

3100098009987

2061

TUGAS AKHIR
NE 1701

**STUDI TEKNO EKONOMI
PEMAKAIAN BOW THRUSTER
PADA KAPAL CARAKA JAYA III
UNTUK KEPERLUAN MANUVER DI PELABUHAN**



RSke
623.873
Bud
S-1

1997

Oleh :

ASWIN BUDIWIBAWA
4292 100 032


**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1997**

**STUDI TEKNO EKONOMI
PEMAKAIAN BOW THRUSTER
PADA KAPAL CARAKA JAYA III
UNTUK KEPERLUAN MANUVER DI PELABUHAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sistem Perkapalan**

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Hari Prastowo', is written over a faint blue circular stamp. The stamp contains text that is mostly illegible but appears to be from a university or institution.

18/03/97

**Ir. HARI PRASTOWO, M.Sc
NIP. 131 933 294**

**SURABAYA
1997**



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

Kampus ITS Sukelilo, Surabaya 60111, Telp 5947254, 5947274

Pesw. 262, 5948757, Fax. 5947254

TUGAS AKHIR (NE. 1701)

Nama : Aswin Budiwibawa
Nomor Pokok : 4292 100 032
Tanggal diberikan tugas : 10 September 1996
Tanggal diselesaikan tugas : Februari 1997

JUDUL KARYA TULIS :

**STUDI TEKNO EKONOMI PEMAKAIAN BOW TRIHUSTER
PADA KAPAL CARAKA JAYA III UNTUK KEPERLUAN
MANUEVER DI PELABUHAN**

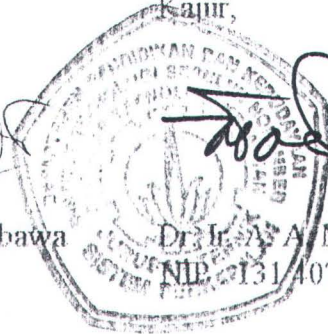
Dosen Pembimbing,

Ir. Hari Prastowo, MSc
NIP : 131 993 294

Mahasiswa,

Aswin Budiwibawa
4292 100 032

Surabaya, Desember 1996
Kapur,



Dr. Ir. A. A. Masroeri, MEng
NIP 131 407 591

1 copy untuk : Arsip Jurusan
1 copy untuk : Arsip Dosen Pembimbing
1 copy untuk : Arsip Mahasiswa Ybs.

file:tabaru

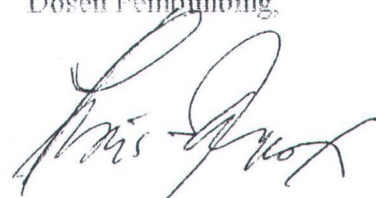
**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN**

DAFTAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR (TNI701)

Nama : ASWIN BUDIWIBAWA
 RP : 4292100032
 Dosen Pembimbing : Ir. HARI PRASTOWO, M.Sc.
 IP : 131933294
 Judul Tugas Akhir : **STUDI TEKNO EKONOMI PEMAKAIAN BOW THRUSTER
PADA KAPAL CARAKA JAYA III UNTUK KEPERLUAN
MANUVER DI PELABUHAN**

No.	Tgl	KEMAJUAN	T.T dos.	No.	Tgl	KEMAJUAN	T.T dos.
1	18/11/96	Konsultasi I	hps-	10			
2	21/11/96	Konsultasi dasar teori	hps-	11			
3	28/11/96	Mr. teori, (BEP, IRR, dll)	hps-	12			
4	07/12/96	Pendapat atas kapal Caraka Jaya (DAB III)	hps-	13			
5	11/01/97	JO, perhitungan luas luas, dll	hps-	14			
6	24/02/97	Hasil analisa, dll	hps-	15			
7	03/03/97	Analisa & kesimpulan	hps-	16			
8	05/03/97	final check	hps-	17			
9				18			

Keterangan : 1. Siap diuji ✓ hps-
 2. Belum siap diuji
 3. Waktu diperpanjang
 4. Tugas dibatalkan

Surabaya, 05/03/ 1997
 Dosen Pembimbing

 Ir. HARI PRASTOWO, M.Sc.

NIP. 131933294

ABSTRAK

Pertimbangan mengenai kemampuan olah gerak kapal sering kurang mendapatkan porsi pada waktu perencanaan kapal bangunan baru. Akibatnya banyak kita jumpai kapal-kapal mengalami kesulitan untuk melakukan manuver apabila ruangnya relatif kecil, seperti lingkungan pelabuhan. Padahal untuk kapal-kapal komersial sering menjumpai situasi seperti ini. Akhirnya kapal harus menunggu bantuan kapal tunda dan membayar jasa tunda tersebut.

Permasalahan lain timbul apabila pada pelabuhan yang disinggahi jumlah kapal tunda yang tersedia tidak seimbang dengan jumlah kedatangan kapal. Maka kapal harus menunggu datangnya kapal tunda tanpa ada kegiatan yang efektif bisa dikerjakan atau bisa dikatakan menambah WTN kapal (Waiting Time Net).

Peralatan khusus untuk manuver kapal dirancang untuk bisa mengatasi keadaan ini, yang salah satunya adalah bow thruster. Akan tetapi keputusan untuk memakai bow thruster ini tidak bisa diambil begitu saja. Pertimbangan teknis dan ekonomis haruslah dimasukkan terutama untuk kapal-kapal komersial. Karena kita tidak bisa mengeluarkan investasi begitu saja apabila tidak menguntungkan.

Karena itu perlu kiranya dilakukan studi secara teknis dan ekonomis agar kita bisa mengetahui keuntungan maupun kerugian apabila kita memutuskan untuk memakai bow thruster ini.

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan

Abstrak

Daftar Isi

Daftar Gambar

Daftar Tabel

Kata Pengantar

Ucapan Terima Kasih

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar belakang	I-1
I.2 Perumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah	I-3
I.4 Tujuan dan Relevansi	I-3
I.5 Metodologi	I-4
I.6 Sistematika	I-6

Bab II Diskripsi Umum Bow Thruster

Bab III Dasar Teori

III.1 Hidrodinamik Pada Kecepatan Kapal Nol	III-1
III.2 Rating Bow Thruster Pada Kecepatan Nol	III-5
III.3 Penerapan Instalasi Bow Thruster	III-9
3.1 Aspek Pelayaran Untuk Bow Thruster dan Stern Thruster	III-9
3.2 Manuver Memutar	III-11
3.3 Stern Thruster Pada Kecepatan Nol	III-12
III.4 Desain Bow Thruster	III-12
4.1 Panjang Tunel dan Peletakan Propeller Thruster	III-13



4.2 Pengaruh Konfigurasi Tunnel	III-13
4.3 Kisi Pelindung	III-15
III.5 Thrust Untuk Bow Thruster	III-17
5.1 Perhitungan Tahanan	III-17
5.2 Perhitungan Thrust dan Power	III-19
5.3 Gaya-gaya Yang Diterima Badan Kapal	III-21
5.4 Koefisien Gaya-gaya Pada Badan Kapal	III-22
III.6. Analisa Ekonomis	III-23
6.1 Metode Payback Periode	III-23
6.2 Metode Break Event Point	III-24
6.3 Metode Net Present Value	III-25
6.4 Metode Internal Rate of Return	III-25
bab IV Tinjauan Pada Kapal Caraka Jaya III	
IV.1 Perhitungan Thrust Untuk Bow Thruster	IV-2
1.1 Luasan Proyeksi Daerah Memanjang Dibawah Garis Air	IV-2
1.2 Luasan Daerah Diatas Permukaan Air	IV-5
1.3 Mencari Titik Berat Luasan Dibawah Garis Air	IV-8
1.4 Mencari Titik Berat Luasan Diatas Garis Air	IV-11
1.5 Perhitungan Tahanan	IV-15
1.6 Kecepatan Belok Dengan Bow Thruster	IV-22
1.7 Gaya Untuk Transvering Motion	IV-22
1.8 Manuver Memutar Tanpa Bow Thruster	IV-23
IV.2 Tinjauan Prosedur Pelayanan Kapal Masuk Pelabuhan	IV-25
IV.3 Variabel-variabel Yang Dibutuhkan	IV-30
3.1 Nilai Investasi	IV-31
3.2 Pendapatan	IV-32
3.3 Biaya Operasional	IV-33
3.4 Penyusutan	IV-34
IV.4 Analisa	IV-35

4.1 Analisa Payback Periode	IV-35
4.2 Analisa Break Event Point	IV-35
4.3 Analisa Net Present Value	IV-36
4.4 Analisa Internal Rate of Return	IV-37

ab V Kesimpulan

atrar Pustaka

mpiran

Daftar Gambar

Gambar I.1 Diagram alir metodologi penulisan	I-5
Gambar II.1 Aliran melintang V_j' pada luasan A_t dan thrust reaksi T	II-3
Gambar II.2 Definisi sket manuver memutar	III-6
Gambar III.3 Defini sket untuk menghitung hidrodinamik	III-6
Gambar III.4 Diagram desain lateral thruster	III-9
Gambar III.5 Manuver memutar	III-11
Gambar III.6A Instalasi bow thruster	III-15
Gambar III.6B Kisi pelindung	III-16
Gambar III.7 Proyeksi memanjang kapal	III-19
Gambar III.8 Sket gaya-gaya pada badan kapal	III-20
Gambar IV.1 Proyeksi luasan kapal memanjang	IV-3
Gambar IV.2 Luasan proyeksi permukaan kapal dibawah air	IV-3
Gambar IV.3 Luasan proyeksi permukaan diatas air	IV-5

Daftar Tabel

bel 1 Karakteristik unjuk kerja beberapa type reversible bow thruster	II-1
bel 2 Hasil perhitungan luasan kapal dibawah garis air	IV-4
bel 3 Hasil perhitungan luasan kapal diatas air	IV-6
bel 4 Perhitungan titik berat luasan dibawah garis air	IV-10
bel 5 Perhitungan titik berat luasan diatas garis air	IV-13
bel 6 Estimasi kebutuhan jam orang	IV-31
bel 7 Perkiraan laju aliran kas	IV-37



Daftar Tabel

bel 1 Karakteristik unjuk kerja beberapa type reversible bow thruster	II-1
bel 2 Hasil perhitungan luasan kapal dibawah garis air	IV-4
bel 3 Hasil perhitungan luasan kapal diatas air	IV-6
bel 4 Perhitungan titik berat luasan dibawah garis air	IV-10
bel 5 Perhitungan titik berat luasan diatas garis air	IV-13
bel 6 Estimasi kebutuhan jam orang	IV-31
bel 7 Perkiraan laju aliran kas	IV-37

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berjudul :

STUDI TEKNO EKONOMI PEMAKAIAN BOW THRUSTER

PADA KAPAL CARAKA JAYA III

UNTUK KEPERLUAN MANUVER DI PELABUHAN

Karya tulis ini mempunyai beban 6 SKS dan diajukan guna memenuhi salah satu syarat akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Akhirnya penulis berharap semoga karya tulis ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Surabaya, Maret 1997

Penulis

Ucapan Terima Kasih

Dengan penuh ketulusan dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak dibawah ini :

1. Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc, dosen pembimbing, atas bimbingan yang telah diberikan selama ini.
2. Bapak Ir. Asianto, dosen wali, atas nasehat-nasehat yang telah diberikan kepada penulis.
3. Bapak DR.Ir. A.A. Masroeri, MEng, selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, FTK - ITS.
4. Bapak Ir. Masyudi (PT PAL), Bapak Ir. Sutak (PT Pelayaran Meratus), Bapak Ir. Adi Hardono (PT PELINDO III) atas kesedian waktunya mencarikan data-data.
5. Bapak Ibu serta adik-adik di Maospati,atas dukungan moral dan material yang telah diberika selama ini. Semoga saya bisa menjadi anak yang berbakti serta kakak yang bisa diteladani.
6. Ade' Retno Yuli P., yang selalu dan selalu memberikan ide serta motivasi.
7. Bambang serta Haris atas kerelaan memberikan fasilitas-fasilitasnya.
8. Edy, Sriyanto, Gangga, Yunianto, Made, serta rekan-rekan '92, juga seluruh mahasiswa Sistem Perkapalan tercinta.
9. Widi, Manan, Awang, atas bantuan-bantuannya.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Tiada kata yang pantas untuk mengungkapkan rasa terima kasih penulis kepada pihak-pihak yang telah disebutkan di atas. Hanya Allah Yang Maha Pengasih yang akan memberikan balasan atas kebaikan-kebaikan Anda.

Ammin.



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Penelitian tentang kemampuan olah gerak kapal sampai saat ini terus berkembang. Peralatan khusus dirancang untuk memberi kemampuan manuver kapal yang handal. Kemampuan ini untuk mengatasi kelemahan kapal-kapal besar dalam hal manuver di tempat yang sempit seperti di lingkungan pelabuhan ataupun untuk keadaan-keadaan khusus. (Harrington, 1992)

Untuk kapal-kapal yang mempunyai dimensi relatif besar memang sulit untuk melakukan manuver jika ruangnya terbatas. Dengan latar belakang ini para ahli merancang suatu peralatan khusus untuk manuver kapal pada low atau zero ship's speed. Salah satunya adalah bow thruster, yaitu dengan memasang propeller pada sebuah tunnel melintang kapal pada bagian bow-nya. Prinsip kerja bow thruster adalah memberi gaya dorong di bagian haluan kapal sehingga kapal berganti arah sesuai dengan gaya yang diberikan.

Bertolak dari hal diatas kita menyadari bahwa pertimbangan kemampuan manuver kapal pada saat dirancang memiliki porsi yang relatif kecil. Metode empiris secara kasar dipakai untuk memilih luasan daun kemudi dan sedikit pertimbangan yang dilakukan yang berkaitan dengan akibat yang ditimbulkan dari efek bentuk hull.

Pada kapal-kapal yang panjang, displacement besar, koefisien blok besar (full bow and stern) dan draft yang dalam, tidak stabil arak gerakannya, tidak dapat maju lurus adalah gerakan operasional kapal terbanyak dan terbana. Disamping itu pada kondisi emergency (saat hujan, berkabut, keadaan gelap, perairan berkarang)

kapal-kapal tersebut harus mampu melakukan manuver dengan cepat untuk menghindari bahaya. Juga pada daerah pelayaran yang sempit misalnya pelabuhan, kanal dan selat, kapal type ini berlayar dengan kecepatan yang rendah sehingga kecepatan aliran yang melewati daun kemudi thrustnya tidaklah mencukupi untuk melakukan manuver. Untuk menjaga agar kapal mampu berlayar dengan lurus, mampu melakukan manuver pada kondisi emergency dan di daerah-daerah sempit maka diperlukan alat manuvering tambahan seperti halnya bow thruster.

Bow thruster efektif dipakai untuk keperluan kapal merapat dipelabuhan. Disamping dari segi waktu yang efisien, pemakaian bow thruster menjadikan kapal lebih independen dari bantuan jasa kapal tunda. Dengan memakai jasa kapal tunda kita akan dikenai biaya tunda, harus menunggu kedatangan kapal tunda, yang semuanya ini akan menambah biaya operasional kapal. Pertimbangan mengenai biaya operasional ini sangat diperhitungkan untuk kapal komersial yang mempunyai rute pelayaran yang relatif pendek.

Dengan pertimbangan-pertimbangan diatas perlu kiranya dilakukan studi secara teknis dan ekonomis pemakaian bow thruster pada kapal komersial seperti kapal Caraka Jaya Niaga III.

2. Perumusan masalah

Dari studi yang dikerjakan ini dirumuskan mengenai besarnya daya thrust yang diperlukan oleh kapal Caraka Jaya Niaga III. Penentuan besarnya daya ini dipengaruhi oleh variabel-variabel lain seperti tahanan yang diterima kapal akibat dari gerakannya (gerakan memutar/manuver), dan lain sebagainya.

Dalam studi ini juga akan diperhitungkan permasalahan perbandingan biaya-biaya yang diperlukan bila kita memakai bow thruster dengan apabila kita menggunakan jasa kapal tunda. Perlu diketahui bahwa biaya-biaya yang berhubungan dengan pemakaian bow thruster antara lain adalah biaya instalasi, biaya operasional dan biaya perawatan. Total biaya ini akan dibandingkan dengan jasa kapal tunda. Dari sini apakah pemakaian bow thruster pada kapal Caraka Jaya Niaga III menguntungkan atau tidak.

1.3. Batasan masalah

Untuk melakukan studi ini kita bisa melakukan dengan kondisi yang kita tidak bisa meramalkannya. Oleh karena itu perlu kiranya diambil batasan-batasan untuk lebih memudahkan kita melakukan studi. Dalam hal ini batasan-batasan yang diambil antara lain bahwa perhitungan dilakukan dibatasi hanya pada kapal Caraka Jaya Niaga III.

Selanjutnya permasalahan manuver kapal tidak dibahas. Aspek teknis kapal tunda tidak kita bahas. Pada masalah konstruksi adanya bow thruster ini, pembahasan tidak akan ditekankan kearah ini. Pembahasan yang dilakukan adalah mengenai penentuan lokasi serta bagaimana bentuk tunnelnya. Akan dibahas pula efek dari pemilihan posisi bow thruster.

Untuk peralatan bow thruster, permasalahan sistem kontrol tidak masuk dalam kajian karena yang difokuskan pada masalah perbandingan biaya.

1.4 Tujuan dan relevansi

Dengan melakukan studi mengenai teko ekonomi pemakaian bow thruster ini kita akan mengetahui faktor-faktor teknis yang mempengaruhi penentuan daya thrust

untuk bow thruster. Pengetahuan kita mengenai peralatan bow thruster itu sendiri juga semakin mendalam.

Faktor-faktor ekonomis yang berpengaruh terhadap perencanaan sistem bow thruster dapat kita pelajari, sehingga kita bisa juga menentukan faktor ekonomis yang mempengaruhi pemilihan sistem permesinan secara umum. Secara khusus studi ini bertujuan untuk menentukan layak tidaknya (dari segi teknis dan ekonomis) pemakaian bow thruster pada kapal Caraka Jaya Niaga III.

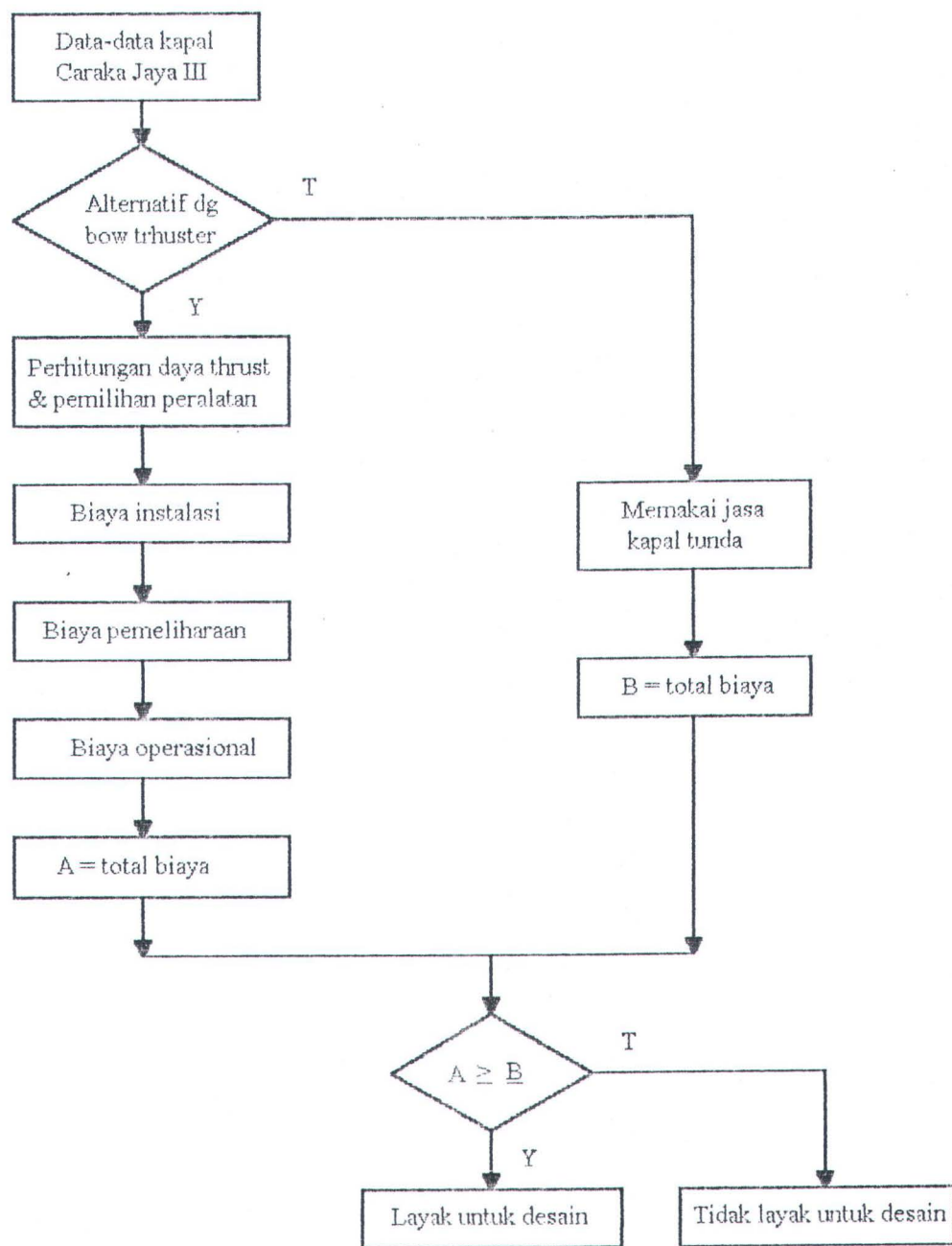
Setelah mempelajari isi dari tujuan ini diharapkan bisa menjadikannya sebagai referensi dalam melakukan studi kelayakan pemilihan suatu sistem permesinan. Diharapkan juga ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk perencanaan kapal Caraka Jaya Niaga III untuk periode yang akan datang.

1.5. Metodologi

Dalam melakukan studi ini metodologi yang digunakan secara umum adalah studi literatur yang berkaitan dengan masalah bow thruster dan masalah prosedur pemakaian jasa kapal tunda. Selanjutnya adalah mencari data sekunder mengenai ukuran utama kapal Caraka Jaya Niaga III berikut rute pelayarannya, data-data mengenai tarif jasa kapal tunda, serta data tentang harga bow thruster. Langkah selanjutnya adalah menghitung daya thrust yang diperlukan oleh kapal Caraka Jaya Niaga III. Setelah memilih peralatan, kita menghitung biaya instalasi, melakukan pendekatan mengenai biaya pemeliharaan dan biaya operasional.

Jumlah harga diatas kemudian dibandingkan dengan biaya jasa kapal tunda untuk range waktu yang ditentukan. Apabila harga biaya pemakaian bow thruster lebih besar atau sama dengan biaya pemakaian jasa kapal tunda maka dianggap pemakaian

bow thruster tersebut tidak layak/rugi. Untuk lebih jelasnya diagram alir metodologi ini dapat kita lihat pada gambar 1.1.



Gb. 1.1. Diagram alir metodologi penulisan

1.6. Sistematika

Sistematika penulisan tugas akhir adalah sebagai berikut :

abstrak

Bab I : Pendahuluan

Berisi latar belakang penulisan, perumusan masalah, batasan, metodologi serta sistematika penulisan.

Bab II : Diskripsi umum bow thruster

Berisi gambaran umum bow thruster, sistem dan pengoperasiannya

Bab III : Dasar teori

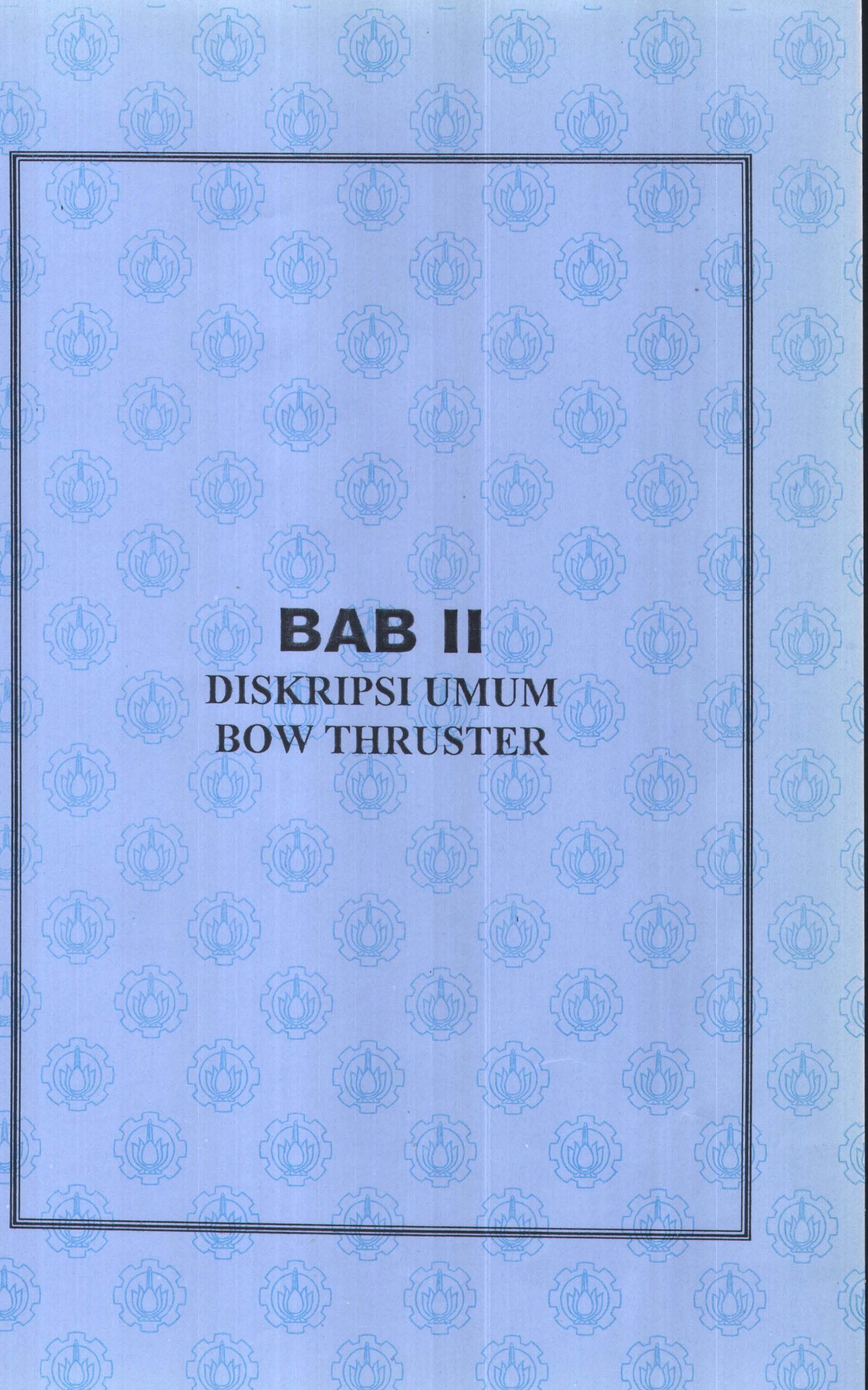
Menguraikan tinjauan teknis dan ekonomis pemakaian bow thruster.

Bab IV : Tinjauan pada kapal Caraka Jaya Niaga III

Berisi perhitungan daya thrust untuk bow thruster kapal Caraka serta perhitungan aspek ekonomis. Disamping itu pada bab ini juga akan dianalisa secara teknis dan ekonomis pemakaian bow thruster tersebut.

Bab V : Kesimpulan

Penutup



BAB II
DISKRIPSI UMUM
BOW THRUSTER

BAB II

DISKRIPSI UMUM BOW THRUSTER

Thruster melintang kapal atau yang biasa disebut bow thruster adalah instalasi thruster yang dipasang pada bagian bow kapal. Peralatan ini adalah tipe paling lama dari peralatan tambahan untuk manuver kapal pada low atau zero ship's speed. Sedangkan stern thruster adalah peralatan serupa yang dipasang pada bagian buritan kapal (stern).

