

FK 4040
TUGAS PRA – RANCANGAN

KAPAL TANKER *DOUBLE HULL* 36.000 DWT

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Guna Memenuhi Persyaratan Mencapai Gelar
Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Perkapalan

Oleh :

Haslianti Dwi Maulida

Nim : 2008310009



JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

JAKARTA

2013



**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN**

Jl. Raden Inten II (Terusan Casablanca) Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649051, 8649057, 8649059, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email : humas@unsada.ac.id Home Page : <http://www.unsada.ac.id>

**SURAT KETERANGAN
PERMOHONAN UJIAN SIDANG
PRA RANCANGAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa :

Nama : Haslianti Dwi Maulida

NIM : 2008310009

Jurusan : Teknik Perkapalan

Judul Pra Rancangan :

KAPAL TANKER 36.000 DWT

Bermaksud untuk mengajukan permohonan mengikuti Ujian Sidang Pra Rancangan dan telah menyelesaikan Tugas Pra Rancangan tersebut :

| No. | Dosen Pembimbing | Disetujui Tanggal | Paraf |
|-----|-----------------------------|-------------------|-------|
| 1. | Fanny Octaviani, ST.MSc | 16. Agustus 2013 | |
| 2. | Ir. Augustinus Pusaka, M.Sc | 16 Agustus 2013 | |
| 3. | Dr. Joedonowarso, ST.MSc | 16 Agustus 2013 | |

Jakarta,

Mengetahui,
Dekan FTK

Ketua Jurusan
Teknik Perkapalan

(Fanny Octaviani, ST.MSx)

(Dr. Ir. Arif Fadillah, M.Eng)



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II (Terusan Casablanca) Pondok Kelapa, Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649051, 8649057, 8649050, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email : humas@unsada.ac.id Home Page : <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI
LINES PLAN

Nama : Haslianti Dwi Maulida
N.I.M : 2008310009
Jurusan : Teknik Perkapalan
TipeKapal :

KAPAL TANKER 36.000DWT

Data Kapal :

LOA : 191,40 m B Mld : 28,40 m
LWL : 177,48 m D Mld : 16,80 m
LPP : 174,00 m d Mld : 11,00 m

| No. | Tanggal | Materi | Paraf |
|-----|-------------|--|-------|
| 1 | 20-Des-12 | - <i>Amend CSA disempurnakan</i> - <i>Amend Hull survey diperbaiki</i> | |
| 2 | 16-Jan-12 | - <i>Stasiun, BL part Pray plan</i> <i>diperbaiki (Stasiun kargo amand)</i> | |
| 3 | 19-April-13 | - <i>Proyek Rencana garis ay</i> <i>manj 3 BL, Station, ul cek ulang!</i> | |
| 4 | 1-Mei-13 | - <i>Penulisan ayha, hump, brast</i> <i>proporsional, keel dipin garis cek!</i> | |
| 5 | 6-Mei-13 | - <i>See -</i> | |

Mengetahui

(Ir. Augustinus P, ST, M.Sc)



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II (Terusan Casablanca) Pondok Kelapa, Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649051, 8649057, 8649050, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email : humas@unsada.ac.id Home Page : <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI
HIDROSTATIK DAN BONJEAN

Nama : Haslianti Dwi Maulida

N.I.M : 2008310009

Jurusan : Teknik Perkapalan

TipeKapal :

KAPAL TANKER 36.000DWT

Data Kapal :

LOA : 191,40 m B Mld : 28,40 m
LWL : 177,48 m D Mld : 16,80 m
LPP : 174,00 m d Mld : 11,00 m

| No. | Tanggal | Materi | Paraf |
|-----|-------------|---|-------|
| 1. | 3 - Mei -13 | - Penentuan draft kapal pada HE & BC dilihat rata-rata. - Penentuan dimensi ditinjau | |
| 2. | 6 - Mei -13 | - Kurva - kurva pada HE. diperiksa perhitungannya - Kurva ² pada BC. diperiksa | |
| 3. | 8 - Mei -13 | - Tonnage pada jandar pada HE. diperiksa dan proposal. | |
| 4. | 9 - Mei -13 | Ace - | |

Mengetahui

(Ir. Augustinus P, ST, M.Sc)



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II (Terusan Casablanca) Pondok Kelapa, Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649051, 8649057, 8649050, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email : humas@unsada.ac.id Home Page : <http://www.unsada.ac.id>

**LEMBAR ASISTENSI
HAMBATAN DAN PROPULSI**

Nama : Haslianti Dwi Maulida
N.I.M : 2008310009
Jurusan : Teknik Perkapalan
TipeKapal :

KAPAL TANKER 36.000DWT

Data Kapal :

LOA : 191,40 m B Mld : 28,40 m
LWL : 177,48 m D Mld : 16,80 m
LPP : 174,00 m d Mld : 11,00 m

| No. | Tanggal | Materi | Paraf |
|-----|----------------|---|-------|
| 1 | 6 - Juni - 13 | - Metode yg digunakan dan per- hitungannya yg telah dipelajari | |
| 2 | 10 - Juni - 13 | - Parameter jenis & hambatan - Perubahan perancangan hambat | |
| 3 | 12 - Juni - 13 | - pengaruh perhitungan gaya da horekas & hambat kapal. | |
| 4 | 19 - Juni - 13 | - Gambar-gambar Ekt & Prop - pengaruh ke Prku propulsi & balok | |
| 5 | 24 - Juni - 13 | - = Ace = | |

Mengetahui

(Ir. Augustinus P, ST, M.Sc)



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II (Terusan Casablanca) Pondok Kelapa, Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649051, 8649057, 8649050, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email : humas@unsada.ac.id Home Page : <http://www.unsada.ac.id>

**LEMBAR ASISTENSI
STABILITAD DAN TRIM**

Nama : Haslianti Dwi Maulida

N.I.M : 2008310009

Jurusan : Teknikperkapalan

Tipe Kapal :

KAPAL TANKER 36.000 DWT

Data Kapal :

