345	Pass	+1083.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	2.115	Pass	+957.50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	28.2	Pass	+12.73
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	16.428	Pass	+10852.00





## Building Cost Calculation

(Reference : Practical Ship Design, D.G.M. Watson)

### Input :

#### A. Biaya Pembangunan Kapal

##### Rekapitulasi Berat :

##### Input Data:

Berat Baja	Wst=	2539.95 Ton
Berat Perlengkapan	Weo=	2572.64 Ton

### Perhitungan :

#### 1) Structural Cost

Pst =	Wst x Cst	
Cst=		3,155.98 \$/Ton
Maka, Pst=		8,016,030.23 \$
	Rp.	72,064,111,777

#### 2) Outfitting Cost

Peo =	Weo x Ceo	
Weo=		11,676 \$/Ton
Maka, Peo=		30,038,248.03 \$

	Rp.	270,043,849,824.62
total		342,107,961,601.80

### Curve of Regretion Structural Cost, Machinery Cost & Outfit Cost

[ Adapted from : Practical Ship Desgn , David G. M. Watson ]

Structural Cost		Machinery Cost		Outfit Cost	
X	Y	X	Y	X	Y
446.11	4016.441	0.00	19999.998	108.512	18095.879
1000	3573.251	250	17404.864	250	17691.549
2000	3177.978	500	15223.740	500	16989.057
3000	2920.543	750	13526.948	750	16278.670
4000	2747.847	1000	12207.742	1000	15634.406
5000	2615.739	1250	11254.785	1250	15106.225
6000	2504.969	1500	10651.590	1500	14539.627
7000	2409.150	1750	10236.659	1750	13984.849
8000	2324.653	2000	9849.905	2000	13396.412
9000	2250.496	2250	9481.228	2250	12875.384
10000	2186.169	2486.794	9246.100	2500	12456.512
11000	2130.366			2750	12042.495
12000	2080.288			3000	11581.376
13000	2033.178			3106.808	11388.140
14000	1987.390				
15000	1943.498				
16000	1902.357				
17000	1864.790				
18000	1831.242				
19000	1801.637				
20000	1775.868				
21000	1753.819				
22000	1734.882				
23000	1717.950				
24000	1701.906				
25000	1685.992				
26000	1670.219				
27000	1654.697				
28000	1639.537				
29000	1624.807				
30000	1610.403				
31000	1596.181				
31275.6	1592.275				

### Hasil Regresi :

#### **Structural Cost**

$$Y = aX^4 + bX^3 + cX^2 + dX + e$$

a =	0.0000000000
b =	-0.0000000011
c =	0.0000297990
d =	-0.3899111919
e =	3972.1153341357