Gambaran dari unjuk kerja beberapa tipe bow thruster dapat kita lihat pada tabel dibawah ini. Secara umum untuk mendapatkan efisiensi yang baik diperoleh dengan memakai diameter propeller yang lebih besar dan putaran propeller yang lebih kecil untuk kondisi beban yang sama. (Harrington, 1992)

Horse Power	Diameter ft-in	Rpm	Thrust lb	Thrust/Hp
150	3-7	450	4,500	30
300	4-3	420	7,900	26
500	5-5	340	13,200	26
800	6-7	290	20,400	25.5
1,200	7-11	240	30,200	25
1,800	9-2	210	44,100	24.5

Tabel 1 karakteristik unjuk kerja beberapa tipe reversible bow thruster (dikutip dari Marine Engineering edisi th 1992)

Bow thruster biasanya dirancang sedemikian rupa sehingga thrust yang dihasilkan bisa bervariasi serta arah dari thrust bisa ke dua arah yaitu ke arah kiri dan kanan haluan kapal. Untuk itu di dipakai motor listrik putaran tetap atau motor diesel untuk memutar propeller tipe controlable pitch. Unit ini menggerakkan propeller pada

zero pitch kemudian bisa di atur sudut pitchnya sehingga sesuai dengan kebutuhan baik besar maupun arahnya.

Membalik putaran motor penggerak tidaklah perlu bila kita memakai CPP. Motor penggerak yang dipakai bisa tipe putaran tetap bahkan putaran propellernya juga tetap. Keuntungan lainnya adalah bahwa arus start yang dibutuhkan relatif lebih kecil, sehingga mengurangi operational cost. Kompensasi dari pemilihan peralatan jenis ini adalah harganya lebih mahal.

Jika meletakkan tunnel pada kapal harus dipertimbangkan bahwa thrust yang dihasilkan harus menghasilkan momen belok yang maximum. Pada penentuan letak tunnel, thrust, power, harus dipertimbangkan bahwa panjang tunnel berpengaruh pada peningkatan losses yang mengurangi besar power yang diberikan.

Perubahan ketinggian air yang tercelup adalah faktor yang penting terutama untuk kapal yang beroperasi pada perairan yang memungkinkan perubahan sarat kapal. Thrust dari bow thruster akan berkurang jika sarat kapal turun. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa bow thruster akan efektif bekerja pada kedalaman tunnel berjarak 1,5 kali diameter dari permukaan dan 1.25 kali diameter dari bottom keel.(Harrington, 1992).

Rancangan sambungan antara tunel dengan badan kapal adalah faktor lain yang masih memerlukan pengkajian. Lubang tunel tersebut mempengaruhi tahanan badan kapal yang efeknya relatif kecil sehingga sulit untuk menentukan angka pastinya. Dengan perancangan yang baik, pengaruh tunel tersebut kurang lebih 1 % terhadap tahanan kapal.

Tunnel biasanya terbuat dari mild steel dan dilas ke badan kapal. Untuk meminimumkan losses kebocoran, jarak antara blade tip dengan tunnel tidak boleh

lebih dari 0.25 in. Bagaimanapun hal ini tidak mudah dilakukan karena menyulitkan kita pada perawatan peralatannya. Untuk operasi bow thruster di airlaut, semua mur, baut, nut dan sebagainya harus terbuat dari monel. Propeller blade biasanya terbuat dari stainless steel atau nickel aluminium bronze.

Propeller digerakkan digerakkan melalui right-angel gear drive (biasanya menggunakan tipe spiral bevel). Apabila dipasang pada posisi horisontal poros diputar langsung oleh prime mover tanpa right bevel angel. Jika dipasang vertikal, penggerak utama dapat diletakkan di deck atasnya. Motor listrik vertikal memutar poros melalui poros bantu. Apabila penggerak utama tidak bisa dipasang secara vertikal (seperti motor diesel) maka diperlukan peralatan tambahan yaitu right angel gearbox.

Kontrol utama diletakkan di wheelhouse dan bisa juga dibuatkan wheelhouse console. Apabila bow thruater hanya dipakai untuk merapat di pelabuhan, motor induk hanya memerlukan satu atau dua jam waktu operasi pada power penuh. Waktu tersebut digunakan untuk mengikuti petunjuk kapal pandu dan setelah itu tidak digunakan lagi.



BAB III
DASAR TEORI

BAB III

DASAR TEORI

Bow thruster adalah instalasi yang dipasang pada kapal untuk menghasilkan thrust melintang untuk menambah dan meningkatkan kemampuan manuver kapal. Pada umumnya tipe bow thruster yang sering kita jumpai adalah pompa axial yang diletakkan melintang atau tunnel yang bisa diatur atau propeller yang bisa dikeluar-masukkan.

Bow thruster mulai dipakai dipertengahan abad ini oleh Barnaby tepatnya sejak 1954, dan hingga kini terus meningkat tipe dan ukurannya, sistemnya tidak konvensional lagi dan menyetakan pertimbangan persyaratan ekonomis serta peralatan yang mandiri.

III.1. HIDRODINAMIK PADA KECEPATAN KAPAL NOL

Jika sebuah gaya F yang bekerja pada sebuah massa m yang melewati lintasan sepanjang garis s , maka percepatannya adalah :

$$\ddot{s} = d^2s/dt^2 \dots\dots\dots(III.1)$$

Dari Hukum Dinamika (Hukum Newton) :

$$F = m.\ddot{s} \dots\dots\dots(III.2)$$

turunan diferensial dari persamaan diatas :

$$F = \frac{d}{dt}(m.s) = s \frac{dm}{dt} + m \frac{ds}{dt} \dots\dots\dots(III.3)$$

Hukum momentum pada kondisi konstan speed ($v = s = \text{konstan}$) dapat dicari :

$$F = v.\dot{m} \dots\dots\dots(III.4)$$

disini pada jet fluida dengan $m = \rho.Q.Vj'$ $\dots\dots\dots(III.5)$

dimana :

- T (N) : gaya reaksi jet
- ρ (kg/m³) : densitas massa fluida
- Q (m³/s) : debit aliran fluida
- Vj' (m/s) : kecepatan aliran nominal jet

Dengan $Vj' = vj$ = kecepatan jet efektif, dengan resultan gaya bow thruster yang diukur Y_o dari instalasi terpasang.

Kecepatan jet efektif :

$$Vj = Y_o / \rho \cdot Q \dots\dots\dots(III.6)$$

Hukum kontinuitas debit aliran Q adalah konstan pada permukaan melintang lingkaran dengan luas permukaan A_T dan persamaan III.5 bahwa $Q = A_T \cdot Vj'$

Jadi didapat :

$$T = \rho \cdot A_T \cdot Vj' ^2 \dots\dots\dots(III.7)$$

Power hidrolik pompa yang dihasilkan jet secara langsung (gambar III.1) dari head hidrostafik (ΔH) adalah :

$$P_n = Q \cdot \Delta p = Q \cdot \rho \cdot g \cdot \Delta h \dots\dots\dots(III.8)$$

dimana :

- P_n (W) : hidrolik power
- Q (m³/s) : debit aliran fluida
- ρ (kg/m³) : densitas massa dari fluida
- g (m/s²) : percepatan gravitasi
- Δh (m) : hidrostafic head

Dengan tekanan tekanan dinamik Δp sesuai dengan persamaan Bernoulli :

$$\Delta P = \rho \cdot Vj' ^2 / 2 \dots\dots\dots(III.9)$$

Persamaan III.8 jadi :

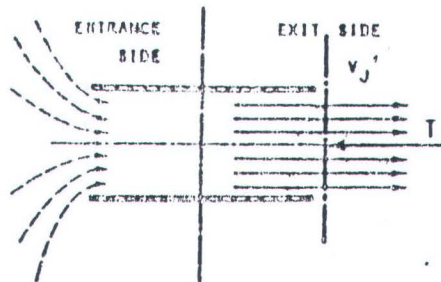
$$P_n = \rho \cdot A_T \cdot Vj' ^3 / 2 \dots\dots\dots(III.10)$$

Specific thrust $c = T / P_n$, jadi :

$$c = \frac{T}{P_n} = \frac{2}{V_j'} \dots\dots\dots(III.11)$$

atau resultan gaya melintang Y_o dan power pump engine P_o

$$c_o = \frac{Y_o}{P_o} \dots\dots\dots(III.12)$$



Gambar III.1: Aliran melintang v_j' pada luasan AT dan thrust reaksi T

Dalam praktek sehari-hari, specific thrust $c_o = Y_o/P_o$ besaran dari persamaan

III.11 berhubungan dengan :

- distribusi aliran yang tidak merata
- efisiensi propeller
- losses tekanan dan gesek dari tunnel dan gear box

- entrance losses dan pemisahan aliran
- efisiensi motor dan gear

ai rata-rata dari c_o yang sering digunakan adalah $c_o = 0.150 \text{ kN/kW}^1$

Dalam melakukan perhitungan, $AT \sim D^2$ (D = diameter tunnel) hal ini terlihat dari persamaan III.7 dan persamaan III.11, bahwa realisasi specific thrust yang besar :

- Dimensi tunnel D besar memungkinkan
- Kecepatan jet V_j kecil adalah mungkin

harusnya diaplikasikan. Tetapi dalam kasus ini aplikatif pada instalasi konvensional, untuk sekarang ini dengan sukses dipakai pada instalasi energi yang modern.

Kecepatan jet efektif yang didapat

$$V_j^t = \sqrt{\frac{I_p}{\rho \cdot AT}} \dots\dots\dots(III.13)$$

Normal bow thruster yang diciptakan duct propeller dengan fixed propeller / variabel pitch. Pompa axial tekanan rendah dengan kapasitas yang besar dari aliran yang dihasilkan beda tekanan ΔP_p :

$$\Delta P_p = \frac{\rho}{2} \cdot V_j'^2 + \Delta p_1 + \Delta p_2 \dots\dots\dots(III.14)$$

mana :

- $\Delta P_p \text{ (N/m}^2\text{)}$: perbedaan tekanan pompa
- $V_j' \text{ (m/s)}$: kecepatan nominal jet
- $\Delta p_1 \text{ (N/m}^2\text{)}$: losses tekanan pada sisi masuk
- $\Delta p_2 \text{ (N/m}^2\text{)}$: losses pada sisi keluaran

Dari tekanan pada keluaran jet diperkirakan berhubungan dengan tekanan rostatis pada masukan jet adalah berharga negatif untuk menghitung.

Untuk menurunkan losses energi yang sesuai sangat disarankan. Daun propeller pada bow thruster secara umum desain menggunakan type Kaplan dan dengan papan untuk membatasi torsi saat di-start dengan pitch / ratio diameter

$$P/D = 0.7 \text{ sampai } 0.9^2$$

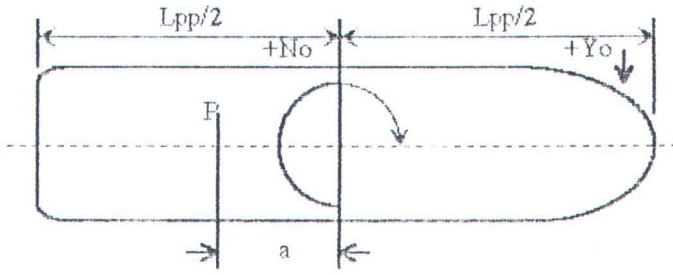
alasan kesesuaian drag/lift rasio blade area rasio $A_e/A_o = 0.55$ sampai 0.85 dipilih. Berkaitan dengan erosi kavitasi dan kebisingan circumferensial speed harusnya tidak melampaui $D.I.L.n = 30$ sampai 35 m/s.

2 RATING BOW THRUSTER PADA KECEPATAN NOL

Pengaruh resultan gaya melintang Y_o dan moment steering N_o , kapal akan memperoleh gerakan melintang dan memutar. Pada phase awal manuver titik pusat / os (pivot point) P diletakkan didekat :

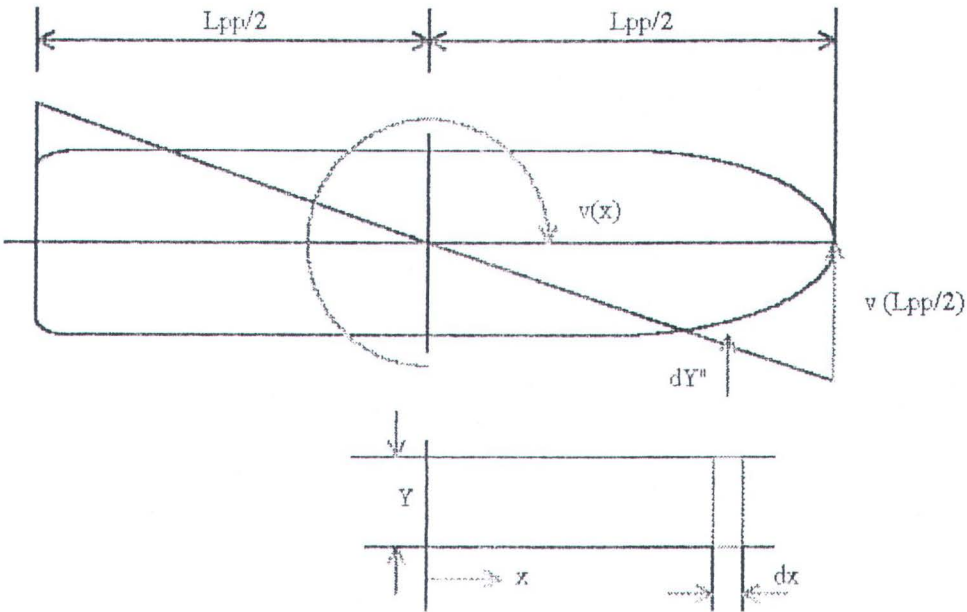
$$a \sim 2.i^2/L_{pp} \dots\dots\dots(III.15)$$

agian belakang dari midship kapal (gambar III.2). Disini instalasi bow thruster dekat ward perpendicular. Pada persamaan III.15 satuan i dalam meter (m) merupakan bjang inersia memanjang kapal.



Gambar III.2 Definisi sket manuver memutar

Pada harga konstan dari putaran $\Psi = \text{konstan}$, harga momen inersia pada nol dan momen steering diseimbangkan oleh peredam hidrodinamik resultan momen dari tahanan melintang terlihat pada sepanjang lintasan dx dan tinggi T (lihat gambar III.3). Pada phase kecepatan memutar konstan $\Psi = \text{konstan}$, kecepatan melintang $V(x)$ pada kondisi memanjang kapal axis adalah $v(x) = x \cdot \Psi$



Gambar III.3 Definisi sket untuk menghitung hidrodinamik

Elemen tahanan melintang berkaitan dengan lintasan :

$$dY'' = \text{const. } x^2 \cdot \Psi^2 \cdot T \, dx \dots\dots\dots(\text{III.16})$$

Elemen momen :

$$dN'' = \text{const. } x^3 \cdot \Psi^2 \cdot T \, dx \dots\dots\dots(\text{III.17})$$

Integrasi sepanjang kapal terlihat momen peredam hidrodinamika N'' dimana dibalans oleh momen steering :

$$N'' = - N_o = \text{const. } T \cdot L_{pp}^4 \cdot \Psi^2 \dots\dots\dots(\text{III.18})$$

Pengantar pada alasan dimensi constan densitas massa dan $N_o = \text{const.} \cdot L_{pp} \cdot Y_o$ dan semua constan dikumpulkan :

$$\Psi = k \pm \sqrt{\frac{Y_o}{\rho \cdot L_{pp}^3 \cdot T}} \dots\dots\dots(\text{III.19})$$

dimana :

- Ψ ($^{\circ}/s$) : rasio perputaran konstan
- Y_o (N) : gaya melintang jet thruster
- L_{pp} (m) : length between perpendicular
- T (m) : draught
- ρ (kg/m^3) : densitas massa air

Faktor K dengan satuan derajat dari test model dan eksperimen skala penuh, didapatkan harga serbagai berikut :

- $k = 190^{\circ}$ harga deviasi rata-rata
- $k = 160^{\circ}$ haluan dan buritan ramping dan lateral thruster jauh dari perpendicular
- $k = 220^{\circ}$ untuk center rudder, haluan gemuk dan lateral thruster dekat perpendicular dengan thrust/luasan melintang yang berkaitan :

$$f(N/m^2) = Y_o/L_{pp} \cdot T \dots\dots\dots(\text{III.20})$$

atau sesuai dengan persamaan III.12 :

$$f = P_0 \cdot c_0 / L_{pp} \cdot T \dots\dots\dots(III.21)$$

maka persamaan III.19 :

$$\Psi \text{ (}^\circ\text{/s)} = \frac{k}{L_{pp}} \sqrt{\frac{f}{\rho}}$$

Berkaitan dengan menggunakan ukuran kapal L_{pp} , thrust/ rasio luasan lateral dari persamaan III.20 dan rata-rata harga $k = 190^\circ$ dan dapat digambar dalam sebuah diagram : III.4 di bawah ini, dimana tipe-tipe kapal yang laku dipasaran dengan harga perputaran sebagai parameter. Dari persamaan III.19 terlihat pada kapal dengan fixed pitch thrust terlihat bahwa besarnya gaya melintang $Y_0 \sim n^2$, jadi rasio prebandingan perputarannya merupakan putaran sebagai parameter. Jadi :

$$\frac{\Psi_2}{\Psi_1} = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots(III.23)$$

dimana memungkinkan untuk menggunakan tipe multiple switching.

Bagaimanapun dari persamaan III.19 terlihat bahwa variasi panjang kapal L_{pp} pada harga f yang konstan sesuai dengan persamaan III.20 maka rasio perputaran akan memiliki hubungan :

$$\frac{\Psi_2}{\Psi_1} = \frac{L_{pp1}}{L_{pp2}} \dots\dots\dots(III.24)$$

pada kapal yang memiliki kemudi utama dengan kecepatannya tidak sama dengan nol, maka :

$$\frac{\Psi \cdot L_{pp}}{V} = \text{const ; pada } V \neq 0$$

posisi lingkungan. Mesin bantu yang dipasang di geladak juga cocok untuk instalasi bow thruster. Gaya melintang bow thruster Y_0 meningkat pada arah longitudinal x Y_0 ukur dari center gravity (cg) dengan normal diasumsikan terletak didekat midship kapal. Kapal akan mencapai percepatan angular Ψ' dan percepatan transversal (v) karena reaksi dinamik

$$v \text{ (m/s}^2\text{)} = Y_0 / (\Delta + m_y \text{ "}) \dots\dots\dots\text{(III.25)}$$

$$\Psi' \text{ (1/s}^2\text{)} = Y_0 \cdot l / i^2 \cdot (\Delta + m_y \text{ "}) \dots\dots\dots\text{(III.26)}$$

mana :

- Y_0 (N) : gaya melintang bow thruster
- x_y (m) : letak antara bow thruster dengan midship
- Δ (kg) : displacement kapal
- m_y (kg) : massa hidrodinamik tambahan pada arah melintang
- i (m) : $(l/(\Delta+m_y \text{ "}))^{0.5}$
jarak momen inersia arah memanjang

Pada phase awal sumbu putar (pivot point) P terletak didekat :

$$\ddot{\Psi} \cdot a = - \dot{V} \dots\dots\dots\text{(III.27)}$$

Dengan substitusi persamaan III.26 dan persamaan III.27 dan dengan asumsi

tersebut maka $X \sim L_{pp}/2$ didapatkan

$$a = \frac{2l^2}{L_{pp}} \dots\dots\dots\text{(III.28)}^3$$

Dengan $i = 0.25 L_{pp}$ sampai $0.3 L_p$ dengan normal distribusi massa

longitudinal kapal titik sumbu pada $a \sim L_{pp}/6$ relatif terhadap tengah kapal :

- ke arah belakang untuk bow thruster
- ke arah depan untuk stern thruster

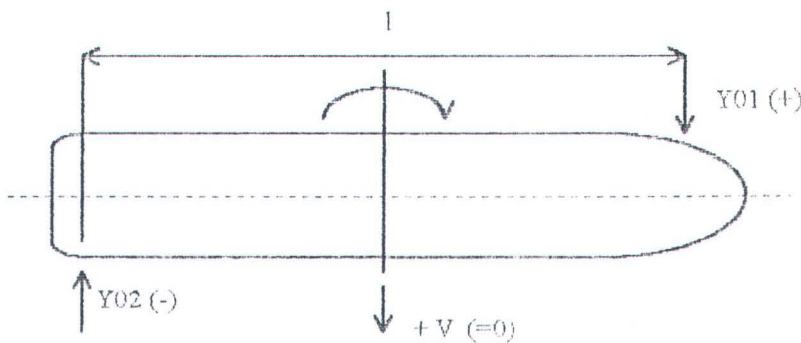
3.2 MANUEVER MEMUTAR

Dua persamaan tetapi berlawanan arah gaya melintangnya Y_{o1} dan Y_{o2} yang dihasilkan oleh bow thruster dan stern thruster. Pada gambar III.5 dibawah ini $I \sim 2xy$ disebabkan oleh reaksi dinamik :

$$v \text{ (m/s}^2\text{)} = (Y_{o1} - Y_{o2}) / (\Delta + my'') = 0 \dots\dots\dots\text{(III.28)}$$

$$\Psi \text{ (1/s}^2\text{)} = (Y_{o1} \cdot l) / i^2 (\Delta + my'') \dots\dots\dots\text{(III.29)}$$

ini sumbu putarnya diperkirakan di tengah kapal (midship). Pada phase konstan putaran melingkar kapal $\Psi = \text{const}$, maka momen steering $N_o = Y_{o1} \cdot l$ adalah kompensasi oleh peredam hidrostatis momen (N''). Lihat persamaan III. 18 dan persamaan III.19



Gambar III.5 Manuever memutar

III.3 STERN THRUSTER PADA KECEPATAN NOL

Kapal kadang-kadang berada di lingkungan yang sempit yang memerlukan peralatan khusus untuk manuver misalnya dipelabuhan yang sempit akan lebih baik jika memasang instalasi bow atau stern thruster. Hal ini selain untuk mengatasi kesulitan manuver karena tidak efektifnya pemakaian rudder juga menyangkut pertimbangan-pertimbangan ekonomis.

Tetapi bagaimanapun stern thruster lebih lebih baik di pasang pada kapal-kapal ukuran besar, misalnya kapal ferry, kapal ro-ro, cruise liner, dll. Perbandingan dari stern thruster secara normal dapat diperkirakan :

$$P_{o2} = 0.75 \cdot P_{o1} \dots\dots\dots(III.30)^4$$

mana :

P_{o2} (kW) : power engine dari stern thruster

P_{o1} (kW) : power engine dari bow thruster

III.4 DESAIN BOW THRUSTER

Pertimbangan dasar dalam mendesain sebuah bow thruster adalah :

- luasan permukaan melintang tunnel AT yang dipilih sebesar mungkin sangatlah memungkinkan (persamaan III.6)
- kecepatan jet V_j sekecil mungkin (pers. III.10)

Beberapa aspek penting yang perlu diambil dalam mempertimbangkan instalasi

adalah :

- panjang tunnel
- arrangement propeller thruster
- desain entrance tunnel

Adalah ukuran-ukuran ini sangat berpengaruh dalam meningkatkan spesifik thrust yang optimum (pers.III.11) dan untuk menghindari bahaya air drawing, yaitu tidak tercelupnya tunnel sehingga tidak mampu menghasilkan thrust yang sesuai dengan yang diharapkan. Kemudian pengaruh kisi-kisi pengaman seharusnya juga dipertimbangkan.

III.4.1 PANJANG TUNEL DAN PELETAKAN PROPELLER THRUSTER

Panjang tunnel berpengaruh pada aspek hidrodinamika dari homogenis aliran pada sisi masuk, untuk itu perlu dihindari beberapa hal yaitu :

- konstruksi jet oleh pusaran
- kelurusan aliran masuk jet

Pada aspek permesinan pengaruh panjang instalasi dari peralatan bow thruster akan meminta tempat sehingga akan mengurangi cargo hold. Dari aspek persyaratan pelayaran instalasi bow thruster seharusnya sejauh mungkin ke arah depan (stern thruster) atau sejauh mungkin ke arah belakang (bow thruster).

III.4.2 PENGARUH KONFIGURASI TUNEL

Biasanya sisi bodi kapal tidak paralel, sehingga instalasi di bulbous bow berbentuk V, sehingga akan menyebabkan bentuk tunnel yang sesuai kerucut. Pengaruh

dari konfigurasi tunnel dapat dilihat dari studi banding test model dimana single bow propeller thruster di-test dengan sisi bodi kapal paralel pada kapal kontanier ramping.

Pengaruh yang menguntungkan dari bentuk paralel dapat dijelaskan sebagai berikut :

- peningkatan gaya melintang Y_o sebesar 12 - 114 %
- peningkatan engine power P_o berfluktuasi sekitar 8 %
- peningkatan spesifik thrust c_o sebesar 9 % pada kecepatan jet terendah

Peningkatan sudut garis air seharusnya dihindari karena akan meningkatkan losses pada sisi pemasukan bow thruster (enterance side) :

- pada sudut yang lebih besar dari 90° akan terjadi kontraksi aliran oleh aliran pusaran
- aliran tidak homogen terjadi pada tunnel yang pendek

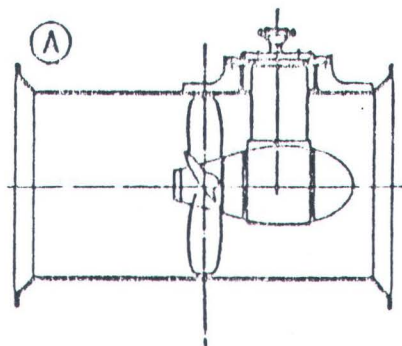
Dua pertimbangan losses gesekan di tunnel dan aspek aliran yang homogen pada kondisi yang ideal dari sisi kapal yang paralel (gambar III.6a) dapat diperkirakan panjang tunnel l yang cocok diperkirakan berkisar :

$$l = (2.0 \text{ sampai } 3.0) D \dots\dots\dots(III.31)$$

Tunnel diusahakan terletak sejauh mungkin jaraknya dari midship kapal atau di bulbous bow tetapi bentuknya yang sangat ramping dari bagian bodi depan kapal kadang-kadang menjadikan panjang tunnel lebih pendek dan berkisar antara :

$$l = (1.5 \text{ sampai } 2.0) D \dots\dots\dots(III.32)$$

Bila keadaan seperti itu terjadi maka panjang tunnel tersebut bisa dipakai.



Gambar III.6 A Instalasi bow thruster

Seharusnya dilakukan usaha untuk meletakkan propeller ditengah-tengah sehingga didapatkan kondisi yang paling ideal. Propeller pada tunnel yang lebih pendek sebaiknya diletakkan secara eksentris terhadap panjang gear box. Dari dua persyaratan di atas, yang pertama adalah untuk meningkatkan performance thruster terutama untuk manuver ke arah kanan, bagaimanapun juga propeller sebaiknya juga diletakkan disebelah kanan. Dalam kasus ini bentuk bodi depan dan bodi belakang V, akan menimbulkan perbedaan panjang tunnel yang agak panjang tetapi pada kondisi ini pun tidak menjadikan masalah bila kita ingin memasang instalasi jet thruster.