LOA : 191,40 m B Mld : 28,40 m
LWL : 177,48 m D Mld : 16,80 m
LPP : 174,00 m d Mld : 11,00 m

| No. | Tanggal | Materi | Paraf |
|-----|---------|-------------------------------|--------------------|
| | | KOREKSI / REVISI TTG (KORUSIS | |
| | | ICPL (Berapa besar muatan). | <i>[Signature]</i> |
| | | TABEL A. DAFTAR BEBAN ! | <i>[Signature]</i> |
| | | GAMBAR DAFTAR LEMPER | <i>[Signature]</i> |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Mengetahui

(Fanny Octaviani, ST.MSc)



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II (Terusan Casablanca) Pondok Kelapa, Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649051, 8649057, 8649050, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email : humas@unsada.ac.id Home Page : <http://www.unsada.ac.id>

**LEMBAR ASISTENSI
RENCANA UMUM**

Nama : Haslianti Dwi Maulida

N.I.M : 2008310009

Jurusan : Teknik Perkapalan

TipeKapal :

KAPAL TANKER 36.000DWT

Data Kapal :

LOA : 191,40 m B Mld : 28,40 m
LWL : 177,48 m D Mld : 16,80 m
LPP : 174,00 m d Mld : 11,00 m

| No. | Tanggal | Materi | Paraf |
|-----|------------|--|-------|
| | 02-08-2013 | Hasil ² perhitungan Konstruksi agar dipasti- kan sesuai dgn stan- dard Klasifikasi N.K. Cantumkan ketebalan ² plat maining ² diinshell expansion. | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Mengetahui

(Dr. Joedonowarso, ST.MSc)



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II (Terusan Casablanca) Pondok Kelapa, Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649051, 8649057, 8649050, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email : humas@unsada.ac.id Home Page : <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI PERBAIKAN

Nama : Haslianti Dwi Maulida

N.I.M : 2008310009

Jurusan : Teknik Perkapalan

Tipe Kapal :

KAPAL TANKER 36.000DWT

Data Kapal :

LOA : 191,40 m B Mld : 28,40 m

LWL : 177,48 m D Mld : 16,80 m

LPP : 174,00 m d Mld : 11,00 m

| No. | Tanggal | Materi | Paraf |
|-----|------------|-----------------------------------|-------|
| 1 | 13-09-2013 | Peralatan navigasi dilengkapi | |
| 2 | 13-09-2013 | Gambar lambung timbul disesuaikan | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Mengetahui

(Dr. Joedonowarso P, ST, M.Sc)



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II (Terusan Casablanca) Pondok Kelapa, Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649051, 8649057, 8649050, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email : humas@unsada.ac.id Home Page : <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI PERBAIKAN

Nama : Haslianti Dwi Maulida
N.I.M : 2008310009
Jurusan : Teknik Perkapalan
Tipe Kapal :

KAPAL TANKER 36.000DWT

Data Kapal :

LOA : 191,40 m *B Mld* : 28,40 m
LWL : 177,48 m *D Mld* : 16,80 m
LPP : 174,00 m *d Mld* : 11,00 m

| No. | Tanggal | Nama Penguji | Paraf |
|-----|-------------|------------------------------|-------|
| 1 | 14 Sept '13 | Dr. Arif Fadillah, ST, M.Eng | |
| 2 | 10 Sept '13 | Y. Arya Dewanto, ST, MT | |
| 3 | 16 Sept '13 | Theresiana D Novita, ST | |
| 4 | 13 Sept '13 | Shanty Manulang, S.Pi, M.Si | |

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Prarancangan Kapal yang merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana (S-1) di Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Perkapalan di Universitas Darma Persada.

Tugas merancang kapal ini berisikan mengenai perencanaan perhitungan merancang *Kapal Tanker Double Hull 36.000 DWT*, dimana penyusunannya disesuaikan menurut bahan dan materi yang disyaratkan dalam kurikulum Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Perkapalan.

Dengan selesainya Tugas Pra-Rancangan Kapal ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu serta meluangkan waktunya sehingga Tugas Pra-Rancangan kapal ini dapat diselesaikan. Dalam kesempatan ini izinkanlah penulis untuk menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Ibunda tercinta yang telah memberikan bantuan moril maupun materil, telah sabar membesarkan dan mendidik sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
2. Kakak penulis Hasliyana O.U
3. Ibu Fanny Octaviani, ST, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan dan Deosen Pembimbing.
4. Bapak Dr.Arif Fadillah, ST, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan.
5. Ibu Theresiana D. Novita,ST selaku Penasehat Akademik.
6. Bapak Ir. Augustinus Pusaka, M.Sc selaku Dosen Pembimbing.
7. Bapak Dr. Joedonowarso P, ST, M.Sc selaku Dosen Pembimbing.
8. Seluruh dosen serta karyawan Fakultas Teknologi Kelautan.
9. Permadi Arianto, terimakasih atas semangat dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis.
10. Seluruh teman – teman penulis angkatan 2008.

11. Rekan – rekan Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
12. Seluruh Alumni Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
13. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu penulis dalam penyusunan tugas Pra-Rancangan kapal ini .