#### **Machinery Cost**

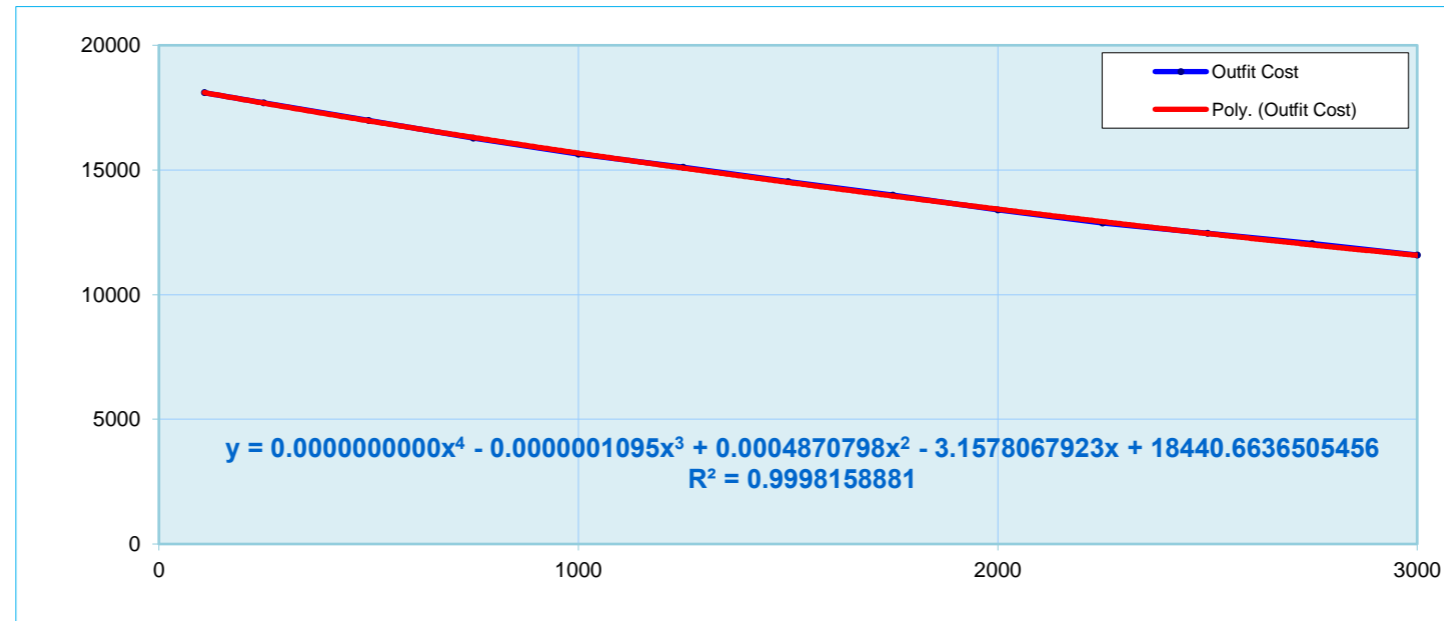
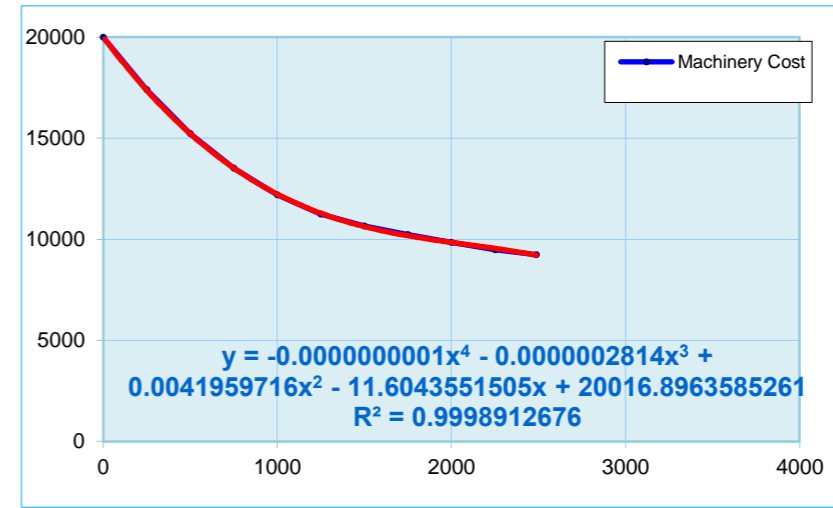
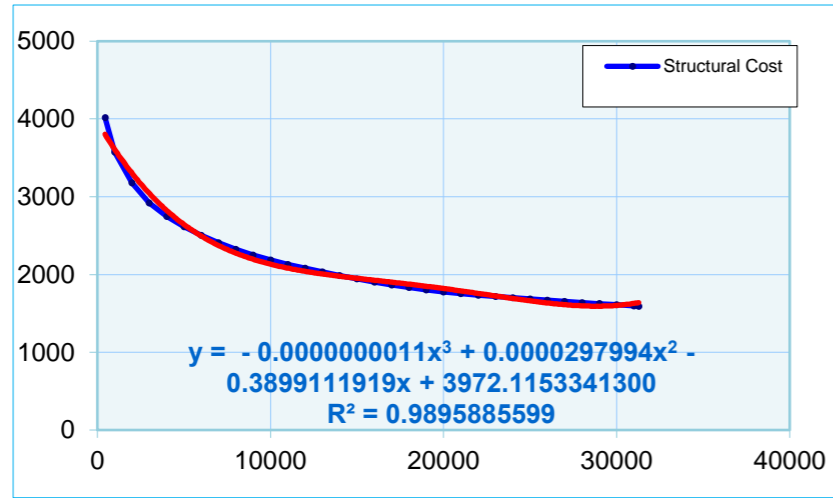
$$Y = aX^4 + bX^3 + cX^2 + dX + e$$