4.3 KISI PELINDUNG

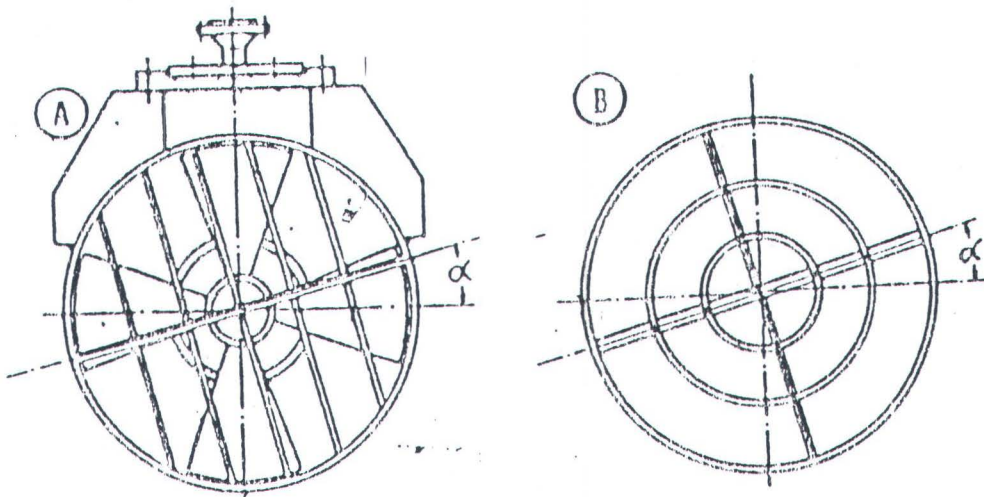
Pada tunnel dipasang kisi-kisi pengaman dengan tujuan yang berbeda-beda yaitu

- mencegah bow thruster dari benda-benda yang bisa merusakkan instalasi
- mengurangi tahanan tunnel

Pada gambar III.6 di bawah ini terlihat dua jenis tipe kisi pengaman yang dipasang di sisi masukan dan keluaran tunnel. Kisi A terdiri dari 5 sampai 7 pelat baja

dipasang vertikal pada arah aliran, juga bisa dipasang dengan sudut 15° . Versi B kisi yang dipasang melingkar dan sejajar.

Dari test yang bervariasi bow thruster di daerah es terlihat bahwa kisi-kisi menjadi tidak penting karena es akan membeku di dalam tunel, kisi-kisi pengaman merugikan bow thruster itu sendiri. Pemasangan pelat dulu dipakai untuk mencegah tahanan tekan di akhir tunel yang tidak efektif dari segi hidrodinamika.



Gambar III.6 B Kisi pelindung

L5 THRUST UNTUK BOW THRUSTER

L5.1 PERHITUNGAN TAHANAN⁵

1. TAHANAN ANGIN

$$R_A = K_a \times A_a \times V_a^2$$

dimana :

K_a = koefisien yang diakibatkan oleh tahanan angin

$$= 0.0429 - 0.0735$$

A_a = Luasan proyeksi permukaan memanjang kapal di atas permukaan air

V_a = Kecepatan relatif terhadap gerakan kapal

$$= 10 \text{ m/s (rata-rata)}$$

2. TAHANAN GESEK

$$R_w = 0.01212 \times A_w \times ((V_w + V_s)^2 + 0.33 \times (V_w + V_s))$$

dimana :

A_w = Luas permukaan basah (WSA)

$$= 1.7 \times D \times L \times \frac{\Delta}{d} \text{ (m}^2\text{)(formula DENNY)}$$

V_w = kecepatan gelombang dan arus

$$= 2 \text{ kts} = 1.03 \text{ m/s}$$

karena kecepatan arus dan gelombang di daerah pelabuhan relatif kecil maka kecepatan arus gelombang bisa diabaikan, jadi V_w bisa dianggap nol dan hal ini pengaruhnya tidak terlalu besar.

V_s = kecepatan kapal pada saat pengoperasian bow thruster di pelabuhan

$$= 0.30 \text{ m/s (rata-rata)}$$

3. TAHANAN ARUS DAN GELOMBANG

$$R_v = 73.20 \times A_s \times (V_w + V_s)^2$$

dimana :

A_s = Luasan proyeksi permukaan memanjang di bawah air V_s dan V_w sama dengan item diatas.

4. PERHITUNGAN TAHANAN KARENA PERALATAN THRUSTER

$$R_p = 26.40 \times D_s^2 \times (V_w + V_s)^2$$

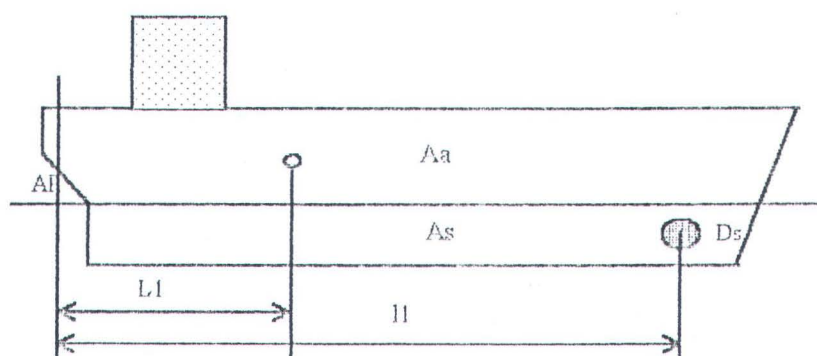
dimana : D_s = diameter tunnel thruster

V_w dan V_s sama dengan di atas

III.5.2 PERHITUNGAN THRUST DAN POWER

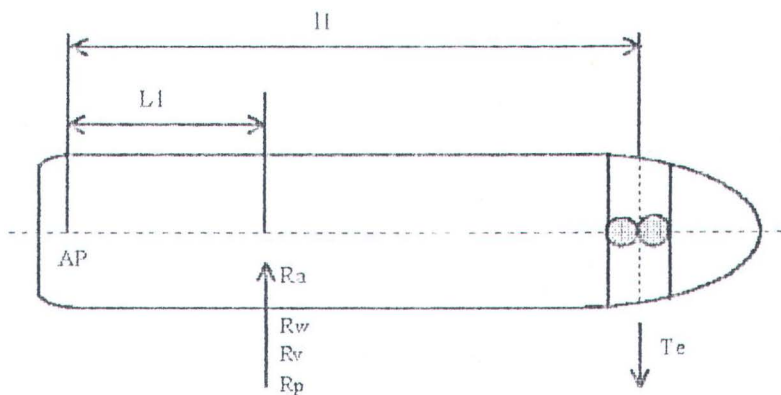
Untuk mengetahui kebutuhan thrust kita mengacu pada referensi dari JICA Expert, Suzuki. Pada referensi tersebut dikemukakan bahwa variabel yang harus kita ketahui untuk menghitung thrust adalah :

1. Dimensi utama kapal
2. Luasan proyeksi kapal dibawah garis air
3. Luasan proyeksi kapal diatas garis air
4. Titik berat luasan proyeksi kapal
3. Letak tunnel serta diameternya



Gb.III.7 Proyeksi memanjang kapal

Setelah kita menghitung tahanan total selanjutnya menghitung thrust. Satu asumsi bahwa bow thruster akan berputar dengan axis titik A.P. maka kita bisa mendapatkan thrust yang dicari dengan keseimbangan moment dari tahanan dan thrust efektif bow thruster (T_e) kg :



Gb.III.8 Sket gaya-gaya pada badan kapal

rumus keseimbangan moment :

$$l_2 \times T_e \geq l_1 \times (R_a + R_w + R_v + R_p)$$

$$T_e \geq l_1 \times (R_a + R_w + R_v + R_p) / l_2 \text{ (kg)} \dots \dots \dots \text{(III.33)}$$

Langkah selanjutnya adalah kita masukkan semua losses hidrodinamik, dalam perhitungan efisiensi untuk mendapatkan thrust sesungguhnya. Efisiensi yang akan kita masukkan antara lain :

- . Efisiensi karena pengaruh ketinggian tunnel dari bottom keel (η_1)
- . Efisiensi karena panjang tunnel (η_2)
- . Efisiensi karena bentuk kelengkungan entrance tunnel (η_3)
- . Efisiensi karena bentuk sudut inklinasi lambung kapal terhadap horisontal (η_4)
- . Efisiensi karena pengaruh jumlah grid pelindung tunnel (η_5)
- . Efisiensi karena letak tunnel dari garis air (η_6)

Dengan demikian besar thrust sesungguhnya ;

$$T = T_e / (\eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 \times \eta_5 \times \eta_6) \text{ (kg)} \dots \dots \dots \text{(III.34)}$$

1.5.3 GAYA-GAYA YANG DITERIMA BADAN KAPAL

Pada bagian ini gaya-gaya hidrodinamis yang diterima oleh kapal pada gerakan manuver akan dibahas. Bagian-bagian yang utama adalah :

- gaya-gaya longitudinal X
- gaya-gaya transversal Y
- moment yawing N

tergantung dari gerakan manuver itu sendiri. Jadi pada pembahasan nanti juga dibahas

- heeling moment K
- heel angle ϕ
- longitudinal speed u dan percepatannya \dot{u}
- transverse speed v dan percepatannya \dot{v}
- yaw rate r (rad/time) dan percepatannya \dot{r}

Untuk merubah gaya-gaya dan moment dari model ke skala penuh dibuat dengan cara non-dimensional :

$$(X', Y', K', N') = \frac{1}{\rho L^2} (X, Y, K, N) \dots \dots \dots (III.35)$$

dimana $q = \rho u^2/2$, ρ = masa jenis air (t/m^3)

$L = L_{pp}$ kapal

gerakan kecepatan dan percepatan dibuat juga dalam bentuk non-dimensional :

$$\begin{aligned} v' &= v/u & r' &= r L/u & \dot{u}' &= \dot{u} L/u^2 \\ \dot{v}' &= \dot{v} L/u^2 & \dot{r}' &= \dot{r} L^2/u^2 & & \text{untuk } u \neq 0 \dots \dots \dots (III.36) \end{aligned}$$

1.5.4 KOEFISIEN GAYA-GAYA PADA BADAN KAPAL

Gaya-gaya yang bekerja pada badan kapal (termasuk moment) ditentukan pada percobaan model dengan gaya oscilasi pada gerakan mekanis planar. Lebih jauh koefisien-koefisien gaya bisa ditentukan secara tidak langsung dengan mengukur dan menganalisa gerakan-gerakan bebas (free running) dari kapal atau model.

Untuk deviasi kecil dari kapal-kapal tersebut koefisien-koefisien kecepatan $Y'v$, $Y'r$, $N'v$, $N'r$ dan koefisien percepatan $Y'\dot{v}$, $Y'\dot{r}$, $N'\dot{v}$, $N'\dot{r}$ adalah yang paling penting. Koefisien kecepatan dan masa kapal non dimensional $m' = m/(0.5 \rho L^2)$ serta titik berat gravitasinya $x'g = xg / L$ menghasilkan juga yaw stability index C' .

$$C' = \frac{N'r - m'x'g}{Y'v - m'} - \frac{N'v}{Y'v} \dots\dots\dots(III.37)$$

Positif atau negatif dari C' menunjukkan keadaan stabil atau tidak stabil.

Rumus-rumus regresi untuk kecepatan linier dan koefisien percepatan diberikan :⁶

$$Y'\dot{v} = -\pi(T/L)^2 [1 + 0.16 C_B B/T - 5.1 (B/L)^2] \dots\dots\dots(III.38)$$

$$Y'\dot{r} = -\pi(T/L)^2 [0.67 B/L - 0.0033 (B/T)^2] \dots\dots\dots(III.39)$$

$$N'\dot{v} = -\pi(T/L)^2 [1.1 B/L - 0.041 B/T] \dots\dots\dots(III.40)$$

$$N'\dot{r} = -\pi(T/L)^2 [1/12 + 0.017 C_B B/T - 0.33 B/L] \dots\dots\dots(III.41)$$

$$Y'v = -\pi(T/L)^2 [1 + 0.4 C_B B/T] \dots\dots\dots(III.42)$$

$$Y'r = -\pi(T/L)^2 [-1/2 + 2.2 B/L - 0.08 B/T] \dots\dots\dots(III.43)$$

$$N'v = -\pi(T/L)^2 [1/2 + 2.4 T/L] \dots\dots\dots(III.44)$$

$$N'r = -\pi(T/L)^2 [1/4 + 0.039 B/T - 0.56 B/L] \dots\dots\dots(III.45)$$

Rumus-rumus ini berguna untuk mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada badan kapal termasuk karena gaya propeller atau rudder angel.

III.6 ANALISA EKONOMIS

Investasi pemakaian bow thruster merupakan proyek atau kegiatan yang menyangkut pengeluaran modal (capital expenditure), mempunyai arti yang sangat penting secara ekonomis karena :

1. Pengeluaran modal mempunyai konsekuensi jangka panjang. Pengeluaran modal akan membentuk kegiatan perusahaan dimasa yang akan datang dan sifat-sifat perusahaan dalam jangka panjang.
2. Pengeluaran modal umumnya menyangkut jumlah yang sangat besar.
3. Komitmen pengeluaran modal tidak mudah untuk diubah.

Oleh karenanya, perlu dilakukan studi analisa ekonomis terhadap investasi proyek dari bow thruster agar dapat diketahui kelayakan ekonomis berdasarkan kriteria penilaian investasi melalui metode-metode yang biasa digunakan seperti :

- . Metode Payback
- . Metode Breakevent Point
- . Metode Net Present Value (NPV)
- . Metode Internal Rate of Return (IRR)

III.6.1 METODE PAYBACK

Metode ini mencoba untuk mengukur seberapa cepat investasi bisa kembali. Karena itu satuan hasilnya bukan prosentase, tetapi satuan waktu (bulan, tahun, dsb).

Kalau periode payback ini lebih pendek daripada yang diisyaratkan oleh pihak management, maka proyek investasi dikatakan menguntungkan, sedangkan kalau lebih lama proyek ini dikatakan merugi.

Karena metode ini mengukur seberapa cepat suatu investasi bisa kembali, maka dasar yang dipergunakan adalah aliran kas, bukan laba. Sehingga dirumuskan :

$$\text{PAYBACK} = \frac{\text{nilai investasi}}{\text{alirankas masuk}} \times 1 \text{ tahun} \dots \dots \dots (\text{III.46})$$

1.6.2 METODE BREAK EVENT POINT

Metode lain yang hampir sama dengan metode Payback adalah metode Break event Point (BEP). Pada metode ini akan dibandingkan besarnya biaya yang digunakan apabila kita memakai bow thruster dengan biaya apabila kita memakai jasa kapal tunda. Dalam hal ini diberikan formulasi :

$$\text{B.E.P} = \frac{\text{FC}}{\text{P}-\text{VC}} \times \text{X masuk pelabuhan} \dots \dots \dots (\text{III.47})$$

- dimana :
- BEP = Titik potong antara total biaya memakai bow thruster dengan biaya memakai jasa kapal tunda
 - FC = biaya tetap (fixed cost), adalah biaya yang didalamnya termasuk biaya instalasi
 - P = biaya jasa kapal tunda untuk satu kali masuk pelabuhan
 - VC = biaya yang dikeluarkan untuk satu kali masuk pelabuhan.

didalamnya termasuk biaya operasional.

II.6.3 METODE NET PRESENT VALUE (NPV)

Metode ini menghitung selisih antara nilai sekarang investasi dengan penerimaan-penerimaan kas bersih (operasional maupun cash flow) dimasa akan datang. Untuk menghitung nilai sekarang tersebut perlu ditentukan terlebih dahulu tingkat bunga yang dianggap relevan. Ada beberapa konsep untuk menghitung tingkat bunga yang dianggap relevan ini. Pada dasarnya tingkat bunga tersebut adalah tingkat bunga ada saat kita menganggap keputusan investasi masih terpisah dari keputusan pembelanjaan ataupun waktukitamelanjutkan keputusan investasi dengan keputusan pembelanjaan. Disini adanya keterkaitan hanya mempengaruhi tingkat bunga, bukan aliran kas. Apabila nilai sekarang penerimaan-penerimaan kas bersih dimasa akan datang lebih besar dari nilai sekarang investasi, maka proyek investasi itu dikatakan menguntungkan. Sedangkan apabila lebih kecil (NPV negatif), proyek dikatakan tidak menguntungkan.

Rumus umum dari NPV adalah :

$$NPV = - \text{nilai invest.} + \frac{\text{kasmasuk}}{(1+r)} + \frac{\text{kasmasuk}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{\text{kasmasuk}}{(1+r)^n}$$

dimana : n = jumlah tahun dari penyusutan investasi.....(III.48)

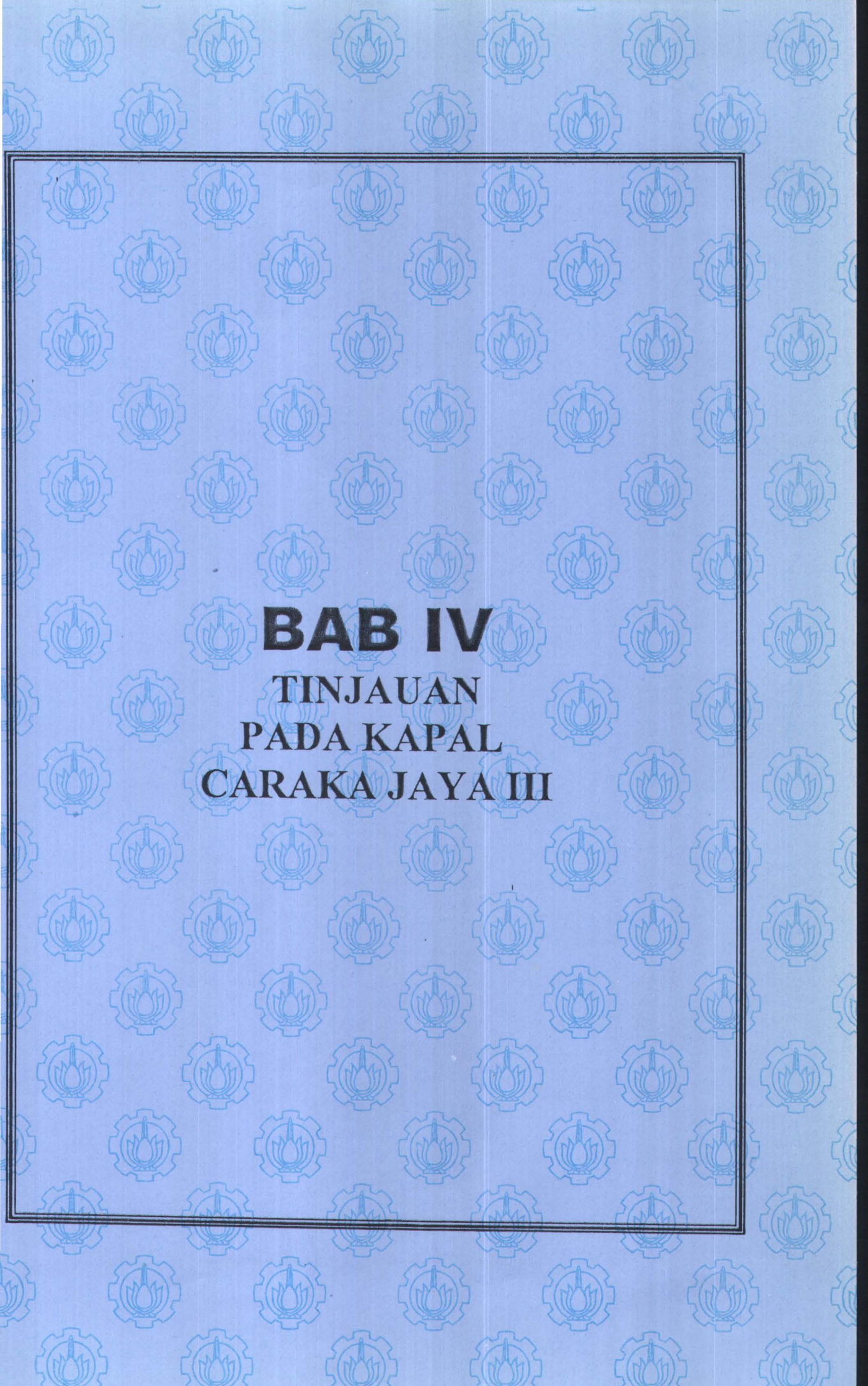
II.6.4 METODE INTERNAL RATE OF RETURN

Metode ini menghitung tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan-penerimaan kas bersih dimasa mendatang.

Apabila tingkat bunga ini lebih besar dari tingkat relevan (tingkat keuntungan yang disyaratkan), maka investasi dikatakan merugi. Sehingga secara umum dirumuskan :

$$\text{Nilai Investasi} = \frac{\text{kasmasuk}}{(1+r)} + \frac{\text{kasmasuk}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{\text{kasmasuk}}{(1+r)^n}$$

dimana : n = jumlah tahun dari penyusutan investasi.....(III.49)



BAB IV
TINJAUAN
PADA KAPAL
CARAKA JAYA III

BAB IV**TINJAUAN PADA KAPALCARAKA JAYA III**

Kapal yang akan dijadikan acuan untuk pembahasan adalah kapal Caraka Jaya Niaga III-24 yang dimiliki oleh PT. Pelayaran Meratus. Data-data kapal tersebut adalah sebagai berikut :

Nama kapal	:	Caraka Jaya Niaga III-24
Owner	:	PT. Pelayaran Meratus
Klas	:	Biro Klasifikasi Indonesia
Builder	:	PT. PAL Indonesia
Lpp	:	92.15 m
B moulded	:	16.50 m
Depth mould.	:	7.80 m
Draft mould.	:	5.40 m
Cb	:	0.7156
DWT	:	3650 m.ton
Container	:	115 TEU
Servive speed	:	11.9 knots
Main Engine	:	2050 PS (MCR) MAN B&W 5S26MC Two-stroke single acting, direct reversible Revolution 207 Rpm

 Auxiliary engine

type	:	Yanmar 6 KHL-STN Four-stroke single acting diesel engine
Rate output	:	360 PS
No. of rev.	:	1500 Rpm
No. of Cyl.	:	6

Kapal Caraka Jaya Niaga III-24 ini mempunyai rute pelayaran yang tetap yaitu
 rabaya - Banjarmasin dengan rata-rata jadwal pelayaran 9 kali trip.

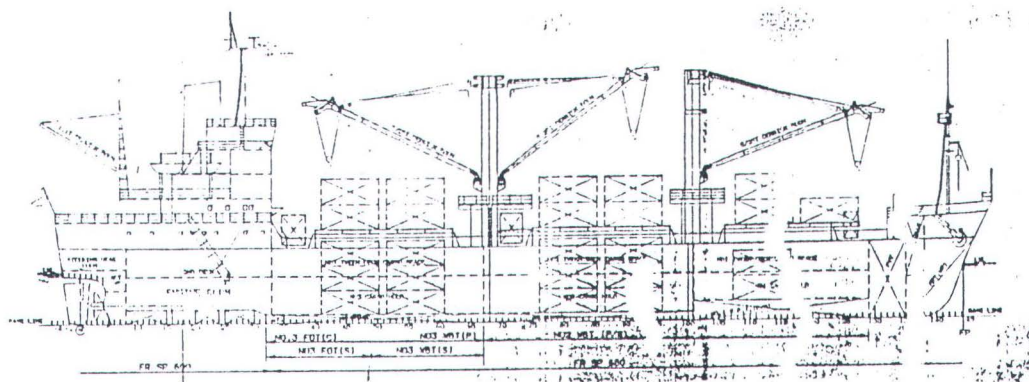
1.1 PERHITUNGAN THRUST UNTUK BOW THRUSTER

Perhitungan ini dipergunakan untuk mencari besarnya thrust bow thruster kapal
 aka Jaya III-24. Perhitungan yang digunakan adalah sesuai dengan langkah-langkah
 da ref .

1.1.1 LUASAN PROYEKSI DAERAH MEMANJANG DIBAWAH GARIS AIR

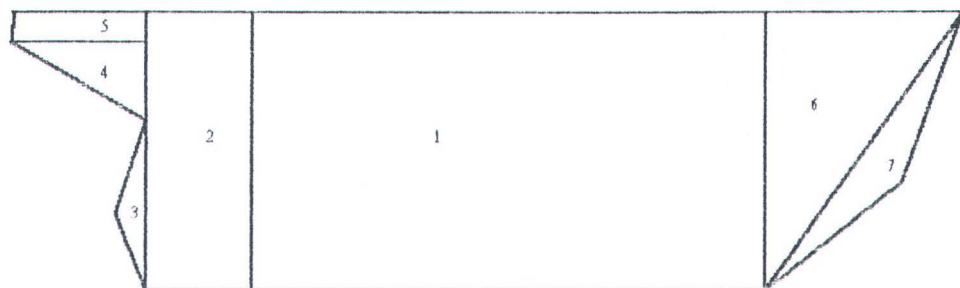
Jika kapal diproyeksikan secara memanjang akan didapatkan suatu daerah
 san seperti gb. IV.1 di bawah. Dengan asumsi bahwa gaya-gaya yang disebabkan
 h tahanan angin, tahanan air, tahanan gelombang dan arus, serta tahanan karena
 alatan thruster bekerja pada titik berat luasan permukaan kapal tersebut, maka dapat
 cari besarnya thrust dari masing-masing gaya tersebut. Untuk mencari luasan
 daerah memanjang kapal, dibedakan dalam dua kelompok yaitu :

1. Luasan daerah memanjang di bawah permukaan air (A_s)
2. Luasan daerah memanjang di atas permukaan air (A_a)



Gambar IV.1 Proyeksi luas permukaan kapal secara memanjang

Untuk luasan di bawah garis air dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar IV.2 Luasan proyeksi permukaan kapal di bawah air

Perhitungannya adalah sebagai berikut :

Kode Area	Bentuk Pendekatan	Luas (m ²)
1	persegi panjang	495.07
2	persegi panjang	10.78
3	segitiga samasisi	2.1
4	segitiga siku-siku	1.8
5	persegi panjang	1.8
6	segitiga siku-siku	11.68
7	segitiga samakaki	4.06
Total		527.29

Tabel 2 Hasil perhitungan luasan dibawah garis air

Luasan I = panjang x lebar

$$\begin{aligned}
 &= ((24 \times \text{jarak gading } 0.6) + (105 \times \text{jarak gading } 0.6)) \times 5.99 \text{ m} \\
 &= (14.4 + 68.25) \times 5.99 \\
 &= 495.07 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luasan II = panjang x lebar

$$\begin{aligned}
 &= (3 \times \text{jarak gading } 0.6) \times 5.99 \text{ m} \\
 &= 10.78 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luasan III = luas segitiga sama kaki

$$\begin{aligned}
 &= 3.5 \times (1 \times 0.6) \\
 &= 2.1 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luasan IV = luasan segi tiga siku-siku

$$\begin{aligned}
 &= 0.5 \times 1 \times (6 \times \text{jarak gading } 0.6) \\
 &= 1.8 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luasan V = panjang x lebar

$$\begin{aligned}
 &= 0.5 \times (6 \times 0.6) \\
 &= 1.8 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luasan VI = luasan segitiga siku-siku

$$\begin{aligned}
 &= 0.5 \times 5.99 \times (6 \times 0.65) \\
 &= 11.68 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luasan VII = diasumsikan segitiga samakaki

$$= 1.25 \times 3.25$$

$$= 4.06 \text{ m}^2$$

Luasan total = luas (I + II + III + IV + V + VI + VII)

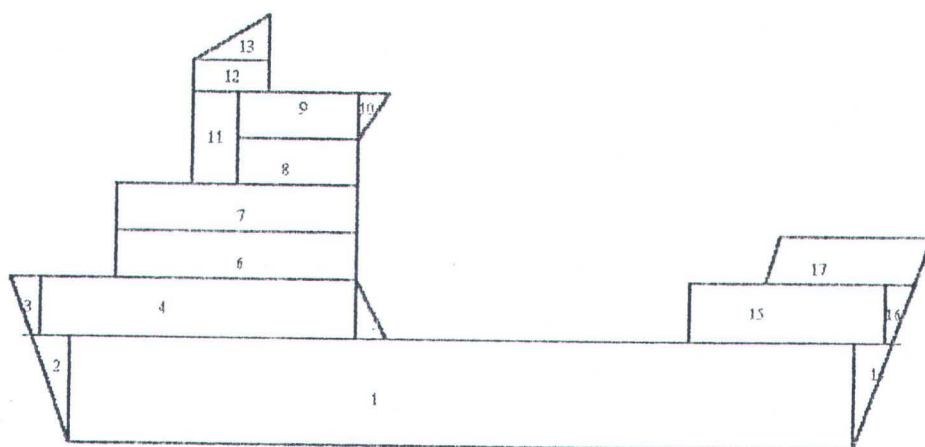
$$= (495.07 + 10.78 + 2.1 + 1.8 + 1.8 + 11.68 + 4.06)$$

$$= 527.29 \text{ m}^2$$

$$A_s = 527.29 \text{ m}^2$$

V.1.2 LUASAN DAERAH DIATAS PERMUKAAN AIR

Untuk mencari luasan daerah diatas permukaan air maka proyeksi dipotong kecil-kecil yang merupakan pendekatan, sehingga mudah untuk perhitungan seperti terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar IV.4 Luasan daerah diatas permukaan air