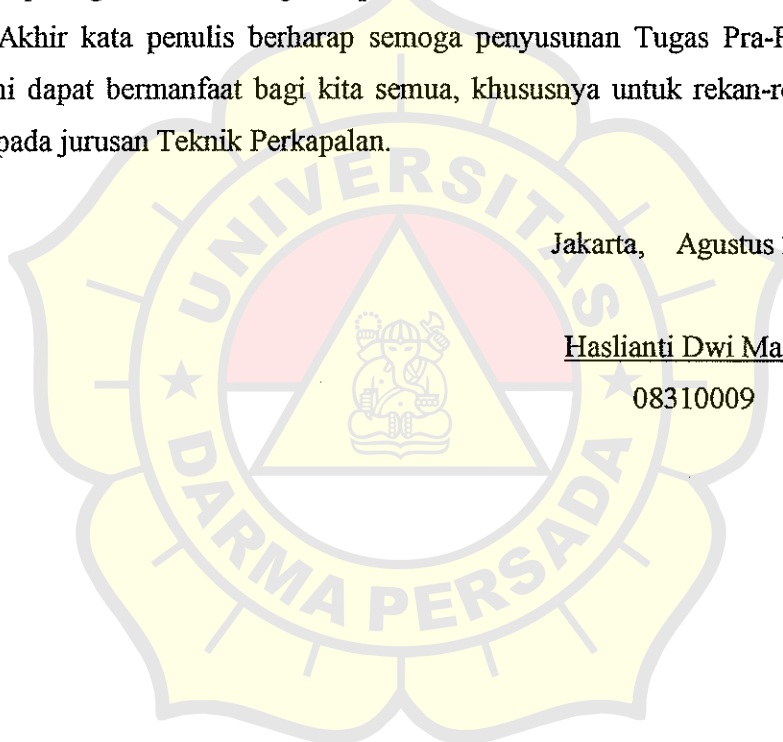
Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dalam penyusunan Tugas Pra-Rancangan kapal ini, karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk dapat memperbaiki dan melengkapi Tugas Pra-Rancangan kapal ini.

Akhir kata penulis berharap semoga penyusunan Tugas Pra-Rancangan kapal ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya untuk rekan-rekan yang berada pada jurusan Teknik Perkapalan.

Jakarta, Agustus 2013

Haslianti Dwi Maulida

08310009



DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| Cover | |
| Surat Keterangan Permohonan Sidang | i |
| Lembar Asistensi | ii |
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi | v |
| Daftar Gambar | viii |
| Daftar Tabel | x |
| Daftar Simbol | xii |
| Abstraksi | xv |
| Bab I Pendahuluan | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Maksud dan Tujuan | 3 |
| I.3 Karakteristik Kapal | 3 |
| I.4 Pembatasan Masalah | 3 |
| I.5 Perinsip dan Metode Perancangan | 4 |
| I.6 Data Awal Perancangan atau Kapal Pemanding | 6 |
| Bab II Rencana Awal | 8 |
| II.1 Estimasi Sementara | 10 |
| II.2 Estimasi Daya Mesin Penggerak Kapal | 14 |
| II.3 Estimasi Kapasitas Ruang Muat | 17 |
| II.4 Estimasi Ukuran <i>Superstructure</i> | 19 |
| II.5 Pemeriksaan <i>Freeboard</i> atau Lambung Kapal | 20 |
| II.6 Sketsa Rencana Umum | 21 |
| II.7 Pemeriksaan Berat Kapal (DWT & LWT) | 22 |
| II.8 Perhitungan <i>Dead Weight Ton</i> (DWT) | 25 |
| II.9 Perkiraan Stabilitas Awal Kapal | 33 |

| | |
|---|------------|
| Bab III Rencana Utama | 39 |
| III.1 Menetapkan Ukuran Utama dan Koefisien Kapal | 39 |
| III.2 Perhitungan Kurva Prismatik | 40 |
| III.3 Perhitungan Kurva <i>Hidrostatik</i> dan Kurva <i>Bonjean</i> | 53 |
| Bab IV Hambatan dan Propulsi Kapal | 77 |
| IV.1 Hambatan Kapal | 77 |
| IV.2 Propulsi Kapal | 100 |
| IV.2.1 Perencanaan Baling-Baling Kapal | 100 |
| Bab V Perhitungan Konstruksi | 117 |
| V.1 Perhitungan <i>Double Bottom</i> | 118 |
| V.2 Perhitungan Pelat Lunas dan Pelat Kulit | 122 |
| V.3 Perhitungan Geladak | 123 |
| V.4 Perhitungan <i>Frame</i> | 125 |
| V.5 Perhitungan <i>Watertight Bulkhead</i> | 127 |
| V.6 Perhitungan <i>Pillar</i> | 128 |
| Bab VI Rencana Umum | 132 |
| VI.1 Perhitungan Berat Kapal (DWT dan LWT) | 133 |
| VI.1.1 Perhitungan <i>Light Weight Ton</i> (LWT) | 133 |
| VI.1.2 Perhitungan <i>Dead Weight Ton</i> (DWT) | 136 |
| VI.1.3 Perhitungan <i>Displacement</i> (Δ_2) | 142 |
| VI.1.4 Koreksi <i>Displacement</i> | 143 |
| VI.2 Perhitungan dan Perencanaan Tanki (<i>Capacity Plan</i>) | 143 |
| VI.3 Ruang Akomodasi | 155 |
| VI.4 Ruang Mesin | 157 |
| VI.5 Alat Keselamatan | 158 |
| VI.6 Alat Navigasi dan Telekomunikasi | 161 |
| VI.6.1 Alat Navigasi | 161 |
| VI.6.2 Lampu-Lampu Navigasi | 162 |