a =	-0.0000000001
b =	-0.0000002814
c =	0.0041959716
d =	-11.6043551506
e =	20016.8963585246

#### **Outfit Cost**

$$Y = aX^4 + bX^3 + cX^2 + dX + e$$

a =	0
b =	-0.0000001095
c =	0.0004870798
d =	-3.1578067922
e =	18440.6636505112



## DAFTAR PUSTAKA

- American Bureau Of Shipping. (2014). *Rules For Building And Classing Stell Barge*.
- IMO. (2008). *Intact Stability Code, Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO*. UK: IMO.
- Inpex Starts Production From Ruby Gas Field Off Indonesia*. (2016, Januari 02). Retrieved from [www.lngworldnews.com](http://www.lngworldnews.com): <http://www.lngworldnews.com/inpex-starts-production-from-ruby-gas-field-off-indonesia/>
- International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988*. (n.d.).
- Istilah-Istilah Industri Perkapalan*. (2015, Mei 05). Retrieved from [www.iubtt.kemenperin.go.id](http://www.iubtt.kemenperin.go.id): <http://iubtt.kemenperin.go.id/index.php/istilah-istilah-industri/87-perkapalan/166-bangunan-lepas-pantai>.
- Parsons, M. G. (2001). *Parametric Design, Chapter 11*. University of Michigan, Departement of Naval Architecture and Marine Engineering.
- PT. Mcdermott. (2015, Oktober 22). *apdn/uploads/McDermott*. Retrieved from [www.migas.esdm.go.id](http://www.migas.esdm.go.id): <http://www.migas.esdm.go.id/apdn/uploads/McDermott%20Indonesia,%20PT2013.pdf>.
- PT. Mcdermott. (2015, Mei 05). *upstream News Mcdermott Wraps Processing Platform Topside Installation Petronas Offshore Indonesia*. Retrieved from <http://www.oilandgastechology.net>: <http://www.oilandgastechology.net/upstream-news/mcdermott-wraps-processing-platform-topside-installation-petronas-offshore-indonesia>
- PT. PAL INDONESIA. (2015, Mei 05). *V5 News Index*. Retrieved from [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id): <http://www.pal.co.id/v5/news/index.php?id=nws20131106113358100>
- Schneekluth, H. (1988). *Ship Design For Efficiency And Economy 2ed*. UK.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design*. UK: ELSEVIER.

## Tentang Penulis



**P**enulis bernama Muhammad Ardan Rezkyanda, lahir di kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur pada tanggal 21 Maret 1993 merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Andry dan Ibu Rusminawati. Penulis sekarang bertempat tinggal di Komp. Taman Harapan Baru Blok V4 no.35, Bekasi. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Kebon Bawang 02 Jakarta pada tahun 2005, SMP Negeri 5 Bekasi lulus pada tahun 2008, SMA Negeri 2 Bekasi pada tahun 2011, sampai dengan penulisan skripsi ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tahun 2016.

Email : [ardanrn@gmail.com](mailto:ardanrn@gmail.com)