Perhitungan luasan :

No. Area	Bentuk Pendekatan	Luas (m ²)
1	persegi panjang	330.75
2	segitiga siku-siku	1.05
3	segitiga siku-siku	0.38
4	persegi panjang	43.8
5	segitiga siku-siku	1.3
6	persegi panjang	24.48
7	persegi panjang	24.48
8	persegi panjang	8.74
9	persegi panjang	8.74
10	segitiga siku-siku	0.72
11	persegi panjang	11.52
12	persegi panjang	15.12
13	segitiga siku-siku	1.26
14	segitiga siku-siku	3.12
15	persegi panjang	23.4
16	segitiga siku-siku	1.56
17	trapesium	4.06
Total		526.86

Tabel 3 Hasil perhitungan luasan diatas garis air

Luasan I = panjang x lebar

$$= ((141 \times \text{jarak gading } 0.65) + (34 \times \text{jarak gading } 0.6)) \times 3.5$$

$$= 330.75 \text{ m}^2$$

Luasan II = luasan segitiga siku-siku

$$= 0.5 \times 0.6 \times 3.5$$

$$= 1.05 \text{ m}^2$$

Luasan III = luasan segitiga siku-siku

$$= 0.5 \times 2 \times 0.375$$

$$= 0.375 \text{ m}^2$$

Luasan IV = panjang x lebar

$$\begin{aligned} &= (36.5 \times \text{jarak gading } 0.6) \times 2 \\ &= 43.8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luasan V = luasan segitiga siku-siku

$$\begin{aligned} &= 0.5 \times (2 \times \text{jarak gading } 0.65) \times 2 \\ &= 1.3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luasan VI + VII = 2 x panjang x lebar

$$\begin{aligned} &= 2 \times (17 \times \text{jarak gading } 0.6) \times 2.4 \\ &= 48.96 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luasan VIII + IX = panjang x lebar

$$\begin{aligned} &= 2 \times (12 \times \text{jarak gading } 0.6) \times 2.4 \\ &= 17.28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luasan X = luasan segitiga siku-siku

$$\begin{aligned} &= 0.5 \times 0.6 \times 2.4 \\ &= 0.72 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luasan XI = panjang x lebar

$$\begin{aligned} &= (4 \times \text{jarak gading } 0.6) \times 4.8 \\ &= 11.52 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luasan XII = panjang x lebar

$$\begin{aligned} &= (5 \times \text{jarak gading } 0.6) \times 4.2 \\ &= 15.12 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luasan XIII = luasan segitiga siku-siku

$$\begin{aligned} &= 0.5 \times (5 \times \text{jarak gading } 0.6) \times 0.7 \\ &= 1.26 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luasan XIV = luasan segitiga siku-siku

$$\begin{aligned} &= 0.5 \times (2 \times \text{jarak gading } 0.65) \times 2.4 \\ &= 3.12 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luasan XV = panjang x lebar

$$= (15 \times \text{jarak gading } 0.65) \times 2.4$$

$$= 23.4 \text{ m}^2$$

Luasan XVI = luasan segitiga siku-siku

$$= 0.5 \times (2 \times \text{jarak gading } 0.65) \times 2.4$$

$$= 1.56 \text{ m}^2$$

Luasan XVII = luasan trapesium

$$= 1.25 \times 3.25$$

$$= 4.06 \text{ m}^2$$

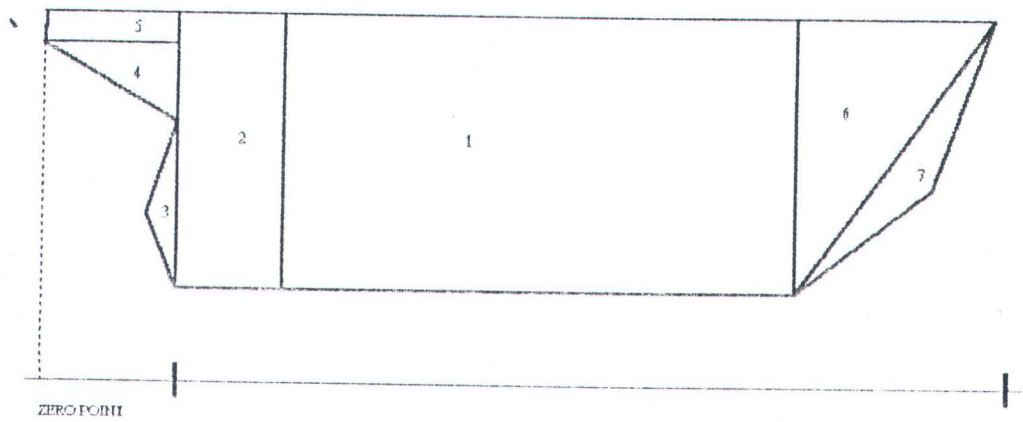
Jumlah luasan total (Aa) = 526.86 m²

1.4 MENCARI TITIK BERAT LUASAN DIBAWAH GARIS AIR

Gaya-gaya yang bekerja pada permukaan kapal akan bertumpu pada suatu titik pusat tekan luasan proyeksi kapal memanjang¹. Titik pusat tekan luasan proyeksi kapal memanjang merupakan pusat dari gaya-gaya yang bekerja pada permukaan kapal. Mencari titik berat secara bertahap dibagi dalam dua bagian yaitu :

1. Titik berat luasan dibawah garis air
2. Titik berat luasan diatas garis air

Untuk itu perlu kita perhatikan lagi gambar dari pembagian luasan yang telah ditemukan dimuka



Sebagai titik pusat kita tentukan letak titik nol untuk menghitung panjang/posisi

titik beratnya.

$$I1 = 5.4 + \left(\frac{82.65}{2} \right)$$

$$= 46.725 \text{ m}$$

$$I2 = 3.6 + \left(\frac{1.8}{2} \right)$$

$$= 4.5 \text{ m}$$

$$I3 = 3.6 - \left(\frac{0.6}{3} \right)$$

$$= 3.4 \text{ m}$$

$$I4 = 3.6 - \left(\frac{3.6}{3} \right)$$

$$= 2.4 \text{ m}$$

$$I5 = \left(\frac{3.6}{2} \right)$$

$$= 1.8 \text{ m}$$

$$I6 = 88.05 + \left(\frac{3.9}{3} \right)$$

$$= 89.35 \text{ m}$$

$$I7 = 88.05 + (3.3 \times 0.05)$$

$$= 90.195 \text{ m}$$

Titik berat luasan bidang proyeksi memanjang dibawah garis air :

$$X = \frac{\sum x_i A_i}{\sum A_i}$$

=

$$\frac{46.725 \times 495.07 + (4.5 \times 10.78) + (3.4 \times 2.1) + (2.4 \times 1.8) + (1.8 \times 1.8) + (89.35 \times 11.68) + (90.195 \times 4.05)}{527.29}$$

$$= 52.82 \text{ m}$$

Perhitungan diatas apabila disusun dalam tabel adalah sebagai berikut :

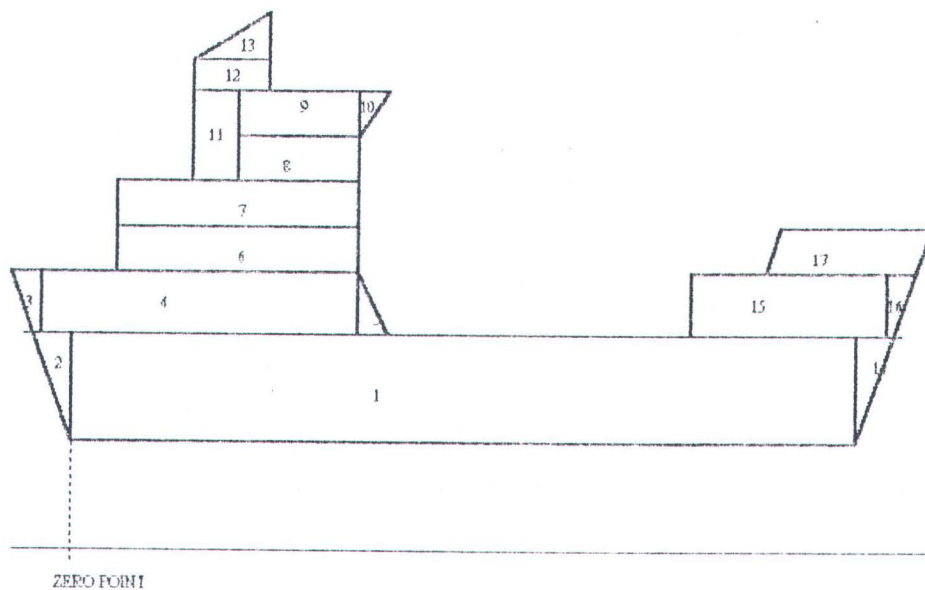
Kode Area	Bentuk Pendekatan	Luas (m ²)	Letak titik berat dari zero point (m)
1	persegi panjang	495.07	46.73
2	persegi panjang	10.78	4.5
3	segitiga samasisi	2.1	3.4
4	segitiga siku-siku	1.8	2.4
5	persegi panjang	1.8	1.8
6	segitiga siku-siku	11.68	89.35
7	segitiga samakaki	4.06	90.19
Titik berat = $\frac{\sum (\text{luas} \times \text{titik berat})}{\sum \text{luas}}$			58.82

Tabel 4 Perhitungan titik berat luasan di bawah garis air

IV.14 Mencari Titik Berat Luasan Diatas Garis Air

Dengan cara yang sama kita akan mencari titik berat luasan diatas garis air.

Perlu diperhatikan bahwa titik acuan yang dipakai adalah sama dengan titik yang kita pakai untuk mengukur titik berat luasan dibawah garis air.



titik acuan yang dipakai adalah zero point dimana harganya negatif bila berada di sebelah kiri titik tersebut. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$I1 = (0.5 \times 94.5) + (-2.55)$$

$$= 44.7 \text{ m}$$

$$I2 = -22.5 - \left(\frac{0.6}{3}\right)$$

$$= -2.75 \text{ m}$$

$$I3 = -3.15 + \left(\frac{0.375}{3}\right)$$

$$= -3.275 \text{ m}$$

$$I4 = -3.15 + \left(\frac{21.9}{2}\right)$$

$$= 7.8 \text{ m}$$

$$\text{I5} = 18.75 + \left(\frac{0.65 \times 2}{2} \right)$$

$$= 19.4 \text{ m}$$

$$\text{I6} = 18.75 - \left(\frac{10.2}{2} \right)$$

$$= 13.65 \text{ m}$$

$$\text{I7} = 18.75 - \left(\frac{10.2}{2} \right)$$

$$= 18.95 \text{ m}$$

$$\text{I8} = 18.75 - \left(\frac{7.2}{2} \right)$$

$$= 15.15 \text{ m}$$

$$\text{I9} = 18.75 - \left(\frac{7.2}{2} \right)$$

$$= 15.15 \text{ m}$$

$$\text{II0} = 18.75 + \left(\frac{0.6}{3} \right)$$

$$= 18.95 \text{ m}$$

$$\text{II1} = 9.15 + \left(\frac{2.4}{2} \right)$$

$$= 10.35 \text{ m}$$

$$\text{II2} = 9.15 + \left(\frac{3.6}{2} \right)$$

$$= 10.95 \text{ m}$$

$$\text{II3} = 9.15 + \left(\frac{2 \times 3.6}{3} \right)$$

$$= 11.55 \text{ m}$$

$$\text{II4} = 91.96 + 0.65$$

$$= 92.6 \text{ m}$$

$$\text{II5} = 83.05 + \left(\frac{9.75}{2} \right)$$

$$= 87.925 \text{ m}$$

$$\text{II6} = 92.8 + \left(\frac{2 \times 0.65}{3} \right)$$

$$= 93.23 \text{ m}$$

$$\text{II7} = 86.95 + \left(\frac{7.5}{3} \right)$$

$$= 90.7 \text{ m}$$

Titik berat luasan bidang proyeksi memanjang diatas garis air :

$$X_2 = \frac{\sum x_i A_i}{\sum A_i}$$

$$= 74.876 \text{ m}$$

Perhitungan diatas apabila disusun dalam tabel adalah sebagai berikut :

Kode area	Bentuk pendekatan	Luas (m ²)	Letak titik berat dari zero point (m)
1	persegi panjang	330.75	44.7
2	segitiga siku-siku	1.05	-2.75
3	segitiga siku-siku	0.38	-3.28
4	persegi panjang	43.8	7.8
5	segitiga siku-siku	1.3	19.4
6	persegi panjang	24.48	13.65
7	persegi panjang	24.48	18.95
8	persegi panjang	8.74	15.15
9	persegi panjang	8.74	15.15
10	segitiga siku-siku	0.72	18.95
11	persegi panjang	11.52	10.35
12	persegi panjang	15.12	10.95
13	segitiga siku-siku	1.26	11.55
14	segitiga siku-siku	3.12	92.6
15	persegi panjang	23.4	87.93
16	segitiga siku-siku	1.56	93.23
17	trapesium	4.06	90.7
Titik berat = $\sum (\text{luas} \times \text{titik berat}) / \sum \text{luas}$			74.88

Tabel 5 Perhitungan titik berat luasan diatas garis air

Untuk mengetahui titik berat gabungan maka dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} I_{tot} &= \frac{\sum A_i I_i}{\sum A_i} \\ &= \frac{(52.82 \times 527.29) + (74.876 \times 526.86)}{527.29 + 527.76} \\ &= 63.84 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \nabla_{kapal} &= L_{pp} \times B \times d \times c_b \\ &= 92.15 \times 16.5 \times 5.4 \times 0.7156 \\ &= 5875.48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{kapal} &= \nabla \times \rho \quad \text{dimana } \rho = 1.025 \text{ kg/m}^3 \\ &= 5875.48 \times 1.025 \\ &= 6022.37 \text{ ton} \end{aligned}$$

1.1.5 PERHITUNGAN TAHANAN ²

1. TAHANAN ANGIN

$$R_a = K_a \times A_a \times V_a^2 \quad \text{dimana,}$$

$$\begin{aligned} K_a &= \text{koef. tahanan angin} \\ &= 0.0735 \frac{\text{kgm}^2}{\text{m}^4} \quad (\text{pada transverse direction}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_a &= \text{luasan proyeksi diatas garis air} \\ &= 526.86 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_a &= \text{kecepatan angin relatif thd. gerakan kapal} \\ &= 10 \text{ m/sec} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_a &= 0.0735 \times 526.86 \times 10^2 \\ &= 3872.421 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. TAHANAN GESEK

$$R_w = 0.1212 \times A_w \times ((V_w + V_s)^2 + 0.33 \times (V_w + V_s))$$

mana :

$$\begin{aligned} A_w &= \text{luas permukaan basah (WSA)} \\ &= 1.7 \times d \times L_{pp} + (\Delta/d) \text{ m}^2 \quad (\text{rumus Denny}) \\ &= 1.7 \times 5.4 \times 92.15 + \frac{6022.37}{5.4} \\ &= 1961.19 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$V_w = \text{kecepatan gelombang dan arus}$$

$$= 2 \text{ kts} = 1.03 \text{ m/sec}$$

V_s = kecepatan kapal pada saat pengoperasian thruster manuver
di pelabuhan

$$= 0.30 \text{ m/sec (rata-rata)}$$

adi

$$\begin{aligned} R_w &= 0.1212 \times 1961.19 \times ((1.03 + 0.3)^2 + 0.33 \times (1.03 + 0.3)) \\ &= 50.22 \text{ kg} \end{aligned}$$

3. TAHANAN BENTUK

$$R_v = 73.2 \times A_s \times (V_s + V_w)^2 \text{ dimana,}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \text{luasan proyeksi bawah gari air} \\ &= 527.29 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_v &= 73.2 \times 527.29 \times (0 + 0.3)^2 \\ &= 3473.786 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. TAHANAN KARENA PERALATAN

$$R_p = 26.4 \times D_s^2 \times (V_w + V_s)^2 \text{ dimana,}$$

D_s = diameter tunnel thruster yang diketahui dengan cara menghitung nilai f -nya, kemudian bisa diketahui kW dari thuster yang dimaksud. Nilai kW ini adalah nilai kasar dari nilai kW sesungguhnya. Dari nilai itu kita melihat pada spec. bow thruster (dalam hal ini dipakai merk KAMEWA dan MANNESMANN REXROTH) dan

bisa diketahui nilai average diameter tunnelnya. Data dari kapal

Caraka Jaya Niaga III-24 diperoleh :

$$L_{pp} = 92.15 \text{ m}$$

$$T = 5.4 \text{ m}$$

dari gb II.4 diperoleh nilai $f = 0.12$

Dengan menggunakan rumus II.20 diperoleh :

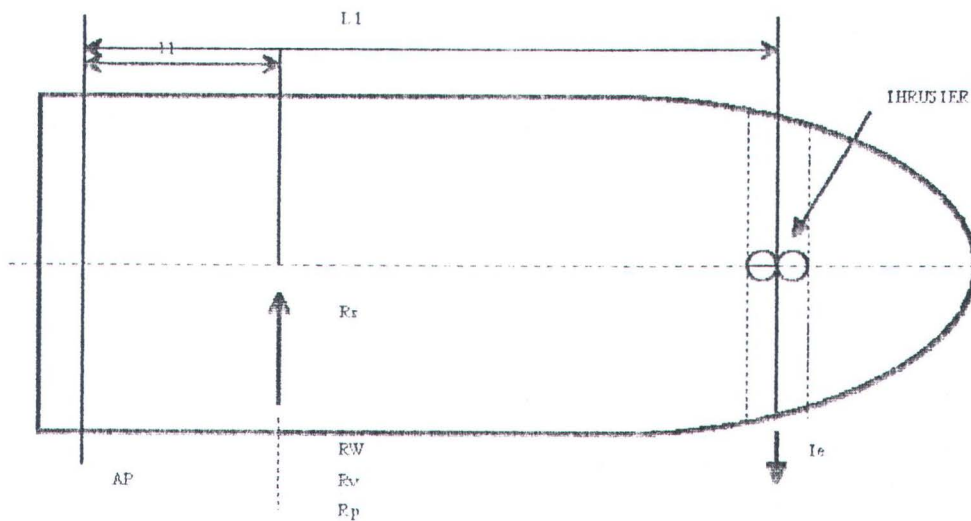
$$\begin{aligned} Y_o &= f \cdot L_{pp} \cdot T \\ &= 0.12 \times 92.15 \times 5.4 \\ &= 50.7132 \text{ kN} \end{aligned}$$

Mengacu dari rumus II.12 dengan memakai $c_o = 0.15$ diperoleh

$$\begin{aligned} P_o &= Y_o / c_o \\ &= 50.7132 / 0.15 \\ &= 330.088 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_p &= 26.4 \times 1.12^2 \times (1.03 + 0.3)^2 \\ &= 58.58 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TAHANAN TOTAL} &= R_a + R_w + R_v + R_p \\ &= 3872.421 + 1961.19 + 3473.786 + 58.58 \\ &= 9365.977 \text{ kg} \end{aligned}$$



$$T_e \geq \frac{l_1 \times (R_x + F_w + F_v + F_p)}{l_1}$$

$$T_e \geq \frac{62.04 \times (9365.977)}{87.47}$$

$$T_e \geq 6643.023 \text{ kg}$$

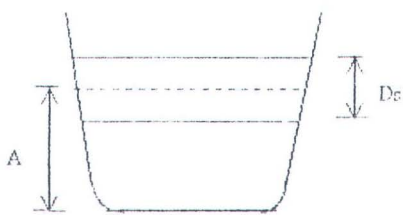
KOREKSI :

$$T = \frac{T_e}{\eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4 \eta_5 \eta_6}$$

1. Faktor koreksi karena letak ketinggian tunnel dari dasar kapal (η_1)

Sebagai parameter perbandingan jarak ketinggian dari dasar kapal (bottom keel) ke pusat tunnel (A) dengan diameter dari tunnel D_s , maka dengan bantuan grafik pada lampiran di belakang ini didapatkan faktor koreksi.

η_1 = perbandingan jarak ketinggian dari dasar kapal ke pusat tunnel dengan diameter tunnel



$$A = 1.5 + 1.12$$

$$= 2.06 \text{ m}$$

$$D_s = 1.12 \text{ m}$$

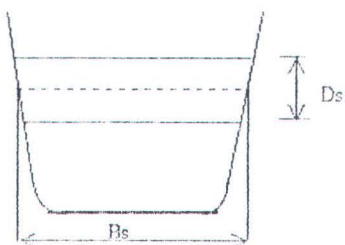
$$\frac{A}{D_s} = \frac{2.06}{1.12} = 1.84$$

dari grafik1 (lampiran) efisiensi dapat diketahui untuk nilai diatas, nilai

efisiensinya adalah $\eta_1 = 1.012$

2. Faktor koreksi karena panjang tunnel (η_2)

Dengan parameter perbandingan panjang tunnel dengan diameter tunnel maka didapatkan :



$$B_s = 2.2 \text{ m}$$

$$D_s = 1.12 \text{ m}$$

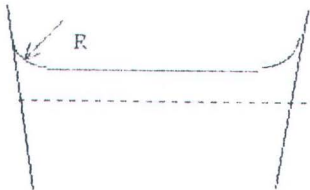
$$\frac{B_s}{D_s} = \frac{2.2}{1.12} = 1.83$$

dengan bantuan grafik 2.(lampiran) didapatkan

$$\eta_2 = 1$$

3. Koreksi bentuk tunel (η_3)

Dengan memperhatikan efisiensi dan losses dari tunnel perlu dibuat suatu kelengkungan pada ujung-ujung tunnel.



$$R = 40 \text{ cm}$$

$$D_s = 1120 \text{ mm}$$

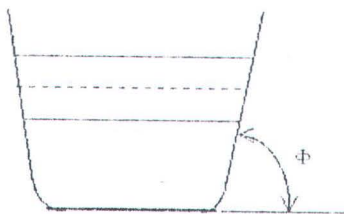
$$\text{maka } = \frac{R}{D_s} = \frac{400}{1120} = 0.03$$

dari grafik 3.(lampiran) didapatkan nilai $\eta_3 = 1.01$

4. Koreksi dari bentuk haluan (η_4)

Dari bentuk haluan kapal Caraka Jaya Niaga III-24 membentuk sudut $\Phi = 77^\circ$

terhadap permukaan dasar kapal (permukaan air).



Dari grafik.4(lampiran) didapatkan :

$$\eta_4 = 0.973$$

5. Koreksi dari kisi-kisi pelindung (η) = 6 buah, dari grafik 5(lampiran) didapatkan

nilai $\eta_5 = 0.96$

6. Koreksi dari kedalaman tunel (η_6)

Kedalaman tunel (l) dari permukaan garis air 3.236 m maka,

$$\frac{l}{D_s} = \frac{3.236}{1.120} = 2.116$$

Dari grafik 6(lampiran) dapat diperoleh nilai $\eta_6 = 1.00$

Jadi thrust efektif yang bekerja pada kapal adalah :

$$\begin{aligned} T_{eff} &= \frac{T_{as}}{\eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 \times \eta_5 \times \eta_6} \\ &= \frac{6643.023}{1.012 \times 1 \times 1.01 \times 0.973 \times 0.96 \times 1} \\ &= 6966.57 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Thrust} &= 6966.57 \times 9.8 \\ &= 68.19 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{Power yang dibutuhkan} = \frac{\text{Thrust}}{C_o}$$

dimana,

C_o adalah specific thrust yang nilainya = 0.15 kN/kW

$$\begin{aligned} \text{Power} &= \frac{68.19}{0.15} \\ &= 329 \text{ kW} \end{aligned}$$

daya ini masih bisa disuplai oleh genset dari auxiliary engine kapal.

V.1.6 KECEPATAN BELOK DENGAN BOW THRUSTER

Mengacu dari rumus III.19 kita bisa dapatkan :

$$\Psi = \frac{k}{L_{pp}} \sqrt{\frac{f}{\rho}}$$

dimana : k = derajat kebebasan
 $= 190^\circ$ (nilai deviasi rata-rata)

$$L_{pp} = 92.15 \text{ m}$$

$$f = 120 \text{ N/m}^2$$

$$\rho = 1025 \text{ g/m}^3$$

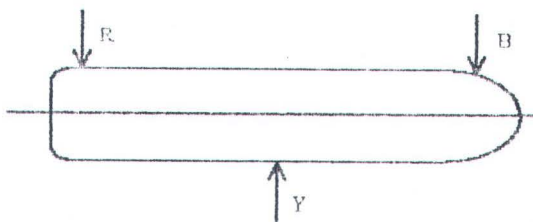
$$\text{jadi } \Psi = 0.677 \text{ }^\circ/\text{sec}$$

$$= 40.626 \text{ }^\circ/\text{menit}$$

Untuk satu putaran penuh (360°) diperlukan waktu = 8.86 menit

V.1.7 GAYA UNTUK TRANSVERING MOTION

Gaya-gaya yang bekerja pada kapal untuk gerakan transversal dapat diasumsikan sebagai berikut :



dimana : R = rudder force/thrust

B = bow thrust

$Y =$ oppositely thrust

positely thrust ditentukan dengan rumus (Brix, 1992, hal 185)

$$Y = -0.5 \rho v^2 T L_{pp} C_{DAV}^3$$

C_{DAV} adalah rata-rata dari C_D yang harganya dapat dilihat dari tabel

$= 0.7$ (cross flow resistance).

$v = 0.3$ m/s (operating bow thruster)

$$Y = -16.06 \text{ kN}$$

ada - berarti aralunya berlawanan dengan arah R & B

i R sama dengan B = 8.03 kN

1.8 MANUEVER MEMUTAR TANPA BOW THRUSTER

Data-data yang ada :

$$- L_{pp} = 92.15 \text{ m}$$

$$- C_b = 0.7156$$

$$- B = 16.5 \text{ m}$$

$$- \Delta = 6022.37 \text{ ton}$$

$$- T = 5.4 \text{ m}$$

$$- \text{radius putar} = 104.16 \text{ m (data right turning}$$

$$- x_g = +19.49 \text{ m (di depan midship) circle)$$

langkah-langkah yang dikerjakan seperti yang dilakukan Brix pada Manoeuvring

Technical Manual hal. 186.

$$m' = m / (0.5 \times \rho \times L^3)$$

$$= 6022.37 / (0.5 \times 1.025 \times 92.15^3)$$

$$= 0.0150$$

$$m'x'g = m' x_g / L$$

$$= (0.0150 \times 19.49) / 92.15$$

$$= 3.17 \cdot 10^3$$

$$r' = L/R = 92.15 / 104.16$$

$$= 0.885$$

$$\pi (T/L)^2 = \pi (5.4/92.15)^2$$

$$= 0.01079$$

transverse force karena koefisien kecepatan dan percepatan :

$$Y'v = -\pi (T/L)^2 [1 + 0.4 CB B/T] [10^5] \text{ (rumus III.42)}$$

$$10^5 Y'v = -2022.72$$

$$Y'r = -\pi (T/L)^2 [-0.5 + 2.2 B/L - 0.08 B/T] [10^5] \text{ (rumus III.43)}$$

$$[10^5] Y'r = 378.2$$

twing moment karena koefisien kecepatan dan percepatan

$$N'v = -\pi (T/L)^2 [0.5 + 2.4 T/L] [10^5] \text{ (rumus III.44)}$$

$$10^5 N'v = -69.25$$

$$N'r = -\pi (T/L)^2 [1/4 + 0.039 B/T - 0.56 B/L] [10^5] \text{ (rumus III.45)}$$

$$10^5 N'r = -294.14$$

Untuk mencari hubungan antara sudut rudder dengan kecepatan kapal dipakai formula :

$$m' r' = Y'v.v' + Y'r.r' + Y'\delta.\delta$$

$$m'x'g.r' = N'v + N'r.r' + N'\delta.\delta \dots\dots\dots \text{(Brix, hal 186)}$$

$$- Y'v.v' - Y'\delta.\delta = (-m' + Y'r) r' \quad Y\delta \text{ diambil dari tabel.}$$

$$2022.72.v' - 166.\delta = (317 - 1500) 0.885$$

$$= -992.79 \dots\dots\dots a)$$

$$-N'v - N\delta = (m.x'g + N'r) r' \quad N\delta \text{ diambil dari tabel.}$$

$$-691.25 v' - 79\delta = (317 + (-290.14))0.885$$

$$= 23.77 \dots \dots \dots b)$$

a) & b) substitusi

$$v' = -0.271 \text{ m/s}$$

$$\delta = 2.672^\circ \text{ (rudder angel)}$$

$$\beta \text{ (drift angel)} = - \text{arc. tan. } v'$$

$$= 15.16^\circ$$

Jadi untuk keliling satu putaran penuh (654.48m) diperlukan waktu 40.25 menit

V.2. TINJAUAN PROSEDUR PELAYANAN KAPAL MASUK PELABUHAN

Dalam memberi pelayanan jasa kepada masyarakat pengguna jasa kepelabuhan, Administrator Pelabuhan dihadapkan kepada beberapa kendala yang sangat besar pengaruhnya terhadap kelancaran pelayanan di pelabuhan Tanjung Perak.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah :⁴

- a. Terbatasnya fasilitas sandar kapal/dermaga
- b. Terbatasnya sarana bongkar muat
- c. Belum sinkronnya jam kerja pelabuhan dengan diluar pelabuhan
- d. Kesiapan TKBM belum memadai dalam menggunakan peralatan bongkar muat

ada point a termasuk di dalamnya adalah pelayanan Pandu dan Tunda oleh PERUMPEL.