| | |
|---|------------|
| VI.7 Alat Bongkar Muat | 163 |
| VI.8 Perencanaan Awak Kapal | 167 |
| Bab VII Tonnage dan Freeboard | 170 |
| VII.1 Perhitungan GRT dan NRT | 170 |
| VII.2 Perhitungan Lambung Timbul | 179 |
| VII.3 Perhitungan <i>Floodable Length</i> | 186 |
| Bab VIII Perhitungan Stabilitas dan Trim | 193 |
| VIII.1 Stabilitas Kapal dan <i>Trim</i> | 193 |
| VIII.2 Perhitungan Kurva Stabilitas | 194 |
| VIII.3 Langkah Pembuatan Kurva Silang | 196 |
| VIII.4 Perhitungan Stabilitas Statis | 236 |
| VIII.5 Perhitungan <i>Trim</i> Kapal | 256 |
| Bab IX Kekuatan Kapal | 261 |
| IX.1 Perhitungan Kekuatan Kapal | 261 |
| IX.2 Langkah Pengerjaan | 262 |
| IX.3 Bentuk Lengkung <i>Trochid</i> | 262 |
| IX.4 Penentuan Tinggi Gelombang | 266 |
| IX.5 Pengecekan <i>Displacement</i> | 270 |
| IX.6 Kurva Daya Apung..... | 272 |
| IX.7 Kurva Berat Kapal | 274 |
| IX.8 Kurva Daya Muat | 276 |
| IX.9 Kurva Momen Lentur dan Gaya Lintang | 278 |
| IX.10 Perhitungan Modulus Penampang | 279 |
| Bab X Penutup | 284 |
| X.1 Kesimpulan | 284 |
| X.2 Saran | 285 |
| Daftar Pustaka | 286 |
| Lembar Perbaikan | |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1. Peta Lokasi Kilang Minyak Di Indonesia | 2 |
| Gambar 2. Sketsa Rencana Umum | 21 |
| Gambar 3. Kurva Stabalitas Awal | 38 |
| Gambar 4. Grafik CSA | 43 |
| Gambar 5. Grafik AWL | 49 |
| Gambar 6. <i>Body Plan</i> | 52 |
| Gambar 7. <i>Lines Plan</i> | 52a |
| Gambar 8. Kurva <i>Hidrostatic</i> | 72 |
| Gambar 9. Kurva <i>Bonjean</i> | 76 |
| Gambar 10. Kurva EHP & BHP | 98a |
| Gambar 11. <i>Propeller</i> | 116 |
| Gambar 12. <i>Midship</i> | 129 |
| Gambar 13. <i>Construction Profil</i> | 130 |
| Gambar 14. <i>Shell Explantion</i> | 131 |
| Gambar 15. <i>Capacity Plan</i> | 154 |
| Gambar 16. <i>General Arrangement</i> | 169 |
| Gambar 17. <i>Plimsol Mark</i> | 185 |
| Gambar 18. Perpotongan Garis Air Terhadap Garis Batas Tenggelam Pada <i>Bonjean</i> | 187 |
| Gambar 19. Hasil Lengkung Integral Volume Kebocoran Pada Kapal Rancangan | 189 |
| Gambar 20. Penentuan Panjang Sekat Kedap Melintang | 190 |
| Gambar 21. Panjang Sekat Kedap Melintang Berdasarkan Grafik <i>Floodable Length</i> | 190 |
| Gambar 22. <i>Floodable Length Curve</i> | 192 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 23. Garis Air Bantu dan Garis Air Sebenarnya | 195 |
| Gambar 24. Pembagian Tujuh Station Menurut <i>Tchebycheff</i> | 196 |
| Gambar 25. Cara Pembacaan Titik Y_a dan Y_b Dalam Perhitungan Stabilitas | 199 |
| Gambar 26. Penggambaran Garis Air pada <i>Displacement</i> Sebenarnya | 200 |
| Gambar 27. Penggambaran Garis Air Bantu | 200 |
| Gambar 28. Stabilitas Kondisi I | 209 |
| Gambar 29. Stabilitas Kondisi II | 216 |
| Gambar 30. Stabilitas Kondisi III | 223 |
| Gambar 31. Stabilitas Kondisi IV | 230 |
| Gambar 32. <i>Cross Curve</i> | 235 |
| Gambar 33. Kurva Stabilitas Statis Kondisi I | 239 |
| Gambar 34. Kurva Stabilitas Statis Kondisi II | 242 |
| Gambar 35. Kurva Stabilitas Statis Kondisi III | 245 |
| Gambar 36. Kurva Stabilitas Statis Kondisi IV | 248 |
| Gambar 37. Kurva <i>Trim</i> | 260 |
| Gambar 38. Tinggi Poros Gelombang <i>Sagging</i> | 265 |
| Gambar 39. Tinggi Poros Gelombang Pada <i>Displacement</i> Kapal | 271 |
| Gambar 40. Kurva Daya Apung | 273 |
| Gambar 41. Kurva Berat Kapal | 277 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 1. <i>Standar Height (m) of Superstructure</i> | 19 |
| Tabel 2. Perhitungan Kurva Stabilitas Awal | 36 |
| Tabel 3. Perhitungan <i>Main Part</i> | 42 |
| Tabel 4. Perhitungan <i>Cant Part</i> | 44 |
| Tabel 5. <i>Area Main Part</i> | 48 |
| Tabel 6. <i>Cant Part (Acp)</i> | 50 |
| Tabel 7. <i>Hydrostatic Calculation of Main Part</i> | 55 |
| Tabel 8. <i>Result of Hidrostatic Calculation</i> | 70 |
| Tabel 9. <i>Bonjean Calculation</i> | 74 |
| Tabel 10. Perhitungan 5 (lima) Kecepatan | 98 |
| Tabel 11. Jenis <i>Propeller</i> Tipe B | 106 |
| Tabel 12. Perhitungan Kavitasasi | 114 |
| Tabel 13. Volume Total dan Berat <i>Ballast Water Tank</i> | 151 |
| Tabel 14. Volume Tanki-Tanki | 153 |
| Tabel 15. Volume <i>Main Part</i> | 171 |
| Tabel 16. Volume Dibelakang AP | 172 |
| Tabel 17. Volume Didepan FP | 173 |
| Tabel 18. Volume Ruang Dibawah <i>Poop Deck</i> | 174 |
| Tabel 19. Volume Ruangan <i>Forecastel Deck</i> | 177 |
| Tabel 20. Perhitungan <i>Volume</i> Kebocoran Pada Kapal | 188 |
| Tabel 21. Kondisi 1 | 204 |
| Tabel 22. Kondisi 2 | 211 |
| Tabel 33. Kondisi 3 | 218 |
| Tabel 44. Kondisi 4 | 225 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 25. Kondisi 1 (Bahan Bakar 100%, Tangki 100%, Tanpa Muatan) | 231 |
| Tabel 26. Kondisi 2 (Bahan Bakar 100%, Tangki <i>Ballast</i> 5%, Muatan 100%) | 232 |
| Tabel 27. Kondisi 3 (Bahan Bakar 50%, Tangki <i>Ballast</i> 10%, Muatan 100%) | 233 |
| Tabel 28. Kondisi 4 (Bahan Bakar 50%, Tangki <i>Ballast</i> 75%, Muatan 100%) | 234 |
| Tabel 29. Stabilitas Statis Kondisi 1 | 237 |
| Tabel 30. Stabilitas Statis Kondisi 2 | 240 |
| Tabel 31. Stabilitas Statis Kondisi 3 | 243 |
| Tabel 32. Stabilitas Statis Kondisi 4 | 246 |
| Tabel 33. Perhitungan <i>Trim</i> | 259 |
| Tabel 34. Faktor Koefisien Perhitungan Kekuatan Kapal | 263 |
| Tabel 35. Perhitungan Bentuk Poros Gelombang Pada Kapal | 264 |
| Tabel 36. Tinggi Poros Gelombang $T = 4$ m | 266 |
| Tabel 37. Tinggi Poros Gelombang $T = 8$ m | 267 |
| Tabel 38. Tinggi Poros Gelombang $T = 9$ m | 267 |
| Tabel 39. Tinggi Poros Gelombang $T = 8,1$ m | 269 |
| Tabel 40. Luasan Kurva Daya Apung | 272 |
| Tabel 41. Koefisien Standar I (<i>Hensche</i>) | 274 |
| Tabel 42. Berat Lambung Kapal | 276 |
| Tabel 43. Kurva Daya Muat (DWT) | 276 |
| Tabel 44. Dibawah Netral Axis | 280 |
| Tabel 45. Diatas Netral Axis | 281 |
| Tabel 46. Perhitungan Momen Lentur Dan Gaya Gesek | 283 |

DAFTAR SIMBOL

Tabulasi Berikut menunjukkan symbol yang digunakan pada tugas prarancangan kapal ini. Karena huruf terbatas, kadangkala huruf yang sama digunakan untuk menyatakan lebih dari satu konsep.

| | |
|--------------|--|
| A | Luas pandangan samping lambung kapal (m^2) |
| A_{rudder} | Luas daun kemudi (m^2) |
| A_c | Koefisien Admiralty |
| A_m | Luas penampang melintang tengah kapal (<i>midship area</i>) (m^2) |
| AP | <i>After perpendicular</i> (<i>garis tegak buritan</i>) |
| Awl | Luas bidang garis air (<i>water line area</i>) (m^2) |
| B | Lebar kapal, lebar tangki dalam (m) |
| B_{rudder} | Lebar daun kemudi dalam |
| C_A | Koefisien penambahan hambatan untuk korelasi model-kapal |
| C_{AA} | Koefisien hambatan udara |
| C_{AS} | Koefisien hambatan kemudi |
| C_b | Koefisien blok |
| C_d | Koefisien <i>displacement</i> kapal pembanding |
| C_F | Koefisien hambatan gesek |
| C_m | Koefisien tengah kapal |
| C_p | Koefisien prismatic |
| C_{pa} | Koefisien prismatic memanjang |
| C_{pf} | Koefisien prismatic melintang |
| C_R | Koefisien hambatan sisa |
| C_T | Koefisien hambatan total |
| C_w | Koefisien garis air kapal |
| d | Diameter poros dalam (m), diameter rantai dalam (<i>inch</i>) |
| Δ | <i>Displacement</i> kapal dalam (ton) |
| DDT | Perubahan <i>displacement</i> karena kapal mengalami <i>trim</i> buritan sebesar 1 cm (<i>displacement due to one centimeter change of trim by stern</i>) dalam (ton) |

| | |
|--------------|---|
| $d\phi$ | Sudut kemiringan |
| D_o | Diameter optimum baling-baling dalam (m) |
| D_{prop} | Diameter baling-baling dalam (m) |
| e | Deck stringer dalam (mm) |
| E | Panjang efektif bangunan atas dalam (m) |
| EHP | Effectif horse power dalam (HP) |
| f | Ratio untuk lambung timbul fb/H' |
| F | Disk area of the screw dalam (m^2), letak lambung timbul untuk <i>fresh water load line</i> dalam (m) |
| F_a | Develoved blade area dalam (m^2) |
| F_a/F | Blade area ratio propeller |
| fb | Freeboard (lambung timbul) dalam (m) |
| F_n | Angka frounde |
| FP | Fore perpendicular (garis tegak haluan) |
| FP | Projected area of the blades dalam (m) |
| Fp' | Projected blade area dalam (m^2) |
| Fp/F_a | Develoved blade area ratio |
| FS | Frame spacing (jarak gading) dalam (m) |
| F_s | Lambung timbul minimum dalam (m) |
| γ | Berat jenis minyak $0,865 t/m^3$, berat jenis air laut $1,025 t/m^3$ |
| g | Gaya gravitasi $9.81 m/dt^2$ |
| GG' | Free surface dalam (m) |
| GM | Tinggi metasentra melintang dalam (m) |
| h | Jarak ordinat ($L_{pp}/Station$), tinggi bangunan atas, tinggi center gieder, tinggi efektif diukur dari garis muat sampai puncak teratas rumah geladak dalam (m), deck load (beban geladak) dalam kN/m^2 |
| h' | Tinggi dari uppermost continuos deck samapi ke puncak rumah geladak dalam (m) |
| H | Tinggi kapal dalam (m) |
| H_{rudder} | Tinggi daun kemudi dalam (m) |
| H' | $H - ML$ dalam (m) |