Begitu juga dengan apa yang disampaikan oleh Drs. Soemarno Bagio, MBA (Ketua INSA) dalam Seminar Sehari Tolok Ukur Kinerja Fasilitas Pelabuhan yang bertema " Tinjauan Perusahaan Terhadap Performance Pelabuhan " , salah satu

enyebab rendahnya Produktivitas Pelabuhan adalah penyediaan sarana dan prasarana pelabuhan.

Sarana dan prasarana ini menyangkut fasilitas yang tersedia antara lain :

. Sarana penyandaran kapal.

- Kapal Tunda
- Kapal Pandu
- Kapal Kepil

. Sarana Stevedoring.

- Crane
- Top Loader
- Fork Lift
- Head Truk & Chasis
- dll

. Dan lain-lain

Dengan adanya kendala-kendala diatas akan mempengaruhi Indikator Service PERUMPEL. Indikator Service (pelayanan) pada dasarnya merupakan indikator yang berkaitan dengan informasi mengenai lamanya waktu pelayanan kapal selama di dalam daerah lingkungan kerja pelabuhan.

Waktu pelayanan kapal selama berada di dalam daerah lingkungan kerja pelabuhan, terbagi atas 2 bagian yaitu waktu kapal berada di perairan dan waktu kapal ada saat sandar di tambatan.⁵

Waktu pelayanan di perairan adalah sejak kapal di lokasi lego jangkar sampai ikat tali dan sebaliknya. Adapun komponen-komponen waktu pelayanan di perairan adalah :

1. Waiting Time

Waktu tunggu karena pelayanan P.T. PELINDO sejak kapal berada di perairan pelabuhan waiting time disini adalah dikarenakan tunggu pelayanan tambatan atau tunggu pelayanan bantu. Waiting time ini juga disebut Waiting Time Net dihitung dalam satuan jam.

2. Approach Time

Waktu antara adalah jumlah jam yang digunakan selama pelayanan pemanduan, sejak kapal bergerak dari lokasi ke jangkar sampai ikat tali di tambatan dan sebaliknya.

Apabila selama di pelabuhan terdapat kegiatan kapal pindah (shifting)maka jumlah jam yang terpakai untuk kapal bergerak menuju lokasi tambatan lainnya diperhitungkan pula sebagai waktu antara yang dinyatakan dalam satuan jam.

3. Postpone Time

Waktu tertunda yang tidak bermanfaat selama kapal berada di perairan pelabuhan antara lokasi lego jangkar sebelum/sesudah melakukan kegiatan yang dinyatakan dalam satuan jam.

Penyebab postpone time :

- Karena kapal rusak atau hal lain yang karena kesalahan kapal di lokasi perairan
- Karena menunggu dokumen atau muatan

- Karena instansi lain di luar P.T. PELINDO
- Karena cuaca

4. Waiting Time Gross (WTG)

Jumlah waktu pelayanan kapal di perairan pelabuhan, sejak kapal memasuki perairan pelabuhan (sejak lego jangkar) dan sebaliknya yang dinyatakan dalam satuan jam.

Waktu pelayanan di tambatan dihitung sejak tali di tambatan sampai lepas tali atau jumlah jam selama kapal berada di tambatan. Apabila kapal tersebut melakukan kegiatan pindah (shifting) / geser maka jumlah jam dihitung secara kumulatif dalam satu kunjungan yang dinyatakan dalam satuan jam.

Adapun komponen-komponen waktu pelayanan kapal di tambatan adalah :

1. Not Operation Time (NOT)

Waktu tidak kerja adalah jumlah yang direncanakan tidak bekerja selama kapal berada di tambatan, termasuk waktu istirahat dan waktu menunggu buruh serta waktu untuk menunggu kapal akan lepas tambat. Dinyatakan dalam satuan jam.

2. Effective Time (ET) / Operation Time (OT)

Waktu efektif adalah jumlah riil yang dipergunakan untuk mempergunakan kegiatan bongkar muat dinyatakan dalam satuan jam.

3. Idle Time (IT)

Waktu terbuang adalah jumlah jam kerja yang tidak terpakai (terbuang) selama waktu kerja bongkar muat di tambatan tidak termasuk jam istirahat. Dinyatakan dalam satuan jam.

4. Berth Working Time (BWT)

Jam kerja bongkar muat yang tersedia selama kapal berada di tambatan.

Jumlah jam kerja tiap hari untuk tiap kapal berpedoman pada jumlah jam tertinggi kerja gang buruh tiap gilir kerja (shift) tersebut tidak termasuk waktu istirahat.

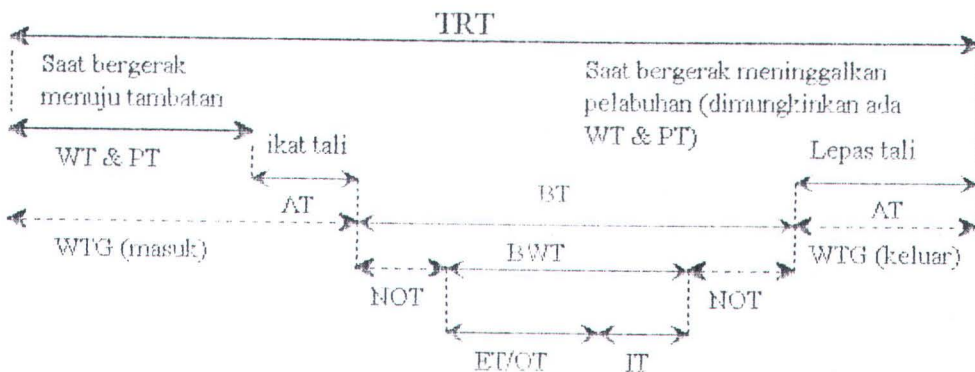
5. Berth Time (BT)

Waktu tambat adalah jumlah jam selama kapal berada di tambatan, sejak kapal ikat tali sampai lepas tali di tambatan.

6. Turn Round Time (TRT)

Waktu pelayanan kapal di pelabuhan adalah jumlah jam selama kapal berada di pelabuhan yang dihitung sejak kapal tiba di lokasi lego jangkar sampai kapal berangkat meninggalkan lokasi lego jangkar (batas perairan pelabuhan). Dinyatakan dalam satuan jam.

Adapun komponen-komponen waktu pelayanan kapal selama berada di pelabuhan dimaksudkan dapat digambarkan sebagai berikut :



eterangan :

TRT = Turn Round Time/Waktu Di Pelabuhan

WT = Waiting Time/ Waktu Tunggu

AT = Approach Time/ Waktu Antara

PT = Postpone Time/ Waktu Tertunda di Perairan

WTG = Waiting Time Gross (WT + AT + PT)

BT = Berth Time/ Waktu Tambat

NOT = Not Operation Time/ Waktu Tidak Bekerja

BWT = Berth Working Time/ Waktu Kerja Bongkar Muat

ET/OT = Effective Time/ Operation Time/ Waktu Kerja Efektif

IT = Idle Time/ Waktu Terbuang

Dengan pertimbangan mengenai terbatasnya fasilitas pelayanan oleh PT.

ERUMPEL utamanya masalah fasilitas paudu dan tunda serta meningkatnya jumlah

unjungan kapal maka alternatif pemakaian bow thruster pada kapal Caraka Jaya

liaga III -24 sangatlah tepat.

V.3. VARIABEL-VARIABEL BIAYA YANG DIBUTUHKAN

Untuk menganalisa penilaian investasi dari pemakaian bow thruster, sesuai

dengan metode diatas maka dibutuhkan adanya variabel-variabel biaya, yaitu :

1. Nilai Investasi

2. Pendapatan

3. Biaya Operasional

4. Penyusutan

V.3.1. Nilai Investasi

Nilai investasi ini, merupakan jumlah biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan bow thruster, dalam hal ini terdiri dari biaya pembelian instalasi bow thruster dan biaya pemasangan bow thruster. Nilai pembelian merupakan data keuangan yang bersifat rahasia bagi perusahaan, karena itu dalam pencarian data hanya dilakukan dengan melakukan tanya jawab dengan pihak-pihak yang berkompeten. Dari hasil penaksiran tersebut didapatkan harga nilai investasi sebesar :

Harga peralatan = Rp. 285,000,000,-

Instalasi = terdiri dari pekerjaan yang dilakukan untuk pemasangan bow thruster yaitu meliputi pekerjaan propeller, pekerjaan shaft, pekerjaan hull dan pekerjaan elektrik. Perencanaan kebutuhan Jam Orang didasarkan dari data realisasi J.O. proyek di Divisi HARKAN PT. PAL untuk diameter propeller yang mendekati dengan diameter propeller thruster.

Jenis Pekerjaan	Estimasi J.O.
Propeller	265
Shaft	100
Hull/konstruksi	110
Elektrik	80
Total	555

Tabel 6 Estimasi kebutuhan jam orang

Standar J.O. di PT.PAL adalah Rp. 18,000,- jadi biaya instalasi bow thruster dapat

direncanakan yaitu :

$$555 \times \text{Rp. 18,000,-} = \text{Rp. 9,990,000,-}$$

Nilai investasi bow thruster menjadi :

$$\text{Rp. 285,000,000,-} + \text{Rp. 9,990,000,-} = \text{Rp. 294,990,000,-}$$

V.3.2. Pendapatan

Yang dimaksud pendapatan disini adalah semua penghasilan yang bisa didapatkan dari pemakaian bow thruster. Nilainya sama dengan biaya yang harus kita keluarkan apabila kita menggunakan jasa kapal tunda. Nilai ini didapat dari hasil perkalian antara jumlah kunjungan kapal dalam selang waktu tertentu dengan tarif jasa kapal tunda. Pada kasus kapal Caraka Jaya Niaga III - 24 ini, dengan data-data yang diperoleh dapat dihitung :

$$\text{Pendapatan} = \text{kunjungan kapal per bulan} \times \text{tarif jasa tunda per masuk pelabuhan}$$

dimana :

- Kunjungan kapal Caraka Jaya III-24 dalam satu bulan adalah delapan kali di Surabaya dan delapan kali di Banjarmasin. jadi dalam satu bulan kapal Caraka melakukan $2 \times 2 \times 8 = 32$ kali keluar masuk pelabuhan.
 - Tarif jasa tunda dihitung tiap Gross Register Tonnage (GRT) kapal tiap jam. GRT kapal Caraka Jaya III-24 adalah 2500 ton, sesuai dengan Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 65 Tahun 1994 tarif tundanya Rp. 104.000,- per jam. Sesuai dengan SK Direksi PERUMPEL III No. 540/KTS.FP.005/P.III-90 tentang daftar waktu rata-rata pemakaian kapal tunda untuk Pel. Tg. Perak 3/4 jam sedangkan untuk Pel. Banjarmasin adalah 1 jam. Pemakaian jasa tunda untuk tiap pelabuhan diatas dihitung satu jam.⁶
- Jadi dalam satu bulan penghasilan kapal Caraka Jaya III-24 adalah :

⁶ SK Menteri Perhubungan No. KM 76 Tahun 1990 pasal 6 ayat 7

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan} &= 32 \times \text{Rp. } 104,000,- \\ &= \text{Rp. } 3,328,000,- / \text{bulan} \end{aligned}$$

IV.3.3. Biaya Operasional

Adalah merupakan semua biaya yang dikeluarkan untuk pengoperasian bow thruster. Biaya operasional merupakan gabungan dari komponen-komponen biaya sebagai berikut :

1. Biaya tenaga kerja

Untuk pengoperasian bow thruster, dari survey yang dilakukan memerlukan dua orang tenaga yaitu seorang chief engineer dan seorang anak buah kapal (ABK). Perincian gaji untuk chief engineer adalah Rp. 350000,- per bulan dan seorang ABK mempunyai gaji Rp. 200000,- per bulan. Karena ABK tidak hanya menangani masalah bow thruster saja maka biaya tenaga kerja ini dikalikan dengan load faktor sebesar 0.5. Jadi total biaya tenaga kerja yang dikeluarkan per bulan adalah Rp. 550000,- per bulan $\times 0.6 = \text{Rp. } 330,000,- / \text{bulan}$.

2. Biaya bahan bakar

Power dari bow thruster telah kita hitung yaitu 335 kW. Ini akan dilayani oleh gen set yang ada yaitu dua buah gen set YANMAR type 6KHL-STN dengan output 265 kW. Bahan bakar yang dipakai adalah diesel oil (DO)

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar} &= \text{waktu pemakaian} \times \text{sfc engine} \times \text{kW} \\ &= ((16 \times 3/4) + (16 \times 1)) \times (2 \times 0.82) \times 335 \\ &= 13185.6 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Specific mass DO} = 0.85 \text{ gr/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi kebutuhan bb} &= \frac{13185.6}{0.85} \\ &= 15512.47 \text{ ml / bulan} \\ &= 15.52 \text{ liter/bulan} \end{aligned}$$

Harga DO per liter Rp. 380,-⁷

$$\begin{aligned} \text{Jadi Harga bahan bakar} &= 15.52 \times 380 \\ &= \text{Rp. 5,897.6,-} \sim \text{Rp. 6000,-per bulan} \end{aligned}$$

3. Biaya maintenance

Adalah biaya yang dikeluarkan untuk perawatan peralatan dan instalasi bow thruster. Untuk mengetahui biaya perawatan ini diambil sebesar 4 % dari nilai investasi setiap docking besar (Setyo K, Gatut, *Studi kelayakan Pengadaan Feri Surabaya-Ujung Pandang*, Thesis, Ftk, 1994). Jadi besarnya = Rp. 11,799,600,- / docking. Dengan asumsi docking dilakukan tiga tahun sekali, maka biaya perawatan tiap ahun = Rp. 3,993,600,-.

Total biaya pengoperasian adalah = Rp. 8,024,371,-

IV.3.3 Penyusutan

Suatu aset berupa aktiva (asset) akan mempunyai nilai umur ekonomis dan untuk itu harus dilakukan penyusutan terhadap nilai investasi dari nilai aktiva tersebut dan dikelompokkan dalam biaya penyusutan. Economic life kapal adalah 25 tahun, jadi jika metode penyusutannya adalah garis lurus (straigh line method), biaya penyusutan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Penyusutan} &= \frac{\text{nilai investasi}}{\text{usia ekonomis}} \\ &= \text{Rp. 11,799,600,-} \end{aligned}$$

⁷ Sumber dari daftar harga BBM PERTAMINA untuk SPBU

IV.4. ANALISA

IV.4.1 ANALISA PAYBACK PERIODE

Data-data yang telah diperoleh dari perhitungan :

- Nilai investasi = Rp. 294,990,000,-
- Pendapatan per tahun = Rp. 39,936,000,- atau 13.538 % dari nilai investasi
- Operasional :
 - tenaga kerja = Rp. 3,960,000,-
 - bahan bakar = Rp. 70,771,-
 - maintenance = Rp. 3,993,600,-
 - penyusutan = Rp. 11,799,600,-

_____ +

Rp. 19,823,971,- per tahun atau 6.72 % dari nilai
investasi

$$\text{Payback periode} = \frac{\text{nilai investasi}}{\text{keuntungan bersih}} \times \text{Tahun}$$

$$= \frac{294,990,000}{(39,936,000 - 19,823,971)}$$

$$= 14.667 \text{ tahun}$$

Jadi investasi ini akan kembali modal setelah berjalan 14.667 tahun.

IV.4.2. ANALISA BREAK EVENT POINT

Untuk melakukan analisa ini yang perlu diketahui adalah :

1. Fixed cost (FC) adalah nilai investasi

2. Biaya yang diperlukan untuk satu kali pemakaian jasa tunda (P) =
Rp. 104,000,-
3. Variable cost adalah biaya yang kita keluarkan untuk satu kali pemakaian bow thruster (masuk pelabuhan). Atau sama dengan biaya operasional satu tahun dibagi dengan jumlah pemakaian bow selama satu tahun. Nilainya adalah Rp. 51,624.925,-

$$\text{BEP} = \frac{F_c}{P - P_c} \text{ kali masuk pelabuhan}$$

$$\text{BEP} = \frac{294,990,000}{104,000 - 51,624,925}$$

$$= 5632.259 \text{ kali masuk pelabuhan}$$

Dalam satu tahun kapal masuk pelabuhan selama 384 kali. Jadi BEP nya adalah =

$$5632.259 / 384$$

$$= 14.6673 \text{ tahun.}$$

IV.4.3. ANALISA NET PRESENT VALUE (NPV)

Data -data yang diperlukan untuk analisa ini adalah :

- laju aliran kas tiap tahun. Untuk kasus ini, laju aliran kas tiap tahunnya tidak sama karena disesuaikan dengan trend kenaikan tarip tunda. Kenaikan tarip tersebut terjadi tiap empat tahun sekali sebesar Rp. 9,000,- . Perkiraan aliran kas tersebut adalah :

Tahun ke-	Laju aliran kas per tahun (Rp)
1 s/d 4	20,112,029
5 s/d 8	23,568,029
9 s/d 12	27,024,029
13 s/d 16	30,480,029
17 s/d 20	33,936,029
21 s/d 24	37,392,029
25	40,848,029

Tabel 7 Perkiraan laju aliran kas

- Nilai investasi

- Tingkat suku bunga bank, diambil 15 % (sumber BAPINDO bulan Januari 1997).

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= - \text{NILAI INVEST} + \frac{A_1}{(1+0.15)} + \frac{A_2}{(1+0.15)^2} + \dots + \frac{A_{24}}{(1+0.15)^{24}} + \frac{A_{25}}{(1+0.15)^{25}} \\ &= - \text{Rp. } 139,495,662,- \end{aligned}$$

Hasil minus menunjukkan bahwa investasi tersebut tidak menguntungkan untuk suku bunga yang diisyaratkan.

IV.4.4. ANALISA INTERNAL RATE OF RETURN (IRR)

Dari laju aliran kas tiap tahun daritahun ke-1 sampai dengan tahun ke-25 kita cari rata-ratanya dan diperoleh nilai Rp. 29,235,869,-. Untuk mencari IRR nya dilakukan dengan cara :

$$\text{Nilai investasi} = \frac{A}{(1+r)} + \frac{A}{(1+r)^2} + \dots + \frac{A}{(1+r)^{25}}$$

nilai invest. / laju aliran kas = 10.09. Hasil ini dicari pada tabel A-2 untuk periode 25 tahun. Yang mendekati nilai ini adalah :

$$9 \% = 9.823$$

$$10 \% = 10.675$$

$$= 9 \% + \left[\frac{[10.09 - 9.823]}{[10.675 - 9.823]} \times 1\% \right]$$

$$= 9.313 \%$$

ai ini dibandingkan dengan tingkat suku bunga yang berlaku sekarang yaitu 15 %. nyata hasilnya lebih kecil, jadi investasi ini tidak menguntungkan.

Secara langsung dapat dibandingkan bahwa pemakaian kapal tunda untuk satu i pakai memerlukan biaya Rp. 127.760,- (diambil dari harga rata-rata tarip setelah ngalami kenaikan). Sedangkan untuk pemakaian bow thruster memerlukan biaya besar Rp. 166.855,39,- untuk satu kali pakai (diambil dari biaya operasional tambah biaya angsuran untuk pembelian bow thruster).

Dari analisa-analisa secara ekonomis dilihat bahwa investasi pemakaian bow uster ini tidak menguntungkan. Hal ini dapat terjadi karena :

1. Analisa yang dilakukan adalah hanya memperhitungkan biaya kapal tunda. Oleh karena itu keuntungan yang kita peroleh karena lebih sedikitnya waiting time net (WTN) tidak diperhitungkan.
2. Kecenderungan kapal-kapal muatan adalah mengulur-ulur waktu di pelabuhan untuk mencari tambahan muatan. Disamping karena biaya tambat tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan keuntungan yang diperoleh dari bertambahnya muatan kapal.



BAB V
KESIMPULAN

BAB V

KESIMPULAN

Setelah melakukan studi analisa teko ekonomi pemakaian bow thruster pada kapal Caraka Jaya Niaga III-24 ini ada beberapa hal yang dapat disimpulkan. Adapun beberapa hal itu antara lain :

1. Dengan mengasumsikan berbagai macam kondisi, secara teknis dapat disimpulkan bahwa besarnya kebutuhan thrust untuk kapal Caraka Jaya Niaga III-24 adalah sebesar 68.19 kN. Sehingga dari sini bisa diketahui besarnya daya bow thruster tersebut adalah 329 Kw.
2. Dengan kondisi daya yang telah dihitung tersebut kapal Caraka Jaya Niaga III-24 dapat melakukan manuver pada kecepatan kapal nol (zero ship's speed) dengan waktu 8.86 menit. Hal ini sangat menguntungkan karena apabila kita tidak memakai bow thruster, untuk melakukan manuver satu putaran penuh dengan radius putar terkecil 104.16 m akan memerlukan waktu 40.25 menit untuk kecepatan kapal 0.271 m/sec. Dari kondisi ini kita bisa mendapat keuntungan yaitu Waiting Time Net (WTN) kapal tersebut lebih kecil dari pada jika kita tidak memakai bow thruster.
3. Untuk analisa ekonomis dari metode Payback Periode yang telah dikerjakan mendapatkan hasil : dari nilai investasi bow thruster sebesar Rp. 294.990.000,- dan pendapatan per tahun Rp. 39.936.000,- serta biaya operasional per tahun sebesar Rp. 19.823.971,- maka investasi tersebut akan kembali setelah 14.667 tahun. Nilai yang sama dapat peroleh dari analisa dengan metode yang hampir sama yaitu metode Break Event Point (BEP).

Dari analisa ekonomis pemakaian bow thruster ini secara langsung dapat dibandingkan bahwa jika memakai jasa kapal tunda biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 127.760,- untuk satu kali masuk pelabuhan sedangkan apabila memakai bow thruster biaya operasional kita sebesar Rp. 166.855,39,-.

Selanjutnya dengan analisa Net Present Value (NPV) dengan tingkat suku bunga yang diambil dari BAPINDO untuk bulan Januari 1997 sebesar 15 % diperoleh hasil (-) Rp. 139.495.662,-. Ini berarti bahwa investasi tidak menguntungkan dengan kondisi suku bunga yang diisyaratkan. Begitu juga dengan analisa Internal Rate of Return (IRR) untuk investasi bow thruster ini. Dengan laju aliran kas rata-rata per tahun sebesar Rp. 29.235.869,-, umur ekonomis kapal diasumsikan 25 tahun diperoleh tingkat suku bunga sebesar 9.313 %. Nilai ini lebih kecil dari suku bunga bank yang diisyaratkan sebesar 15 %.

Menggaris bawahi analisa yang telah dikerjakan diatas maka secara teknis pemakaian bow thruster pada kapal Caraka Jaya Niaga III-24 dapat diterapkan dan memberikan keuntungan pada operasi manuver kapal dilingkungan pelabuhan. Secara ekonomis, investasi untuk bow thruster ini kurang menguntungkan karena tingkat suku bunga dari investasi ini lebih kecil dari tingkat suku bunga bank saat ini.



DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka

1. Brix, J, Capt. Dipl.-Ing., *Manoeuvring Technical Manual*, Seehafen Verlag GmbH, Hamburg, 1993.
2. FTK - IIS, *Proceeding Seminar Sehari Tolok Ukur Kinerja Fasilitas Pelabuhan*, FTK - IIS, 1996
3. Harvald, SV. AA, *Resistance and Propulsion of Ship*, John Willey & Sons, Inc, 1983
4. Harrington, L Roy, *Marine Engineering*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1992
5. Humas Departemen Perhubungan, *Peraturan dan Tarif dibidang Peti kemas / kontainer*, Departemen Perhubungan, 1990
6. Husnan, Suad, Drs, *Studi Kelayakan Proyek*, edisi ke tiga, 1994
7. Husnan, Suad, Drs, M.B.A., *Pembelajaan Perusahaan*, edisi ke tiga, Liberty, Yogyakarta, 1989
8. KaMeWa, *Kamewa Tunnel Thrusters spec.*
9. Mamesmann Rexroth, *Mechanical Bow Thruster spec.*
10. Mustafa El Qodri, Zainal, Drs., *Alat-alat Analisa Perencanaan dan Pengawasan Produksi*, BP-FE UII -Andi Offset, Yogyakarta, 1984
11. Stuntz, George R. Jr, *Some Aspect of Bow Thruster Design*, Journal of The SNAME, Nopember, 1964
12. Suzuki, Y , *Technical Information*, JICA EXPERT, 1996



LAMPIRAN

DATA-DATA ENGINE PADA KAPAL

CARAKA JAYA NIAGA III-24

FTAR PESAWAT KM. CARAKA JAYA NIAGA III/24.Main Engine.

- a). Type : PAL-MAN B&W. 5 S 26 MC.
Two Stroke Cycle Single Acting Diesel Engine /
Cross Head, Direct Reversible.
- No, of Cylinder : 5.
Cylinder Diameter : 260.m/m.
Stroke : 480.m/m.
Maximum B . H . P : 2050. Ps.
No of Revolution : 207. Rpm.

Auxiliary Blower .

Electric Motor Driven Turbo fan motor 15.Kw. 3000. Rpm. x 1 set.

Turbo-Charger .

Type : Mitsubishi M.E.T. 26. S R .
Revolution : 35700. Rpm.
Maximum Gas Inlet : 580^o. Celcius.
Plain Bearing : Common with main lube oil System.

Governor .

Type : P G - A .
Part No : B 8574 - 817 .
Serial No : 2445028.
Governor half speed : 28 - 1173 .
Manual hight speed : 988 Rpm.
Control air Press : 7,1 - 71 Psi.

b). Stern Tube Bearing .

Type : Cast Iron , bushing lined with White metal.

c). Ster Tube Sealing .

Type : Simplex Compact seal / 300.

d). Intermediat Shaft .

Diameter x Length : 245 m/m X 6230 m/m .
Weight : abt. 2553 . Kg.

e). Propeller Shaft .

Diameter x Length : 275 m/m X 4380 m/m .
Weight : abt. 2093 . Kg.

f). Intermediat Shaft Bearing .

Type : Oil disk self lubricating & jacket cooling .
Weight : abt. 215 . Kg.

g). Propeller .

Type : Right hand solid four (4) Blades
Material : NI -, Al - Bronze .
Diameter : 3000 m/m .
Weight : abt. 1976. Kg. (with cup)

h). Air Cooler .

Type : B G S C 95 S - I .
Cooler No : 4 G 974 .
Weight : 500. Kg.

i). Main Lubricating Oil Cooler .