| | |
|------------------|---|
| H_{min} | Minimum bow height (tinggi haluan minimum) dalam (m) |
| Ho/D | Pitch ratio baling-baling |
| ηH | Efisiensi badan kapal $(1 - t) / (1 - w)$ |
| η_{po} | Efisiensi baling-baling |
| η_{rr} | Efisiensi rotary relatif |
| h_{st} | Tinggi standar bangunan atas dalam (m) |
| I | Momen inersia dalam (m ⁴) |
| KB | Jarak / letak titik tekan vertical dari lunas dalam (m) |
| KG | Jarak / letak titik berat vertical lunas dalam (m) |
| KM | Jarak / tinggi metasentra melintang dari lunas dalam (m) |
| KM_L | Jarak / letak metasentra memanjang dalam (m) |
| L | Jarak memanjang tangki, panjang ruangan dalam (m), berat barang bawaan dalam (kg) |
| L' | Panjang poop / forecastle, panjang untuk ruangan dalam (m) |
| $L/\nabla^{1/3}$ | Rasio panjang - displacement |
| LCB | Jarak / letak titik tekan memanjang dari tengah kapal dalam (m) |
| LCF | Jarak / letak titik apung dari tengah kapal dalam (m) |
| LCG | Jarak / letak titik berat dari tengah kapal dalam (m) |
| Loa | Length over all (panjang keseluruhan) dalam (m) |
| Lpp | Length between perpendiculars (panjang antara garis tegak) dalam (m) |
| Lwl | Length water line (panjang garis air) dalam (m) |
| LWT | Light weight ton (berat kapal kosong) dalam (ton) |
| μ | Koefisien permeabilitas |
| ML | Margin line (batas dalam dari bulkhead deck) 76 mm |
| MTC | Momen untuk mengubah trim 1 cm dalam (t/m) |
| n | Jumlah station, putaran baling-baling per detik (rps) |
| N | Putaran baling-baling (rpm) |
| $P - P_v$ | Beda tekanan static pada sumbu baling-baling dalam (kg/m ²) |
| P | Berat rata-rata ABK dalam (kg) |
| R | Radius of bilge (jari-jari bilga) dalam (m) |
| R_{AA} | Hambatan udara dalam (kg) |

| | |
|------------|--|
| R_f | Hambatan gesek dalam (kg) |
| R_n | Angka Reynolds |
| R_r | Hambatan sisa dalam (kg) |
| R_T | Hambatan total dalam (kg) |
| S | Letak lambung timbul untuk <i>summer load line</i> (dalam 9m), <i>sheer credit</i> (faktor yang akan ditampilkan terhadap <i>sheer</i>), angka kosong dalam (kg), jarak dalam (m), jarak pelayaran dalam (mil), luas permukaan bidang basah badan kapal dalam (m^2) |
| S_I | Luas permukaan bidang basah badan dan anggota badan kapal dalam (m^2) |
| σ | Angka kavitasi |
| S_a | <i>Sheer</i> bagian belakang kapal dalam (m) |
| S_{AH} | <i>Sheer credit</i> pada buritan kapal dalam (m) |
| S_f | <i>Sheer</i> bagian depan kapal dalam (m) |
| S_{FH} | <i>Sheer credit</i> pada haluan kapal dalam (m) |
| S_m | <i>Volume chain locker</i> untuk panjang rantai jangkar 100 <i>fathom</i> (183 m) dalam (m^3) |
| T | Sarat air kapal dan lambung timbul untuk <i>fresh water load line</i> dalam (m) |
| T_r | Gaya dorong (<i>thrust</i>) dalam (kg) |
| t | Tebal pelat dalam (mm) |
| T_b | Sarat air pada buritan kapal dalam (m) |
| tb | <i>Trim</i> buritan dalam (m) |
| TEU | <i>Twenty feet equivalent unit</i> |
| TF | Letak lambung timbul untuk <i>fresh water load line</i> dalam (m) |
| th | <i>Trim</i> haluan dalam (m) |
| Th | Sarat air pada haluan kapal dalam (m) |
| TPC | Ton per 1 cm (<i>ton per centimeter immersion</i>) dalam (ton) |
| T_R | <i>Rolling Periode</i> (waktu oleng) kapal dalam (<i>second</i>) |
| υ | Faktor pengisapan |
| V | <i>Volume chain locker</i> , volume total dari semua ruangan tertutup dalam kapal (m^3) |
| ∇ | <i>Volume displacement</i> kapal dalam (m^3) |

| | |
|---------------|--|
| V_a | Kecepatan maju baling-baling dalam (m/dt) |
| V_c | Volume total dari ruang muat dalam (m^3) |
| V_s | Kecepatan kapal dalam (knot, m/dt) |
| W | <i>Displacement</i> kapal dalam (ton), letak lambung timbul untuk <i>winter load line</i> dalam (m) |
| w | Faktor arus ikut <i>taylor</i> |
| $W_{el\ agg}$ | <i>Weight electrical aggregate</i> (berat instalasi listrik) dalam (ton) |
| W_{ep} | <i>Weight complete of engine plan</i> (berat permesinan) dalam (ton) |
| W_{fo} | <i>Weight of fuel oil</i> (berat bahan bakar) dalam (ton) |
| W_{fw} | <i>Weight of fresh water</i> (berat air tawar) dalam (ton) |
| W_{lo} | <i>Weight of lubricated oil</i> (berat minyak pelumas) dalam (ton) |
| WNA | Letak lambung timbul untuk <i>winter north atlantic load line</i> dalam (m) |
| W_{o+a} | <i>Weight of outfitting & accommodation</i> (berat perlengkapan dan akomodasi) dalam (ton) |
| W_{or} | <i>Weight of reserve</i> (berat cadangan) dalam (ton) |
| W_{ow} | <i>Others weight</i> (berat lainnya) dalam (ton) |
| W_{p+l} | <i>Weight of person and luggage</i> (berat ABK dan barang bawaan) dalam (ton) |
| W_{pl} | <i>Weight of pay load</i> (berat muatan) dalam (ton) |
| W_{prop} | <i>Weight of propeller</i> (berat baling-baling) dalam (ton) |
| W_{prov} | <i>Weight of provision</i> (berat makanan) dalam (ton) |
| W_{sh} | <i>Weight of shafting</i> (berat poros) dalam (ton) |
| W_{st} | <i>Weight of steel</i> (berat baja kapal) dalam (ton) |
| Y | $= h - h_{st}$ dalam (m) |
| Z | Angka petunjuk untuk jangkar, jumlah daun baling-baling, jumlah ABK, <i>section modulus</i> dalam (cm^3) |

ABSTRAKSI

Tugas Pra-Rancangan ini membahas tentang Kapal *Tanker Double Hull* 36.000 *DWT* dengan metode *trial and error* dan dengan menggunakan metode kapal pembanding. Selain itu juga menggunakan referensi-referensi yang ada dalam perhitungan serta pertimbangan yang tepat. Memiliki kecepatan dinas 18,00 *knot* dengan daya jelajah ± 1808 mil laut dengan rute Cilacap – Balikpapan – Cilacap, sehingga didapatkan ukuran pokok dari kapal yang dirancang adalah :

- *Length Between Perpendicular (LPP)* : 174,00 m
- *Length Over All (LOA)* : 191,40 m
- *Length Water Line (LWL)* : 177,48 m
- *Breadth (B)* : 28,40 m
- *Height (H)* : 16,80 m
- *Draft (T)* : 11,00 m
- *Coefficient Block (Cb)* : 0,808
- *Coefficient Midship (Cm)* : 0,995
- *Coefficient Prismatic (Cp)* : 0,812
- *Coefficient Water Line (Cw)* : 0,866
- *Speed (Vs)* : 18 Knot

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Seperti yang kita ketahui Indonesia terkenal sebagai Negara kepulauan atau *Archipelago State*. Sebagian besar wilayah Indonesia adalah perairan yang terdiri dari pulau besar dan pulau-pulau kecil yang mengandung berbagai macam potensi kekayaan alam yang sangat menguntungkan, seperti panorama alam, ikan, bahan tambang, minyak bumi bawah laut dan berbagai jenis lainnya. Dengan perairan yang sangat luas dan mengandung potensi alam tersebut, penanganannya pun harus dilakukan oleh orang-orang yang mengerti dan mempunyai keahlian di bidangnya agar dapat bermanfaat sesuai dengan fungsinya.

Dengan memperhatikan keadaan geografis wilayah Indonesia tersebut kita tidak hanya memikirkan potensi alam yang terkandung di dalamnya saja, tetapi juga harus memikirkan untuk mengembangkan potensi tersebut dengan mengolah dan mengeksplorasi ke dalam negeri maupun ke luar negeri sesuai dengan peraturan dan ketentuan yang ada.

Untuk melakukan semua itu diperlukan sarana yang bisa menunjang hal tersebut. Kapal laut dengan berbagai fungsinya merupakan salah satu sarana penunjang yang bias digunakan. Baik kapal tersebut digunakan sebagai sarana transportasi (kapal penumpang), sarana perdagangan (kapal *tanker*, kapal *container*, kapal barang, kapal ikan, dan lain-lain), sarana pendidikan (kapal riset *gempa*), sarana pertahanan dan keamanan (kapal patroli, kapal polisi, kapal selam, kapal angkatan laut).

Indonesia adalah salah satu dari sekian banyak negara penghasil minyak, sehingga minyak merupakan salah satu faktor penting untuk penunjang pembangunan di Indonesia. Untuk melancarkan kegiatan masyarakat, Pertamina mempunyai system distribusi dengan kantor-kantor, terminal samudra, depot-

depot, stasiun-stasiun pengisian bahan bakar untuk umum dan fasilitas *refueling* dilapangan udara yang tersebar di berbagai kota.

Untuk mengimbangi kebutuhan BBM yang terus meningkat dari tahun ke tahun, perbekalan dalam negeri harus terus mengikuti perkembangan, dengan meningkatkan mutu pelayaran dan meluaskan operasi pelayaran sampai ke pedesaan dan daerah-daerah terpencil di seluruh Indonesia. Peremajaan, perubahan dan penambahan sarana operasi terus diadakan meliputi fasilitas timbun, pelayaran dan angkutan.



Gambar 1. Peta Lokasi Kilang Minyak Di Indonesia

Perbaikan dan penambahan fasilitas timbun meliputi pembangunan depot-depot, tangki-tangki dan dermaga-dermaga minyak diberbagai tempat. Fasilitas pelayaran ditingkatkan dengan penambahan dan pembangunan fasilitas bunker di pelabuhan-pelabuhan, stasiun pompa bensin umum, fasilitas dan depot-depot *mini* untuk pengisian bahan bakar pesawat di pelabuhan udara. Untuk tempat-tempat terpencil yang sukar dicapai oleh kapal *tanker* ukuran besar, maka dapat menggunakan kapal *tanker* berukuran kecil.

I.2 MAKSUD DAN TUJUAN

Tujuan dari merancang kapal ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana strata satu (S-1) jurusan teknik perkapalan.
2. Merancang merancang kapal yang ekonomis, menguntungkan dan memuaskan. Sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan dalam dunia perkapalan dan juga sesuai dengan pesanan *owner*.
3. Mendesain kapal minyak sesuai dengan ketentuan dan persyaratan yang berlaku.
4. Agar dapat menjadi acuan untuk mahasiswa/i selanjutnya dengan pemikiran yang kreatif dan inovatif, sehingga segala kekurangan dapat di perbaiki sesuai dengan perkembangan teknologi dan zaman sehingga untuk seterusnya menjadi sempurna.

I.3 KARAKTERISTIK KAPAL

Kapal Tanker adalah kapal yang mengangkut muatan berupa minyak. Karena kapal tanker ini termasuk dalam jenis kapal tangki sehingga syarat-syarat yang diperlukan oleh suatu kapal laut berlaku pula untuk kapal tangki. Namun demikian berbeda dengan jenis kapal umum lainnya seperti kapal ikan, kapal barang mempunyai fungsi operasional yang berbeda. Kapal tanker digunakan untuk mengangkut minyak. Dengan demikian konstruksi dan desain kapal tanker berbeda dengan konstruksi kapal ikan maupun dengan kapal cargo.