Cooling surface : 62 m2
Lubricating Oil Press : 5. Kg/Cm2.
Cooling Water Press : 2,5. Kg/Cm2.
Weight : 1100. Kg.
Nomer : 031 - 6717.

Main Fresh Water Cooler.
 Cooling surface : 12 m².
 Fresh Water Press : 4. Kg/Cm².
 Cooling Water Press : 2,5. Kg/Cm².
 Weight : 120. Kg.
 Nomer : 031 - 6716 .
 By : Sasakura Engineering Co. Ltd. Osaka Japan.

Auxiliary Engine I II III .

Type : Yanmar 6 K H L - S T N .
 Four Stroke Cycle single acting diesel engine
 Rate Out Put : 360. Ps .
 No of Revolution : 1500. Rpm / conter Clock wise from Fly Wheel side.
 No of Cylinder : 6 .
 Cylinder Boore : 135.m/m.
 Stroke : 160.m/m.
 Super Charging System : by exhaust gas Turbo Charger with air Cooler.
 Model : T D 10 . (MHI).
 Starting System : Air Start by air motor 6,6. Kw x 1
 (at 8. Kg/Cm² air).
 Dry weight (aprox.) : 1300. Kg.
 No of Machine : I..... 020611 .
 II..... 020603 .
 III..... 020602 .

Generator I. / II / III .

TAIYO Brushless A C Generator .
 Model : T.W.Y. 310 .
 Out Put : 250 . K V A .
 Cycle : 50. H z .
 Volts : 380 . V .
 Amperes : 370 . A .
 Phase : 3 . Phase .
 Revolution : 1500. Rpm.
 Pole : 4 .
 P . F : 0,8 .
 Total Weight : 1100 . Kg.
 No of Machine : I.....G P -14987 .
 II.....G P -14988 .
 III.....G P -14989 .

Main Air Compressor I / II .

Model : T A N A B E HC - 54 A .
 Type : Vertical 2 stage water cooled .
 Bore : L.P. 127.0 m/m - H.P. 107,95.m/m.
 Stroke : 101,6.m/m.
 Pressure : 30. Kg/Cm².
 Revolution : 750.Rpm.
 Capacity : (F.A) 39.m³/hr.
 Power Req. : 12.P.S .
 Weight : 280. Kg .
 No of Machine : I.....910.368.
 II.....910.369.

Electric Motor I / II .

Type : T I D - 180. H.
 Out Put : 11. Kw .
 Voltage : 380. V .
 Cycle : 50 . H z .
 Pole : 8 .
 Revolution : 750 . Rpm .
 Rating : Cont.
 Weight : 220. Kg .
 No of Machine : I.....13625 .
 II.....13626 .

Main Air Reservoir I / II .

Capacity : 1200. Ltrs.
 Working Press : 30. Kg/Cm².
 Hydraulic Test Pressur : 46,5. Kg/Cm².
 Weight : 800. Kg.
 By : Hemmi Iron Works Ltd. Japan.

DATA TEKNIS AUXILARY ENGINE :

PRINCIPAL DATA OF ENGINE

	-	Vertical, Single Acting 4 - Cycle Diesel Engine
Model	-	6KHL-STN
Rated Output	PS {KW}	360 { 265}
Rated Revolution	rpm	1500
Number of Cylinder	-	6
Cylinder Arrangement	-	In - Line
Cylinder Bore	mm	135
Stroke	mm	160
Total Stroke Volume	ℓ	13.741
Mean Effective Pressure	kg/cm ² {Mpa}	15.72 {1.54}
Mean Piston Speed	m/sec.	8.00
Direction of Rotation	-	Crank shaft : Counter Clockwise (as viewed from Flywheel Side)
Weight (Approx.)	kg	1300
Crank Arrangement	-	1,6 2,5 3,4
Firing Order	-	1 - 4 - 2 - 6 - 3 - 5 - 1
Fuel Oil	-	Marine Diesel Fuel (viscosity of used fuel is between 32 and 65 seconds by REDWOOD No.1 at engine inlet)
Lubricating Oil	-	• Engine System Oil : A.P.I. Service Grade CD Class
Starting System	-	• Starting System : Air Start by Air Motor 6.6 KW × 1 (at 8 kg/cm ² Air)
Lubricating Oil Sump System	-	• Wet Sump (Engine Oilpan)
Lubricating System	-	Forced Lubrication by the Engine Equipped Pump
Cooling System	-	• Cylinder, Cyl. Head & Exh. Manifold : Fresh Water • C.F.W. and L.O. and Air Cooler : Sea Water • Piston : Lub. Oil

Charging System	-	by Exhaust gas Turbo-Charger with Air Cooler
System	-	Turning Bar
Load	-	10% Over Load : 60 min.
Fuel Oil Consumption (※1)	g/PS·hr {g/KW·hr}	158 {215}
L.O. Consumption (※2)	g/PS·hr {g/KW·hr}	≥ 0.6 { ≥ 0.82 }
Variation	-	Momentary : within 10 % Permanent : within 5 % at Load Variation (%) : 0 → 50 → 50
Condition		
Exh. Temp.	°C	≤ 32
Jacket Temp.	°C	75 ~ 85 (at Engine Outlet)
Exh. Temp.	°C	0 ~ 45
Jacket Press. (※2)	mmAq	≤ 300
Exh. Gas Volume (※3)	m ³ /hr	3799
Consumption of Lub. Oil & Cool. Fresh Water		
Lub. Oil	ℓ	52 (Effective 26) -- in Engine Oilpan
Cool. Fresh Water	ℓ	42 -- in Jacket & Cooler
Water	:	<ul style="list-style-type: none"> · Always use clean soft water. · Use anti-corrosion solution mixed with fresh water. · On cold days, use anti-freezing solution mixed fresh water.
Exchange Interval	:	<ul style="list-style-type: none"> · Exchange Interval of Lub. Oil : every 250 hr. · Exchange Interval of Lub. Oil Filter : every 500 hr. · Exchange Interval of Fuel Oil Filter : every 500 hr.
Charger	:	Type : Air Cooled Model : TD10 (M.H.I.)

- NOTES :
- ※1 · Low Calorific Value : 10200 kcal/kg
 - Allowance : +5 %
 - at 100% Load (after 30 hr Test Running)
 - ※2 · at 100% Load
 - ※3 · Exh. Gas. Temp. : 673 K {400°C}.
 - at 100% Load

DESCRIPTION

JAN. 10, 1991 ; PREPARED FOR APPROVAL.

CARAKA JAYA NIAGA III SECOND PHASE 3,650 DWT/11.9 KNOTS SEMI-CONTAINER VESSEL
--

(6 SHEETS WITH COVER)

MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILDING CO.,LTD.

SHIP DESIGN DEPARTMENT		<u>ELECTRIC POWER CONSUMPTION TABLE</u>	
MANAGER <i>N. Yamamoto</i>			
LECT. OUTFIT. DESIGN SEC			
C. CHIEF			
SIST. CHIEF <i>J. Shiozumi</i>			
CHARGE ENGINEER & SHIPBUILDING CO., LTD. STAFF <i>[Signature]</i> DATE JAN 10 1991		SHIP NAME	DRAWING NO.
SALES	JOB NO.	CARAKA JAYA III	5020001

ANTICIPATED ELECTRIC POWER CONSUMPTION TABLE

DATE 1/10/1991

PAGE 1

VOW 0123	OWNER : P.T.PAN	KIND : SEMI CONTAINER				
DEADWEIGHT : 3650 TON CLASS : BK			RULE :	/SOLAS' 83/ / /		
PRINCIPAL DIMENSIONS : LPP 92.15M X B 16.5M X D 7.8M - DFT 5.4M			MAIN ENGINE : 5S26MC 2050 PS(MCR) 207.0RPM X 1 SET			
REMARKS :			DEISEL GENERATOR : 200 KW (250 KVA) 1500RPM X 3 SETS			

EL. & CONT. ENG. DEPT				CHECKED BY
M:	SC:	AC:	CE:	HULL GROUP :
				MACH GROUP :

(A) TOTAL ELECTRIC POWER BALANCE CALCULATION

I T E M		NORMAL SEAGOING	NORMAL + REF CONT. KEEP	LEAVING PORT + REF CONT. COOL.	CARGO HANDL. + REF CONT. COOL.	REST IN PORT	
HULL PART	CONTINUOUS LOAD (KW)	19.4	35.0	135.3	218.1	8.2	
	INTERMITTENT LOAD (KW)	27.6	27.6	26.2	27.6	28.9	
MACHINERY PART	CONTINUOUS LOAD (KW)	47.5	47.5	98.1	29.7	10.8	
	INTERMITTENT LOAD (KW)	25.5	25.5	16.4	36.5	28.5	
ELECTRICAL PART	CONTINUOUS LOAD (KW)	17.8	17.8	19.1	25.7	22.9	
	INTERMITTENT LOAD (KW)	----	----	----	----	----	
1) TOTAL CONTINUOUS LOAD (KW)		84.7	100.3	252.5	273.5	41.9	
2) TOTAL INTERMITTENT LOAD (KW)		53.1	53.1	42.6	64.1	57.4	
3) 2) / DIVERSITY FACTOR (2.0) (KW)		26.7	26.7	21.3	32.1	28.7	
4) TOTAL LOAD 1) + 3) (KW)		111.4	127.0	273.8	305.6	70.6	
5) WORKING GENERATORS (KW X NO.)		DG 200 KW X 1	DG 200 KW X 1	DG 200 KW X 2	DG 200 KW X 2	DG 200 KW X 1	

(B) ELECTRIC POWER CONSUMPTION TABLE

HULL PART (1/1)

PAGE 2

I T E M (OUTPUT) (INPUT)	NORMAL SEAGOING	NORMAL + REF CONT. KEEP	LEAVING PORT + REF CONT. COOL.	CARGO HANDL. + REF CONT. COOL.	REST IN PORT	
1. BOAT WINCH 3.7 KW 4P 4.2 KW 2 SETS	- - ----	- - ----	- - ----	- - ----	- - ----	
2. E/H PUMP FOR CARGO GEAR 75.0 KW 4P 82.4 KW 3 SETS	- - ----	- - ----	2 60 98.9	3 75 185.4	- - ----	
3. CARGO HOLD VENT FAN 1.5 KW 4P 1.8 KW 2 SETS	2 90 3.3	2 90 3.3	2 90 3.3	2 90 3.3	- - ----	
4. CARGO HOLD VENT FAN 2.2 KW 4P 2.6 KW 4 SETS	2 90 4.7	2 90 4.7	2 90 4.7	2 90 4.7	- - ----	
5. PUMP UNIT RM VENT FAN 0.40 KW 4P 0.5 KW 2 SETS	2 90 0.9	2 90 0.9	2 90 0.9	2 90 0.9	- - ----	
6. GALLEY EQUIPMENT 30 KW	50* 15.0	50* 15.0	50* 15.0	50* 15.0	50* 15.0	
7. LAUNDRY EQUIPMENT 3.0 KW	50* 1.5	50* 1.5	50* 1.5	50* 1.5	50* 1.5	
8. PROV. REF. COMPRESSOR 5.5 KW 4P 6.2 KW 2 SETS	1 75* 4.7	1 75* 4.7	1 75* 4.7	1 75* 4.7	1 75* 4.7	
9. UNIT COOLER-						
2.2 KW 4P 2.5 KW 2 SETS	2 90 4.0	2 90 4.0	2 90 4.0	2 90 4.0	2 90 4.0	
10. ACC, LADDER WINCH 1.5 KW 4P 1.8 KW 2 SETS	1 70* 1.3	
11. SEWAGE TREATMENT SYSTEM 1.5 KW 4P 1.7 KW 2 SETS	1 80* 1.4	1 80* 1.4	1 80 1.4	1 80* 1.4	1 80* 1.4	
12. STEERING GEAR 3.7 KW 4P 4.6 KW 2 SETS	2 50 2.3	2 50 2.3	2 50 2.3	- - ----	- - ----	
13. REF. CONTAINER (20FT) 6.5 KW 4 SETS	- - ----	4 60 15.6	4 60 15.6	4 60 15.6	- - ----	
14. MISCELLANIOUS * 5.0	* 5.0	* 5.0	* 5.0	* 5.0	* 5.0	
15. ACCOMMODATION FAN 0.75 KW 4P 0.9 KW 3 SETS	3 80 2.2	3 80 2.2	3 80 2.2	3 80 2.2	3 80 2.2	
0.4 KW 4P 0.5 KW 5 SETS	5 80 2.0	5 80 2.0	5 80 2.0	5 80 2.0	5 80 2.0	

MACHINERY PART (1/2)

PAGE

I T E M (OUTPUT) (INPUT)	NORMAL SEAGOING	NORMAL + REF CONT. KEEP	LEAVING PORT + REF CONT. COOL.	CARGO HANDL. + REF CONT. COOL.	REST IN PORT	
1. M/E AUX. BLOWER 11 KW 2P 12.5 KW 2 SETS	- - - - -	- - - - -	1 60 6.25	- - - - -	- - - - -	
2. M/E TURN. GEAR 0.75 KW 4P 0.9 KW 1 SET	- - - - -	- - - - -	- - - - -	1 75* 0.7	1 75* 0.7	
3. MAIN AIR COMP. 11.0 KW 8P 13.0 KW 2 SETS	1 70* 9.1	1 70* 9.1	1 70 9.1	1 70* 9.1	1 70* 9.1	
4. MAIN COOL. F.W. PUMP 3.7 KW 4P 4.3 KW 2 SETS	1 75 3.2	1 75 3.2	1 75 3.2	- - - - -	- - - - -	
5. MAIN COOL. S.W. PUMP 11.0 KW 4P 13.0 KW 2 SETS	1 80 10.4	1 80 10.4	1 80 10.4	- - - - -	- - - - -	
6. AUX. COOL. S.W. PUMP 5.5 KW 4P 6.5 KW 1 SET	1 70 4.6	1 70 4.6	1 70 4.6	1 70 4.6	1 70 4.6	
7. MAIN L.O. PUMP 18.5 KW 4P 20.6 KW 2 SETS	1 70 14.4	1 70 14.4	1 70 14.4	- - - - -	- - - - -	
8. L.O. TRANS. PUMP 1.5 KW 6P 1.8 KW 1 SET	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	
9. FILTER L.O. PUMP 0.2 KW 6P 0.3 KW 1 SET	1 70 0.2	1 70 0.2	1 70 0.2	- - - - -	- - - - -	
10. F.O. SUP. PUMP 2.2 KW 6P 2.8 KW 2 SETS	1 65 1.8	1 65 1.8	1 65 1.8	- - - - -	- - - - -	
11. F.O. TRANS. PUMP (MAIN) 1.5 KW 6P 1.8 KW 1 SET	1 70* 1.3	1 70* 1.3	1 70* 1.3	- - - - -	- - - - -	
12. F.O. TRANS. PUMP 1.5 KW 6P 1.8 KW 1 SET	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	
13. F.W. PUMP 5.5 KW 2P 6.5 KW 2 SETS	1 75* 4.9	1 75* 4.9	1 75* 4.9	1 75* 4.9	1 75* 4.9	
14. SANITARY PUMP 2.2 KW 2P 2.5 KW 2 SETS	1 85* 2.2	1 85* 2.2	1 85* 2.2	1 85* 2.2	1 85* 2.2	
15. FIRE & G.S. PUMP 18.5 KW 4P 22 KW 1 SET	- - - - -	- - - - -	1 80 17.6	- - - - -	- - - - -	
16. BILGE PUMP 1.5 KW 6P 1.8 KW 1 SET	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	
17. FIRE & BALLAST PUMP 18.5 KW 4P 22 KW 1 SET	- - - - -	- - - - -	1 80 17.6	1 80 17.6	- - - - -	
18. F.O. PURIFIER 1.5 KW 4P 1.8 KW 2 SETS	1 70 1.3	1 70 1.3	1 70 1.3	- - - - -	- - - - -	
19. SLUDGE PUMP 2.2 KW 6P 2.8 KW 1 SET	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	

MACHINERY PART (2/2)

PAGE

I T E M (OUTPUT) (INPUT)				NORMAL SEAGOING	NORMAL + REF CONT. KEEP	LEAVING PORT + REF CONT. COOL.	CARGO HANDL. + REF CONT. COOL.	REST IN PORT	
1.	L.O. PURIFIER	1.5 KW 4P	1.8 KW 1 SET	1 70 1.3	1 70 1.3	1 70 1.3	1 70 1.3	- - ----	
2.	E.R. VENT. FAN	3.7 KW 4P	4.3 KW 2 SETS	2 95 8.2	2 95 8.2	2 95 8.2	1 95 4.1	1 95 4.1	
3.	LATHE	2.2 KW 4P	2.5 KW 1 SET	- - ----	- - ----	- - ----	1 50* 1.2	1 50* 1.2	
4.	DRILL. MACH.	0.40 KW 4P	0.5 KW 1 SET	- - ----	- - ----	- - ----	1 50* 0.2	1 50* 0.2	
5.	GRINDER	0.40 KW 2P	0.5 KW 1 SET	- - ----	- - ----	- - ----	1 50* 0.2	1 50* 0.2	
6.	ELECTRIC WELDER	300 A	25.0 KW 1 SET	- - ----	- - ----	- - ----	1 40* 10.0	1 40* 10.0	
7.	L.O. PURIF. HTR	8.0 KW	1 SET	1 * 8.0	1 * 8.0	1 * 8.0	1 * 8.0	- - ----	
8.	L.O. SETT. TK HTR	7.0 KW	1 SET	- - ----	- - ----	- - ----	- - ----	- - ----	
9.	WASTE O. TK FOR INCIN.	3.0 KW	1 SET	- - ----	- - ----	- - ----	- - ----	- - ----	
0.	WASTE O. INCIN.	0.4 KW 2P	0.5 KW 1 SET	- - ----	- - ----	- - ----	- - ----	- - ----	
1.	ENG. C. R. UNIT CLR	2.2 KW 2P	2.8 KW 1 SET	1 75 2.1	1 75 2.1	1 75 2.1	1 75 2.1	1 75 2.1	
SUB TOTAL				11.6 8.0	11.6 8.0	11.6 8.0	7.5 19.6	6.2 11.6	

ELECTRICAL PART (1/1)

PAGE 5

I T E M (OUTPUT) (INPUT)		NORMAL SEAGOING	NORMAL + REF CONT. KEEP	LEAVING PORT + REF CONT. COOL.	CARGO HANDL. + REF CONT. COOL.	REST IN PORT	
1. ACCOMMODATION SPACE LIGHT 18.0 KW		40 7.2	40 7.2	40 7.2	40 7.2	40 7.2	
2. MACHINERY SPACE LIGHT 4.0 KW		85 3.4	85 3.4	85 3.4	85 3.4	85 3.4	
3. WEATHER DECK LIGHT 6.6 KW		- ----	- ----	20 1.3	90 6.0	90 6.0	
4. PORTABLE CARGO LIGHT 3.6 KW		- ----	- ----	- ----	80 2.8	- ----	
5. NAVIGATION AND SIGNAL LIGHT 0.3 KW		60 0.2	60 0.2	60 0.2	20 0.1	20 0.1	
6. INTERIOR COMMUNICATION 1.5 KW		50 0.7	50 0.7	50 0.7	50 0.7	50 0.7	
7. RADIO STATION 2.7 KW		60 1.6	60 1.6	60 1.6	30 0.8	30 0.8	
8. NAUTICAL INSTRUMENT 4.0 KW		70 2.7	70 2.7	70 2.7	70 2.7	70 2.7	
9. MISCELLANIOUS 1 SET		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
TOTAL	CONTINUOUS INTERMITTENT (*)	17.8 ----	17.8 ----	19.1 ----	25.7 ----	22.9 ----	

GRAFIK-GRAFIK UNTUK PERHITUNGAN EFISIENSI THRUST

Fig. 1

船底深さの影響

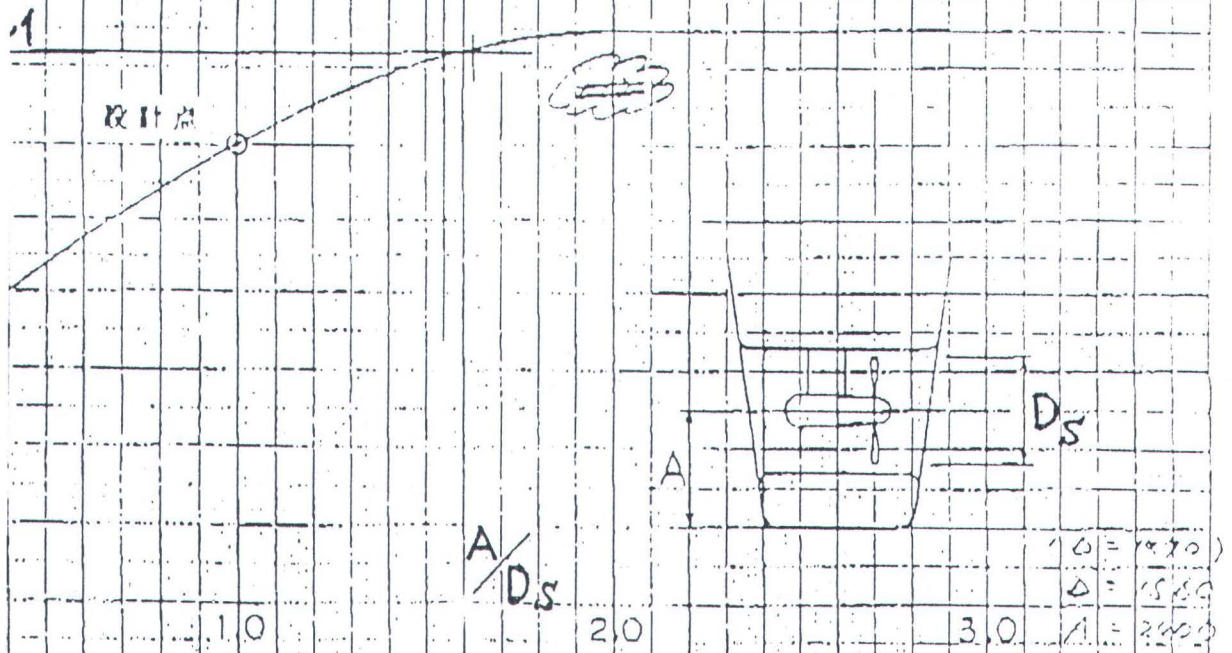


Fig. 2

トンネル長さの影響

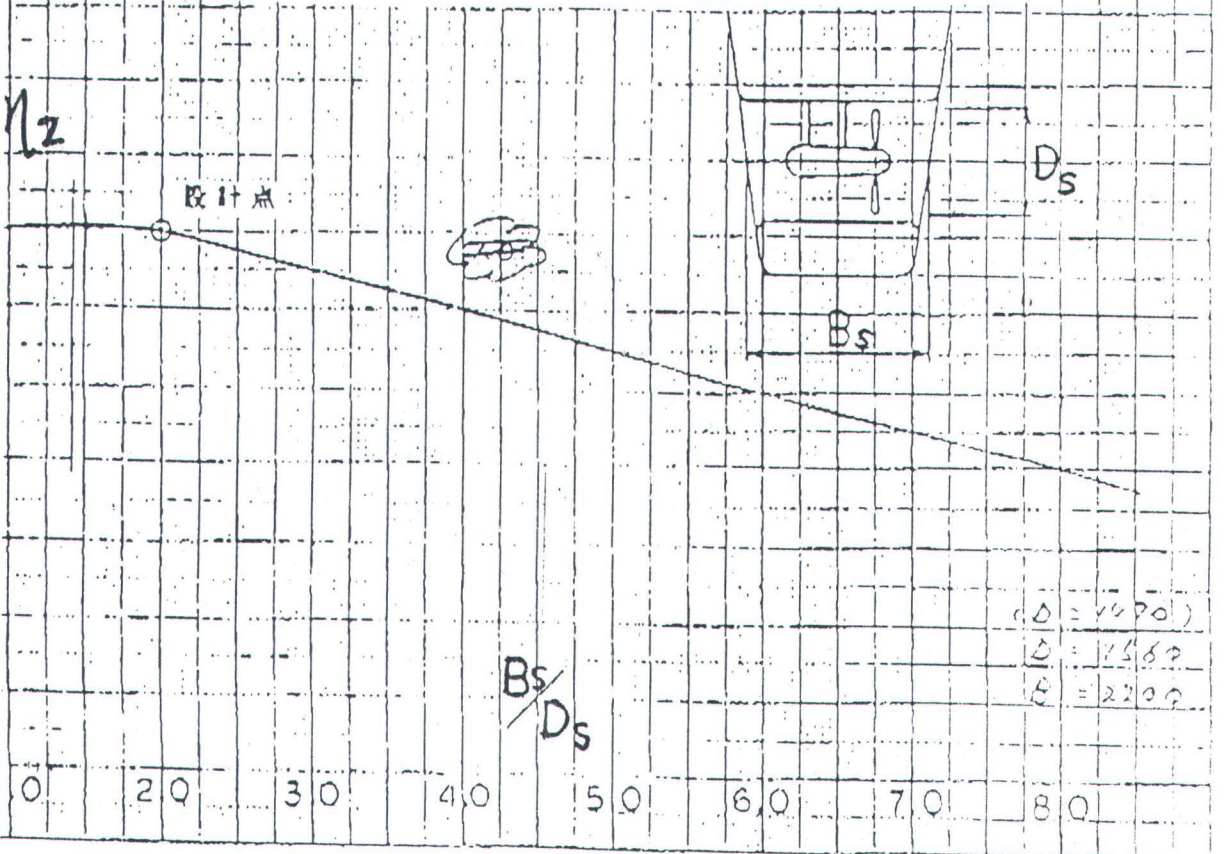


Fig. 3 トンネル入口Rの影響

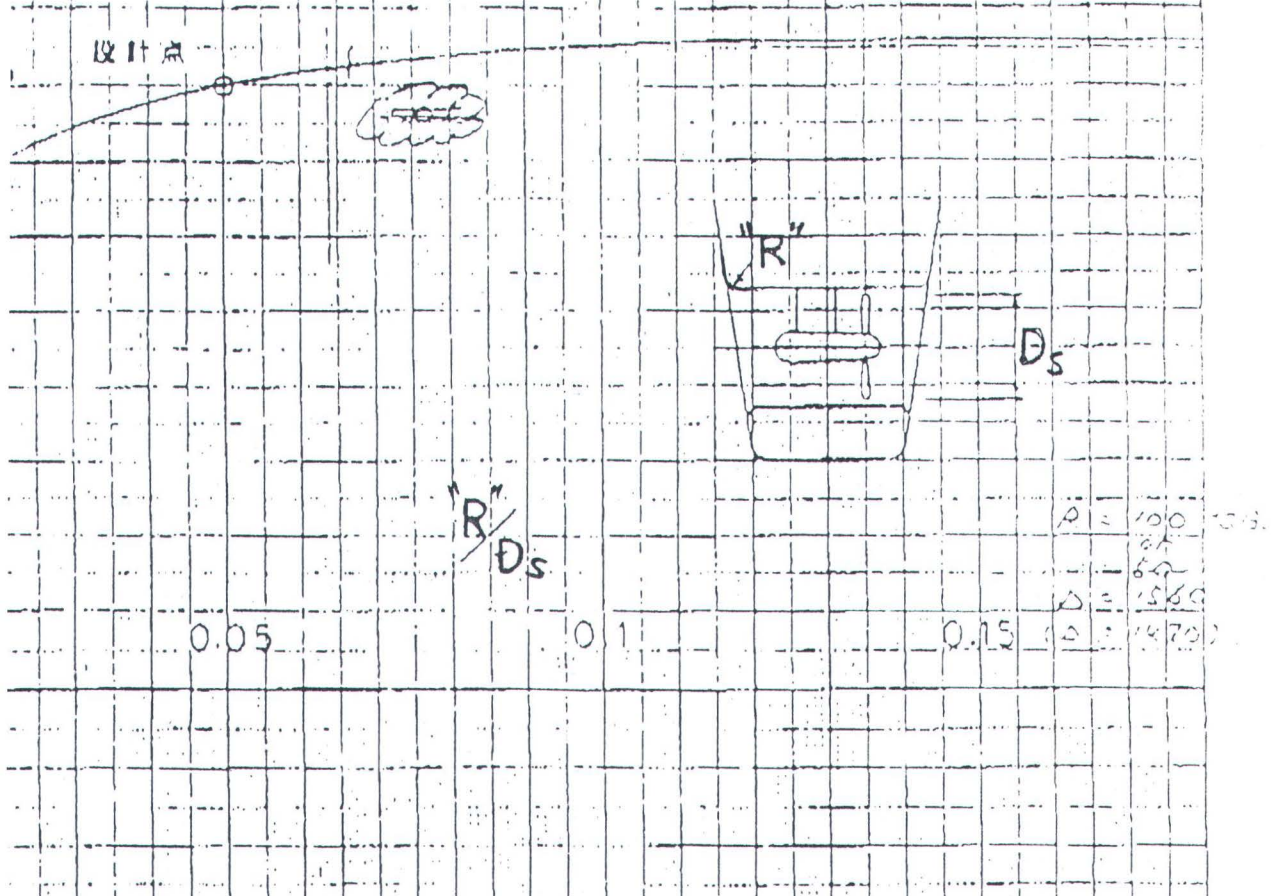


Fig. 4 傾斜角の影響

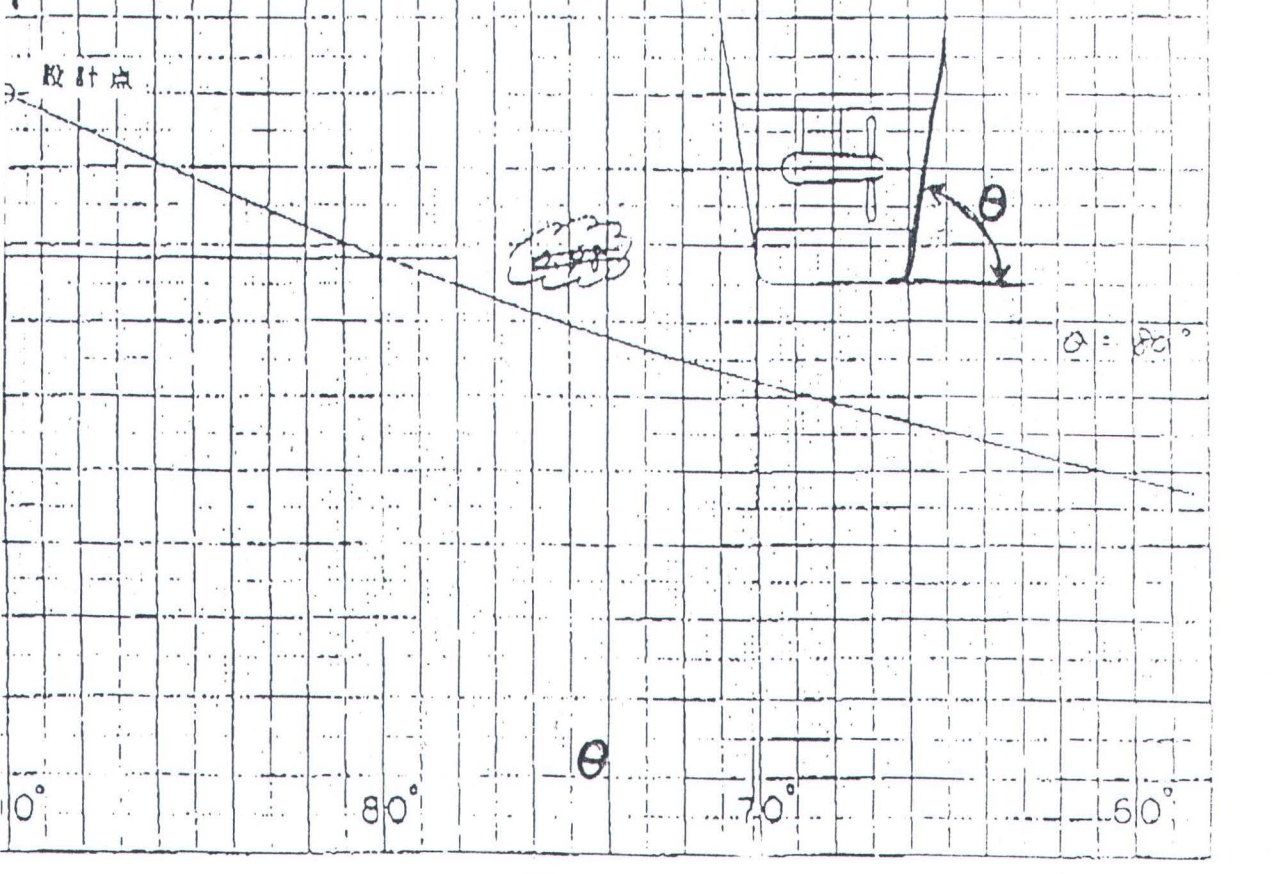


FIG. 5 グリッドの取組

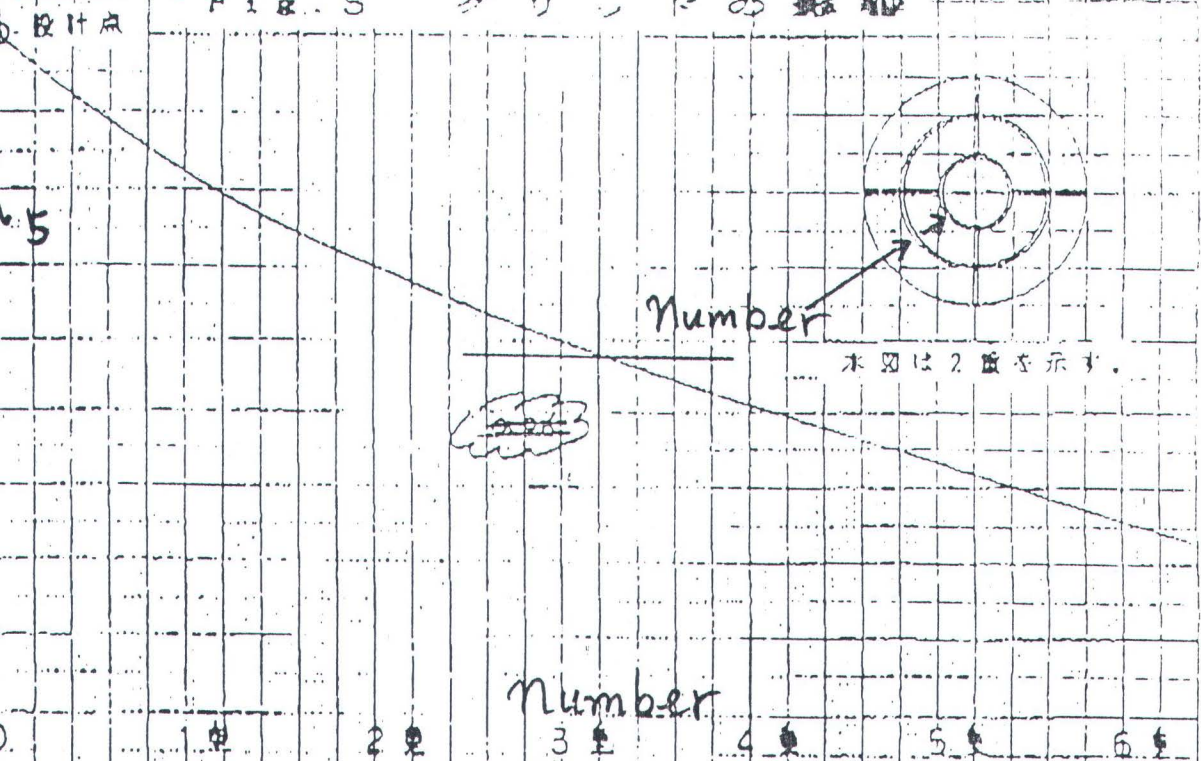
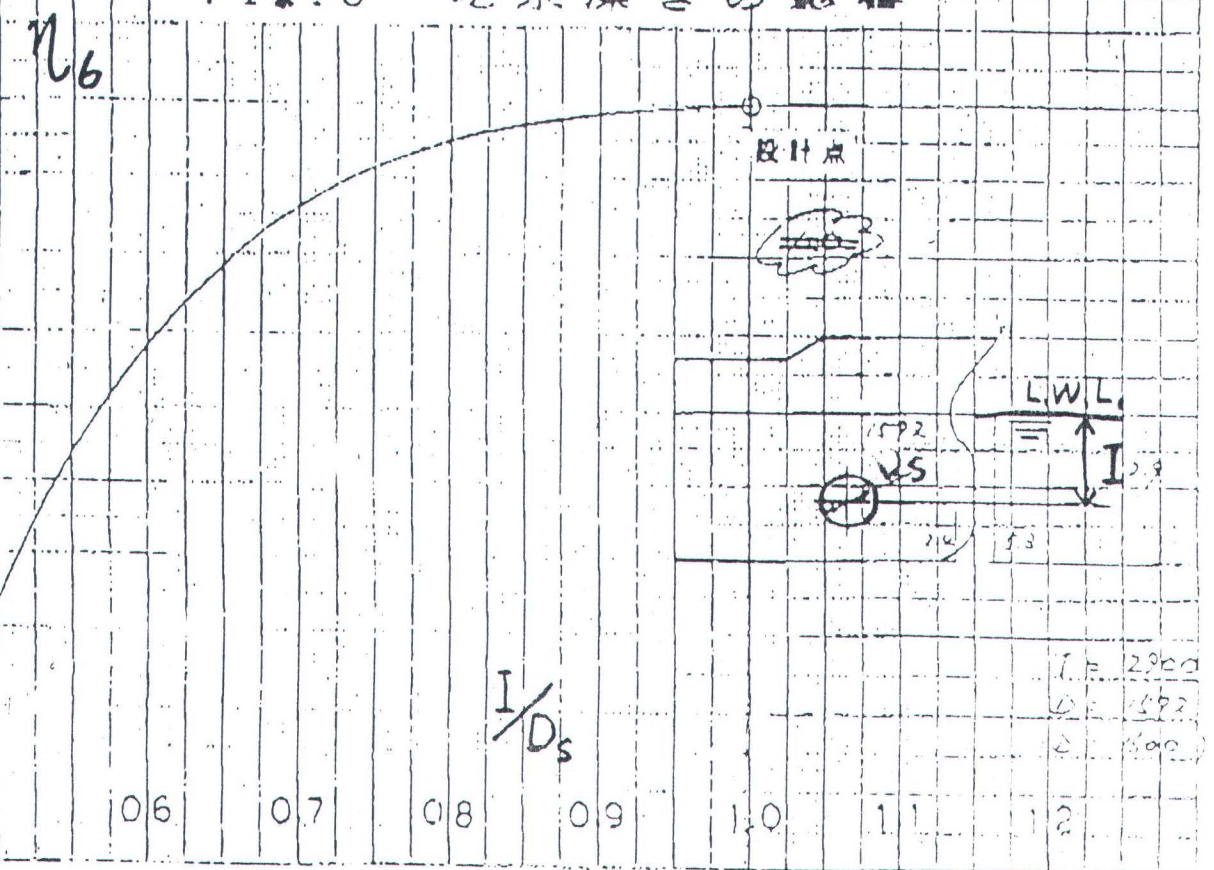
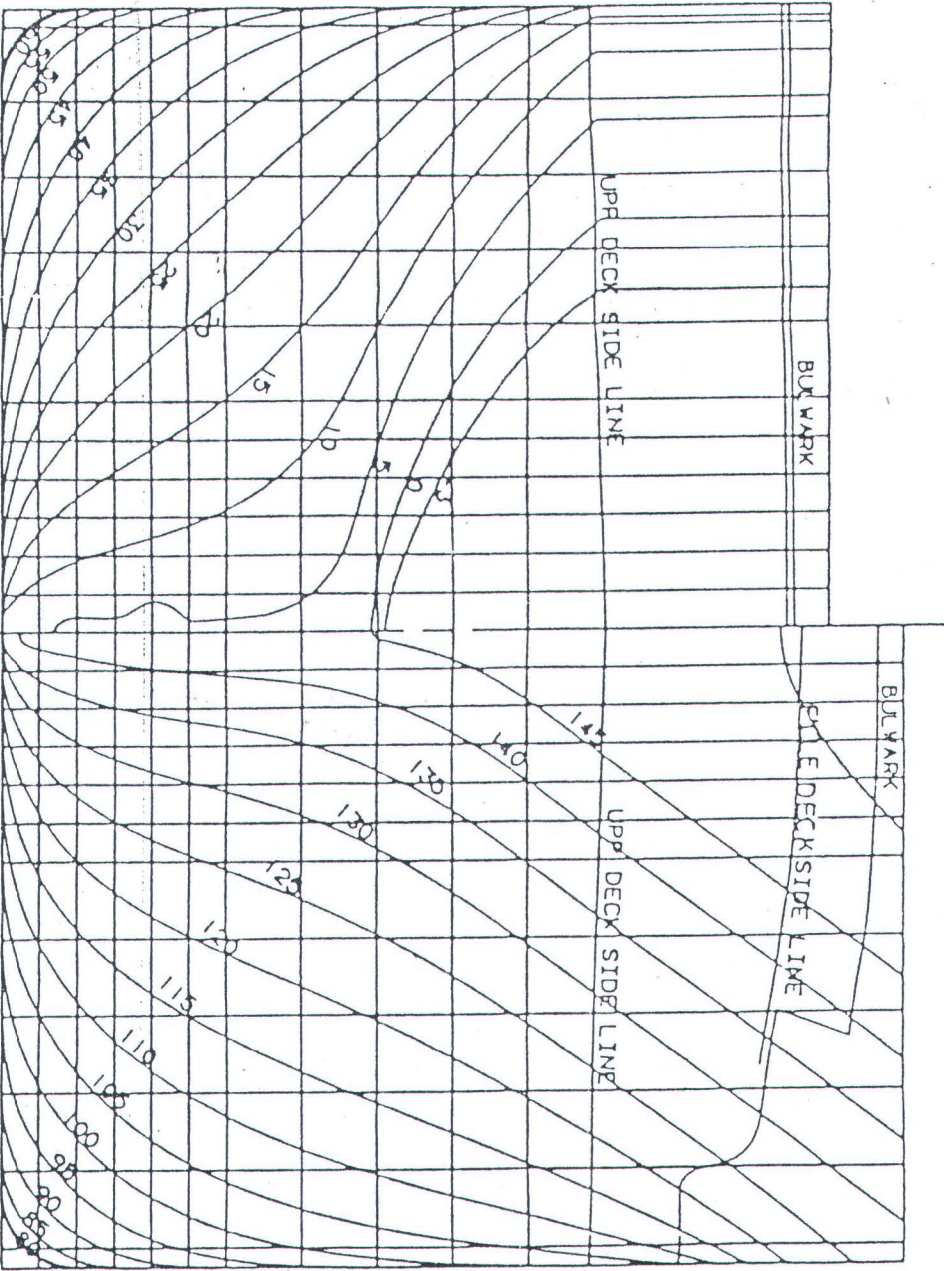


FIG. 6 吃水深さの影響



BODY PLAN

- 7.00 M WL
- 6.00 M WL
- 5.00 M WL
- 4.00 M WL
- 3.00 M WL
- 2.00 M WL
- 1.00 M WL
- BASE LINE



- 7.00
- 6.00
- 5.00
- 4.00
- 3.00
- 2.00
- 1.00
- BASE

SPEC. BOW THRUSTER

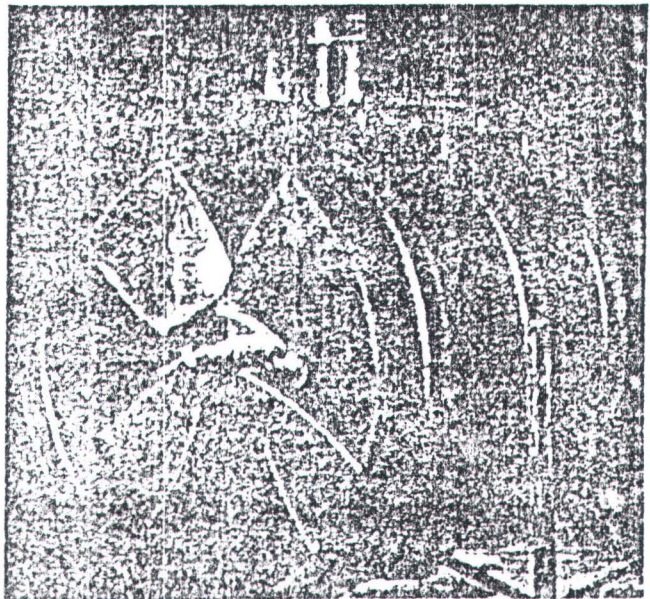
Mechanical Bow Thruster
Type YM-BTM70, Series 1X

RE
65 022/05.93

Sizes 03 and 04

al bow thruster was designed to be driven via a
electric motor which is directly connected to the
shaft. The required thrust and power range are
ing propellers of varying pitch without changing
external dimensions. It is therefore possible to
stallation depending on the available power and
egree of thrust.

ics:
nallation
classification authorities
nstructed in manganese bronze with fixed pitch
enance
ns of hydraulic or electric motor
eliability provided by a gearbox designed for this



Mechanical bow thruster YM-BTM70..., Series 1X

nit selection please complete Questionnaire No.
5 and forward to Hydromarine.

ES

YM-BTM70- -1X / S

=03
=04

(10 to 19; externally interchangeable)= 1X

al

03	04
•	•

= S

on request
our requirements in clear text)

= 0
= 1

Further information in clear text

Paint

0 = Epoxy paint (standard)
1 = Special paint on request
(Please state your requirements in clear text!)

Maritime Insurance Agency Approval

R = RINA
A = ABS
L = Lloyd's Register
G = Germanische Lloyd
D = Det Norske Veritas
B = Bureau Veritas
X = Others on request

plied

page 5 for standard lengths

gearbox Characteristics

gears are used for the bevel wheels within the drive gearbox.
filled with CLP100 lubricating oil to DIN 51517 part 3.
or filling with hydraulic fluid and checking the fluid level during operation can be provided.

data (for applications outside these parameters please consult us)

Propeller				Inlet side				
Diameter	Speed	Thrust range		Speed max	Torque range		Power range	
		min	max		min	max	min	max
mm	rpm	kN	kN	rpm	Nm	Nm	kW	kW
1400	410	49	65	1260	2000	3030	265	400
1210	472	63	73	1450	2100	3100	380	470

electric motor for the drive please note:

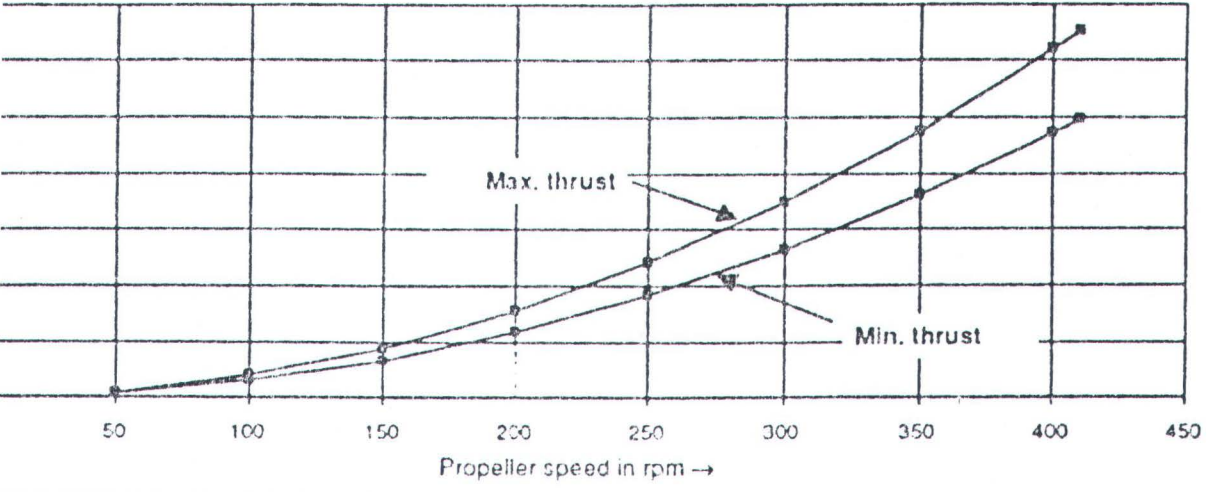
or 60 Hz)

Hz)

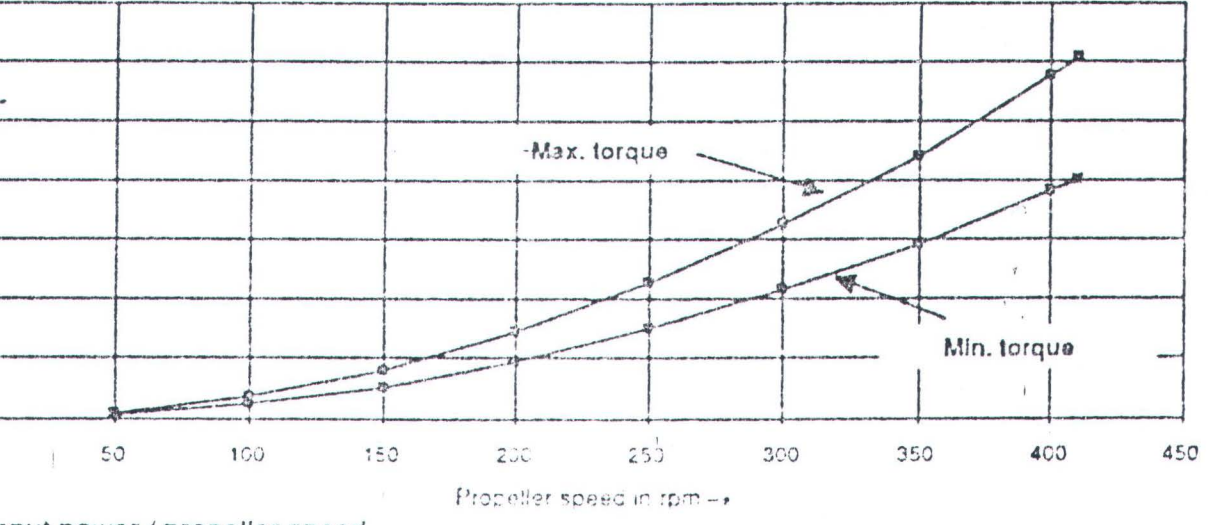
Performance data and diagrams : Size 03

Propeller			Input side			
Thrust range		Speed	Torque range		Power range	
min kN	max kN	rpm	min Nm	max Nm	min kW	max kW
1	1	154	30	45	0	1
3	4	307	119	180	4	6
7	9	461	267	405	13	20
12	16	614	475	720	31	46
18	24	768	743	1125	60	90
26	35	921	1070	1521	103	156
36	47	1075	1456	2206	164	248
47	62	1229	1902	2831	245	370
50	65	1260	2000	3030	265	400

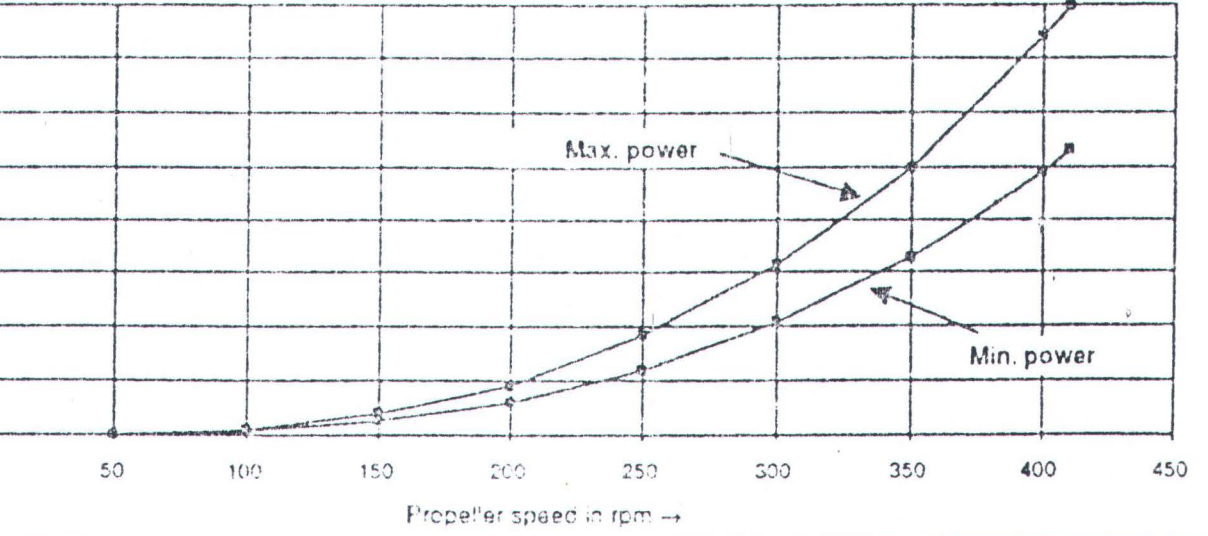
Propeller thrust / speed



Input torque / propeller speed



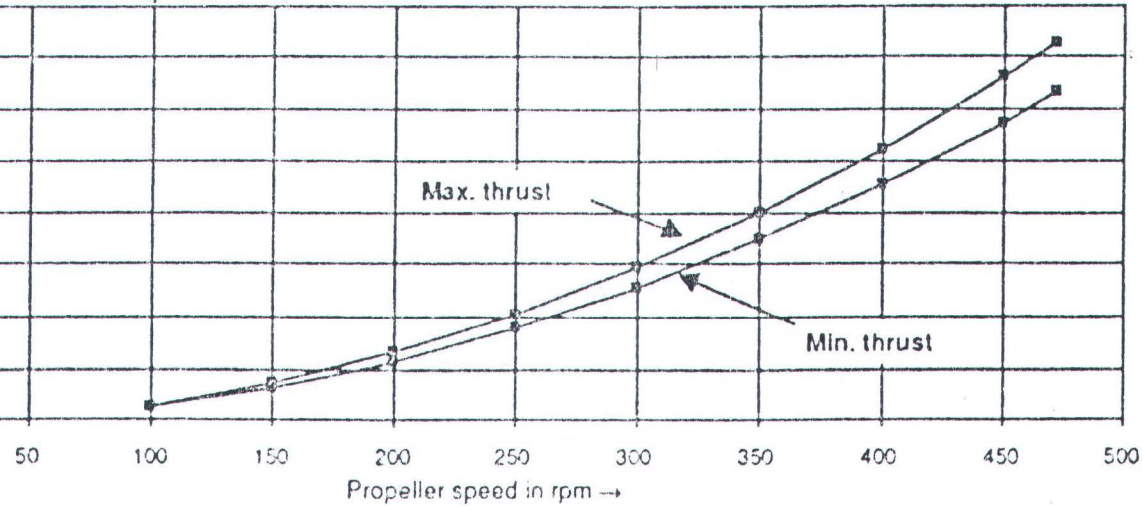
Input power / propeller speed



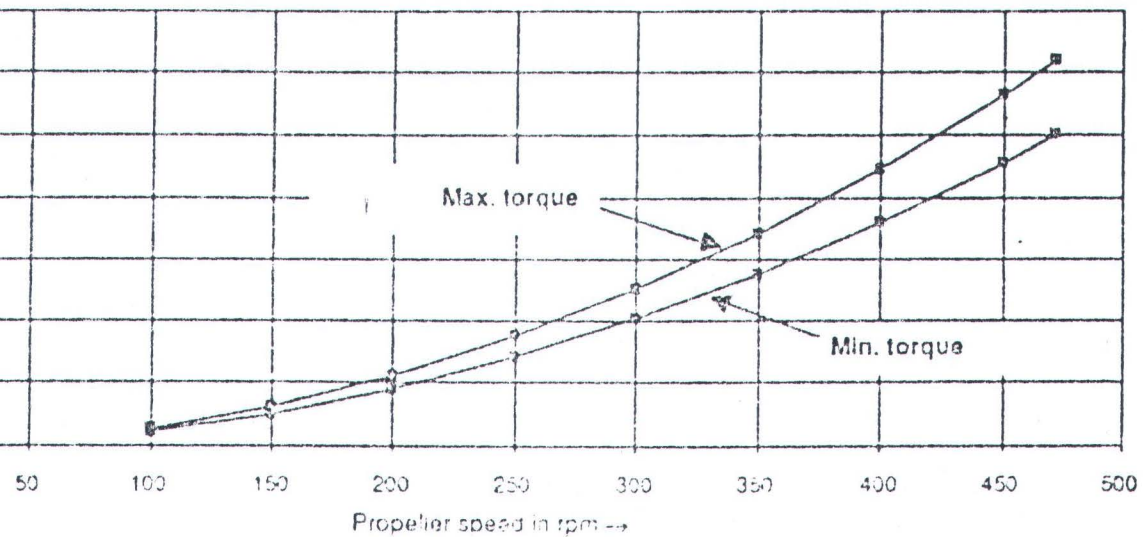
Data and diagrams Size 04

Thrust range		Speed	Torque range		Power range	
min	max		min	max	min	max
kN	kN	rpm	Nm	Nm	kW	kW
3	3	307	112	139	4	4
6	7	461	253	313	12	15
11	13	614	419	557	29	36
18	20	768	701	870	56	70
25	29	921	1010	1252	97	121
35	40	1075	1375	1705	155	192
45	52	1229	1756	2226	231	286
57	66	1382	2273	2818	329	408
63	73	1450	2500	3100	380	470