I.4 PEMBATALAN MASALAH

Dalam tugas merancang ini yang akan menjadi pembahasan adalah perencanaan kapal *tanker* 36000 DWT dengan kecepatan dinas 18 knot dan memiliki daya jelajah 1808 mil laut dengan rute Cilacap – Balikpapan – Cilacap. Selain itu tugas ini dibatasi dengan pembatasan tentang :

1. Pra Pancangan
2. Rencana Garis (*Lines Plan*)
3. Perhitungan *Hydrostatic* dan *Bonjean*

4. Rencana Umum Awal (*General Arrangement*)
5. *Tonnage* dan Lambung Timbul
6. Kapasitas Tangki (*Capacity Plan*)
7. Bukaannya Kulit (*Shell Exspansion*)
8. Penampang Tengah (*Mid Ship*)
9. *Construction Profil*
10. Kekuatan

I.5 PERINSIP DAN METODE PERANCANGAN

Dalam penentuan ukuran utama sebuah kapal adalah tidak ada yang baku, dimana setiap prosedur mempunyai keunggulan dan kelemahan masing-masing. Maka pemilihan prosedur ini adalah tergantung kepada perancangannya, tetapi tentunya harus sesuai dengan persyaratan owner, yaitu:

a. Tipe Kapal

Pertimbangan ini sangat penting untuk mengetahui jenis kapal yang direncanakan agar nantinya dapat didesign sesuai kriteria baik dari segi teknik seperti; konstruksi, stabilitas jenis muatan, dan segi ekonominya

b. Daya Muat

Pertimbangan ini diambil untuk merencanakan estimasi ukuran utama kapal, disesuaikan dengan banyaknya muatan yang diangkut dan untuk menentukan displasment kapal sehingga efisiensi ruangan dapat terjaga

c. Kecepatan Kapal

Pertimbangan ini diambil untuk merencanakan dan menentukan daya/tenaga penggerak utama serta perlengkapan lainnya pada kamar mesin. Serta pemakaian bahan bakar, pelumas dan lainnya selama pelayaran

d. Trayek

Pertimbangan ini diambil untuk menentukan jarak operasional kapal sehingga waktunya dapat dihitung dan disiapkan perlengkapan yang dibutuhkan sesuai waktu dan kondisi pelayaran selama berlayar.

Untuk merancang kapal sesuai dengan ilmu dan teori tentang perkapalan, dewasa ini dikenal beberapa metode perancangan kapal. Tugas merancang kapal ini menggunakan metode :

1. Metode Kapal Pemanding (*Comparision Ship Method*)
2. Metode Uji Coba (*Trail and Error*)

Dengan cara melakukan pendekatan dalam perhitungan, hasilnya harus sesuai dengan batasan rumus. Bila terjadi kesalahan maka diperbaiki kembali. Rumus-rumus yang digunakan selain menurut pada *literature* juga banyak menggunakan rumus *empiris*, yang merupakan hasil penelitian dan percobaan.

Maksud pemilihan metode kapal pemanding adalah karena metode ini relative mudah dan adanya kepastian dan ketelitian terhadap keseluruhan berat dan control harga ukuran utama kapal yang ditentukan terlebih dahulu, sedangkan metode iterasi diperlukan untuk penentuan semua materi yang penting dengan ketelitian yang dikehendaki, adanya control berupa koreksi pada akhir perhitungan. Keuntungan dari metode ini adalah desain dapat lebih baik, kecepatan dan kesederhanaan, mengurangi resiko kesalahan. sedangkan kerugiannya adalah ketergantungan pada kapal pemanding, Kreatifitas kurang, kesalahan bisa terjadi tanpa disengaja.

I.6 DATA AWAL PERANCANGAN ATAU KAPAL PEMBANDING

Dalam tahap penyusun merancang kapal, yang pertama harus dilakukan adalah Prarancangan (*Preliminary Design*) yang diawali dengan sketsa rencana umum dari kapal yang akan dirancang dengan mendekati kapal pemanding. Pada tahap prarancangan ini adalah untuk menentukan dimensi atau ukuran utama kapal. Prosedur ini penting, sebab hasil ukuran utama ini akan digunakan dalam proses perhitungan dan perancangan selanjutnya. Untuk mendapatkan ukuran utama pada rancangan ini menggunakan metode kapal pemanding dan berbagai macam rumus pendekatan. Adapun ukuran-ukuran yang telah ditentukan pada kapal rancangan adalah sebagai berikut :

- Jenis Kapal : Tanker *Double Hull*
- *DWT* : 36.000 Ton
- Kecepatan dinas : 18 knot
- Rute Pelayaran : Cilacap – Balikpapan - Cilacap
- Radius pelayaran : 1808 mil laut
- Kenegaraan/Bendera : Indonesia
- Klasifikasi : *Nippon Kaiji Kyokai (NKK)*

Adapun dimensi utama kapal pemanding yang akan digunakan sesuai estimasi sem antara, adalah sebagai berikut :

| | |
|-----------------------------------|------------------------|
| Nama Kapal | : MT. Durgandini |
| <i>Length Over All (LOA)</i> | : 179.93 m |
| <i>Length Perpendicular (LPP)</i> | : 172.00 m |
| <i>Breadth mld (B)</i> | : 28.00 m |
| <i>Depth mld (D)</i> | : 16.60 m |
| <i>Draft (d)</i> | : 11.00 m |
| <i>Deadweight</i> | : 34793 MT |
| <i>Gross Tonnage</i> | : 21810 |
| <i>Cargo Capacity (100% vol)</i> | : 40274 m ³ |

Main Engine : *Mitsui Man-B&W 6550 MC x 1 set*
M.C.O 7855 kW (10680PS) AT about 119 Rpm
(AT CSO with 10% SM)

Service Speed (Vs) : *15.0 knots*

Classification : *Nk Ns* (Tanker Oils-Flashpoint Below 60⁰)*
(TOB) (ESP)
*MNS**