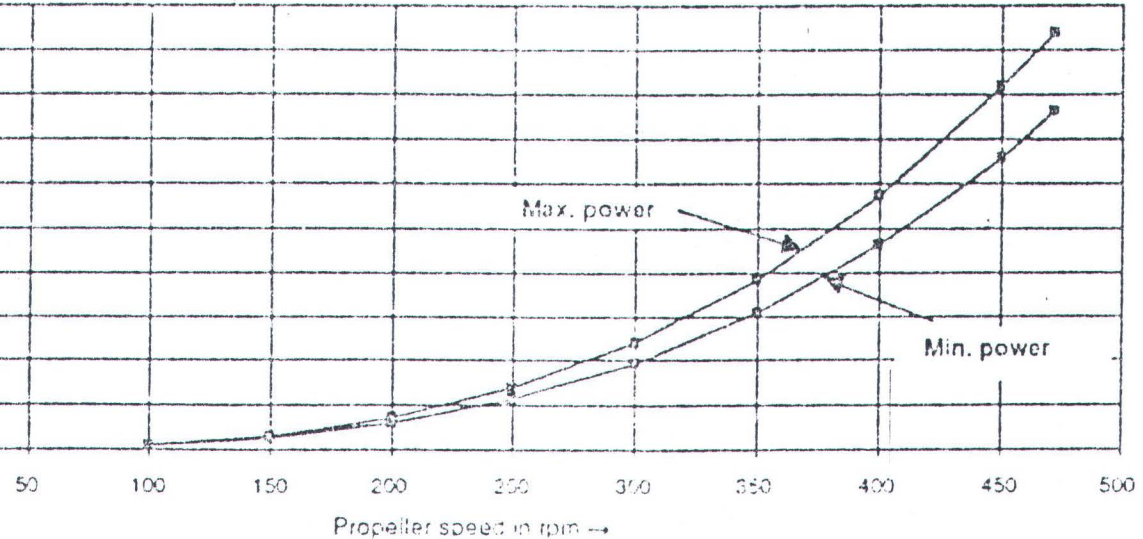
Thrust / speed

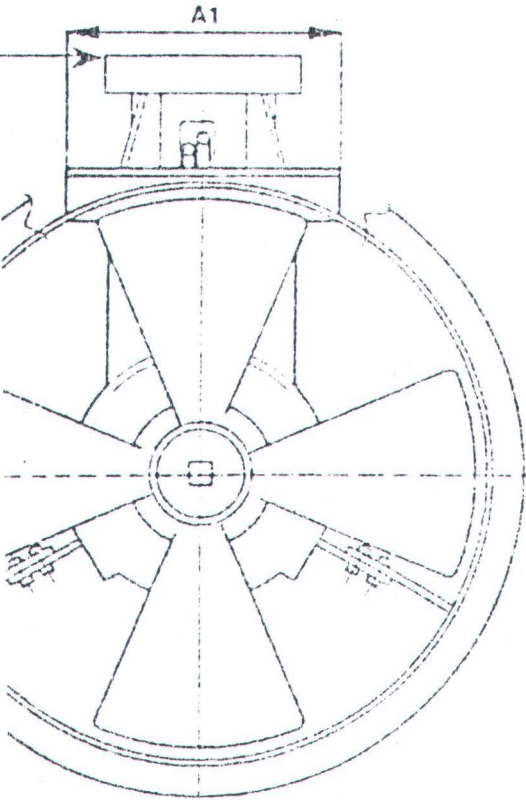
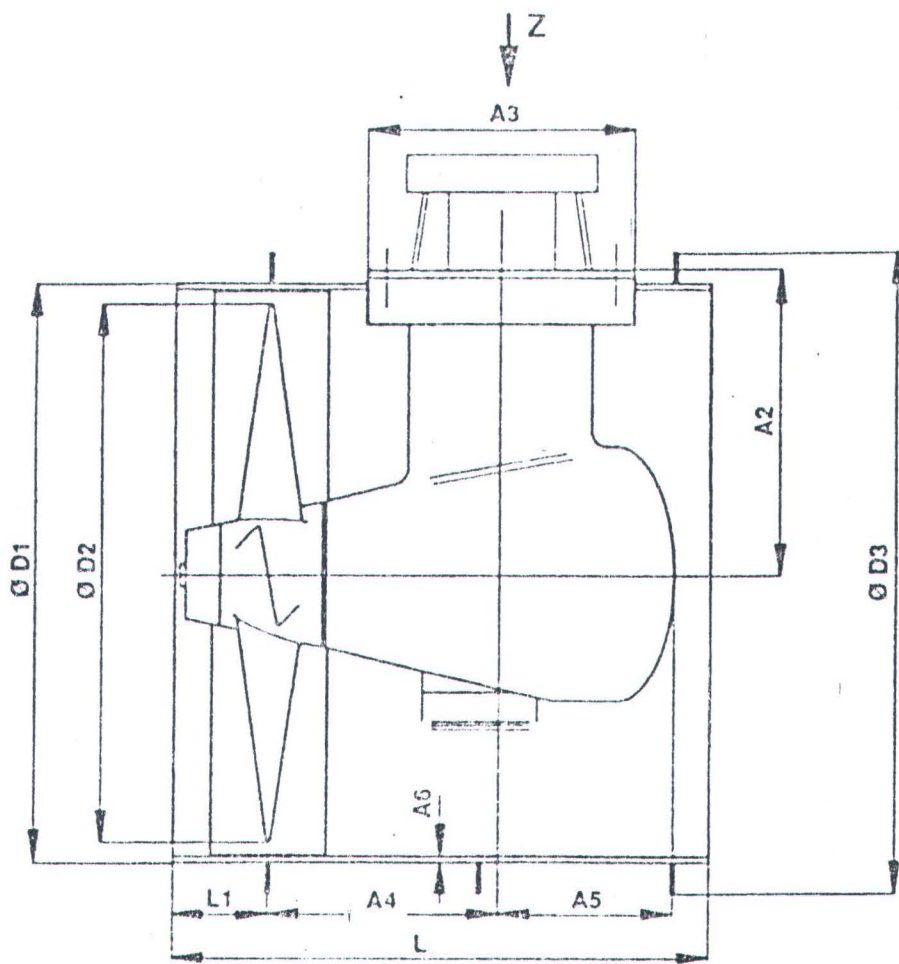


Torque / propeller speed



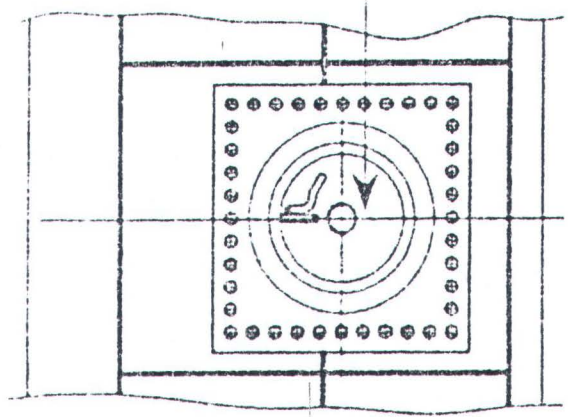
Power / propeller speed





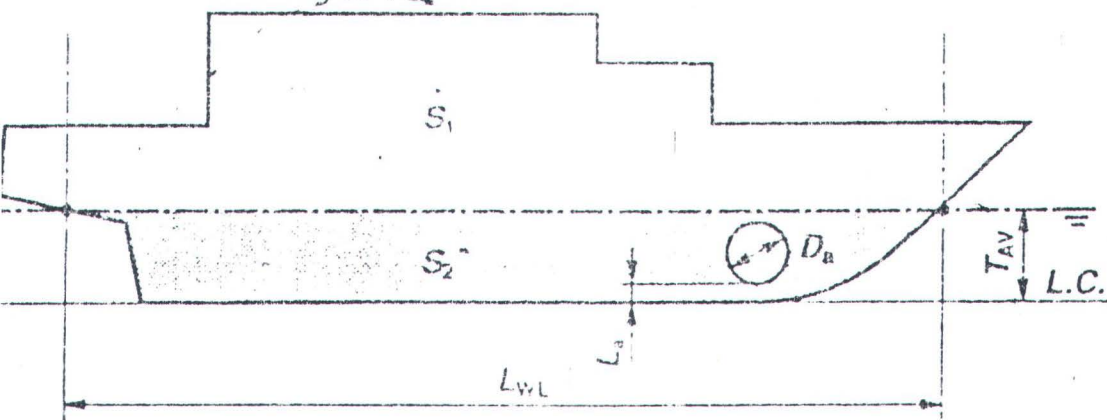
W 80 x 2 x 38
DIN 5480

View Z



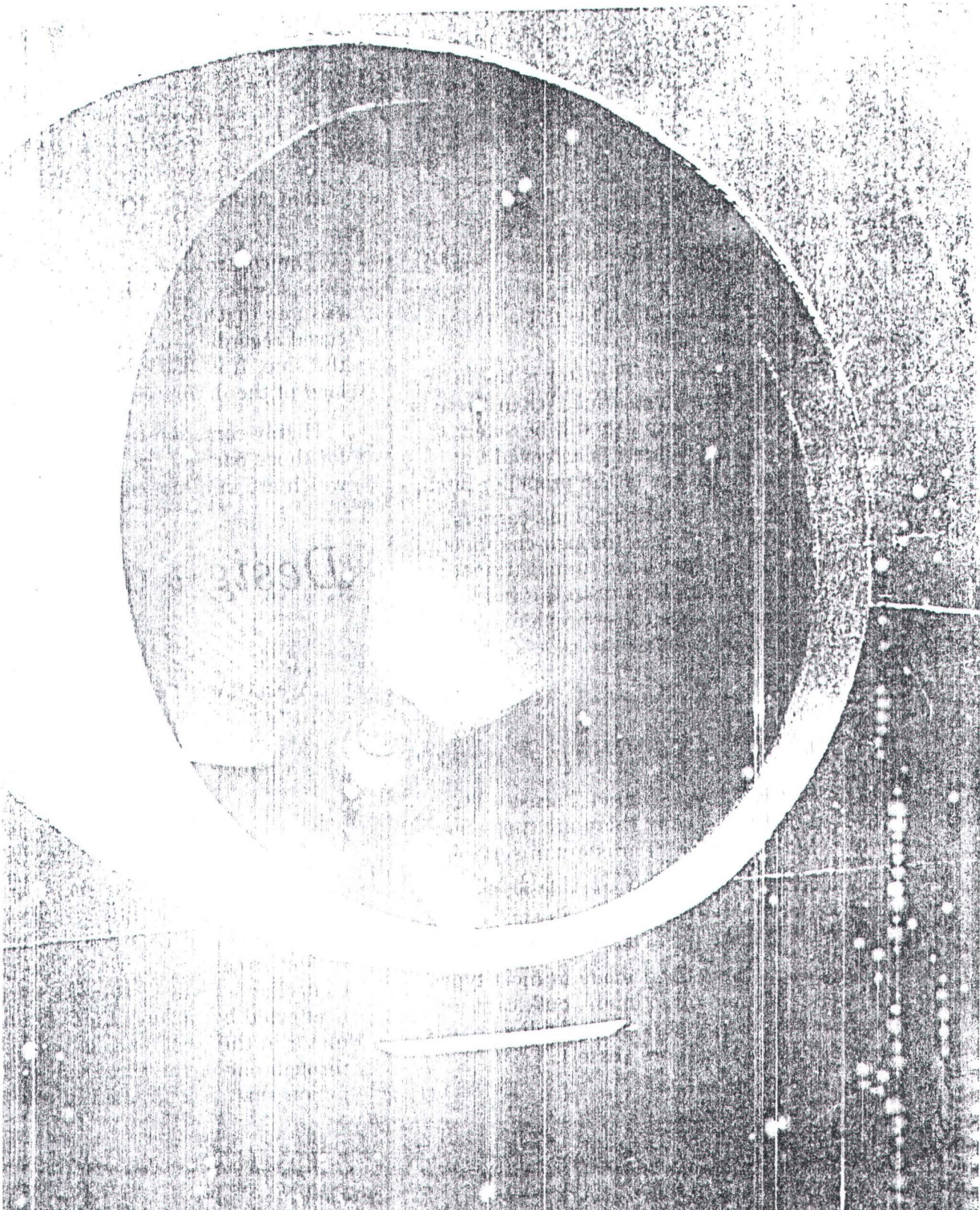
Ø D2	Ø D3	A1	A2	A3	A4	A5	A6	L	L1
1400	1650	700	785	700	600	460	15	1400	250
1210	1470	700	685	700	600	460	15	1400	250

data	Customer information	Unit
Shipyard		
Number		
Power of bow thruster	P_1	kW
Thrust (if known)	T	kN
Length	L_{WL}	m
Tunnel	T_{AV}	m
Tunnel	T_{AD}	m
Surface above water line	S_1	m ²
Lateral surface	S_2	m ²
Distance between tunnel and L.C.	L_a	m
Diameter of tunnel	D_a	m

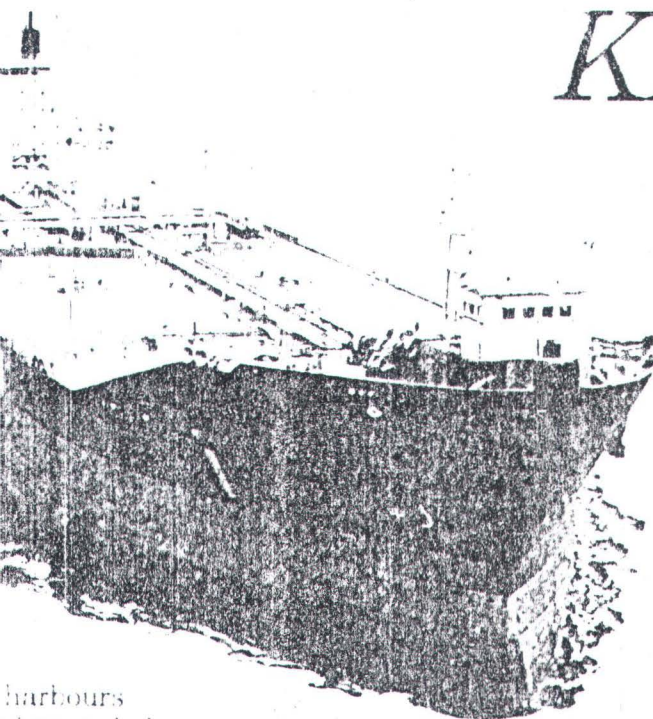


KAMEWA

unnel Thrusters



KAMEWA Tunnel Thruster



Advantages

Note the following advantages of KaMeWa Tunnel Thruster

- Simple non-reversible drive motors running at constant speed may be employed.
- Starting torque requirements are very low.
- No power peaks when thrust is reversed.
- Fast control of magnitude and direction of thrust is obtained.
- Stepless, precision thrust control, particularly important for dynamic positioning vessels.

harbours
airways is be-
and more intensive.
ble berth must be utilized.
eparture must take place quickly
he risk of collision.

number of tugs is not always
large ships.

Wa Tunnel Thruster is the instru-
tion manoeuvring. When there is
ay the ship can still be safely
Bridge control is achieved by
ulic setting of the propeller pitch.

ships - tankers, bulk carriers,
s etc. - pass through channels
waterways the tunnel thruster
s a complement to the rudder.
nts present less problems, whilst
ring reduces the risk of ground-

The control system used for KaMeWa Tunnel Thrusters is based on load control. This system ensures that the required thrust will be secured regardless of the motion and draught of the ship. It is also effective in preventing overload of the driving motor.

Highly corrosion-resistant materials are used for those parts of the KaMeWa Tunnel Thruster which are in direct contact with sea water.

Design description

General

A KaMeWa Tunnel Thruster installation consists of four principal components: the propeller unit, a prime mover, a hydraulic system plus a remote control system.

A in Leading Position

KaMeWa Tunnel Thruster was
1959. Today there are more than
KaMeWa Tunnel Thrusters in service.

of tunnel thrusters delivered
1000 HP or more. This gives
leading position in the market.

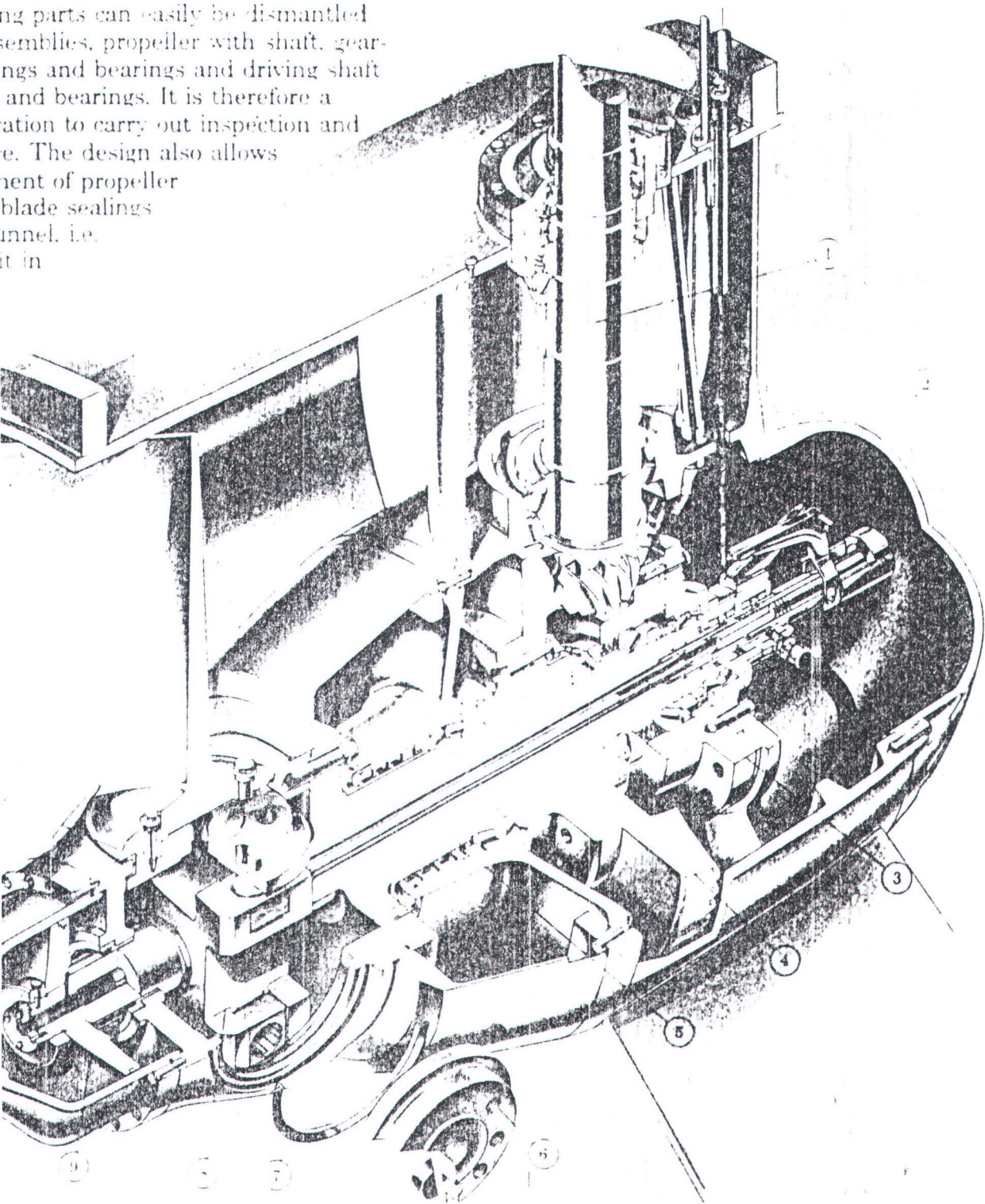
have been made in most types
ries, cargo liners, bulk carriers,
els, tankers, tugs, fishing vessels
ice offshore vessels.

Propeller Unit

The propeller unit consists of a tunnel in which the propeller hub with shaft and internal bevel gear drive is suspended by three rugged stream lined stays. The propeller has controllable pitch blades, the setting of which is effected by means of a hydraulic servo motor in the hub. The control oil is conveyed through one of the three stays. The input pinion shaft is journalled in the same stay.

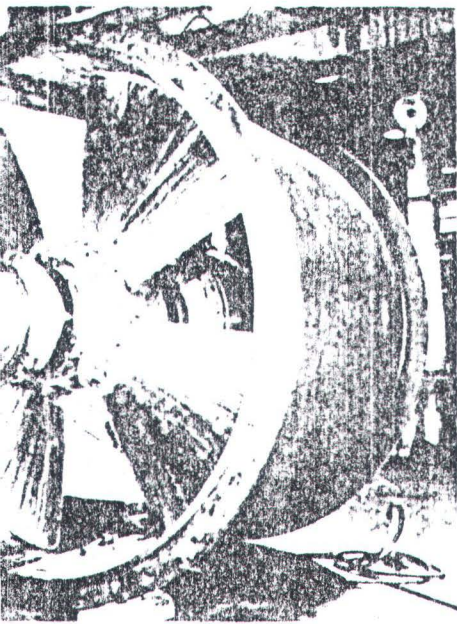
Thrusters

ing parts can easily be dismantled
semblies, propeller with shaft, gear-
ings and bearings and driving shaft
and bearings. It is therefore a
ation to carry out inspection and
e. The design also allows
ment of propeller
blade sealings
unnel, i.e.
it in



- 1 Drive shaft assembly
with bevel gear pinion
- 2 Mechanical feed back
- 3 Oil transmission pipe
- 4 Bevel gear wheel
- 5 Propeller shaft assembly

- 6 Crank pin ring
- 7 Bearing
- 8 Crosshead with sliding shoes
- 9 Actuating piston
- 10 Blade sealing



Selection of K_A

Ferries

A ferry is a vessel characterized by a relatively large superstructure with car- and/or passenger decks. The above water lateral area of such a ship is often three times the under water lateral area. Particular attention is, therefore, given to the influence of the wind. Generally, a thrust of 10-15 kp/m^2 under water lateral area or 3-6 kp/m^2 above water lateral area (whichever is greater) is sufficient to provide the vessel with adequate manoeuvring capability.

Prime Mover

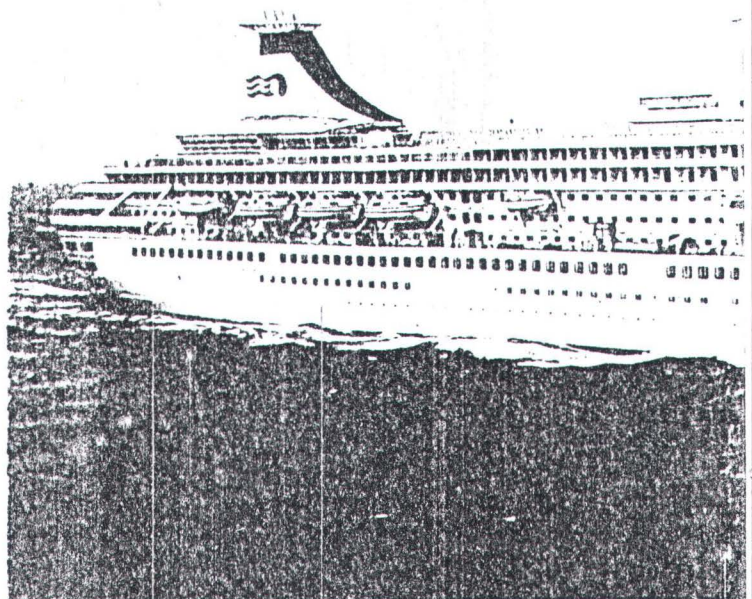
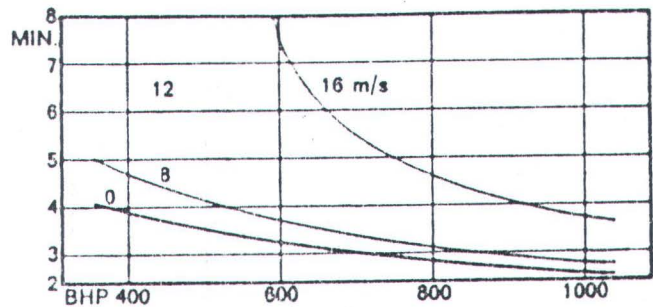
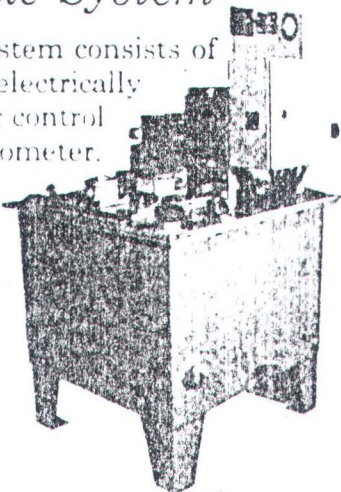
Miller unit is usually driven by an electric motor through a flexible coupling. The motor is of a standard constant speed, induction type. The motor starter includes a thermal protection and interlock to prevent starting the motor unless hydraulic pressure and the blades are in zero position.

A minimum starting torque with a minimum starting current is ensured. The mentioned interlock can readily be incorporated in any control system.

Any type of simple constant speed reversing drive system can be used with diesels, gas and steam turbines and electric motors.

Hydraulic System

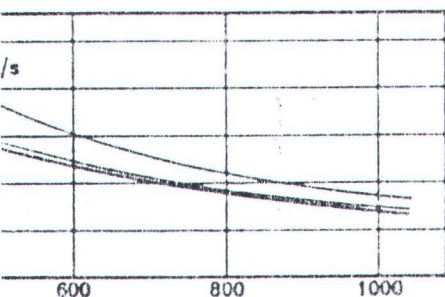
The hydraulic system consists of a pump with one electrically controlled valve, electric control system and manometer. The pump is gravity fed and is located at a height above the water level to maintain a constant pressure on the propeller.



A tunnel thruster size

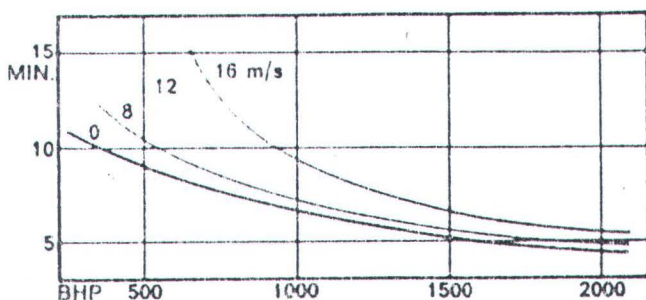
Cargo liners

Turntime of a cargo liner can vary considerably, particularly true of the large special vessels belonging to this category. Because of this great variation, it is difficult to give examples of any specific type. A turning thrust of 5-10 kp/m² above the lateral area or 4-8 kp/m² above the area (whichever is greater) would be adequate for this type of vessel.



Tankers or Bulk Carriers

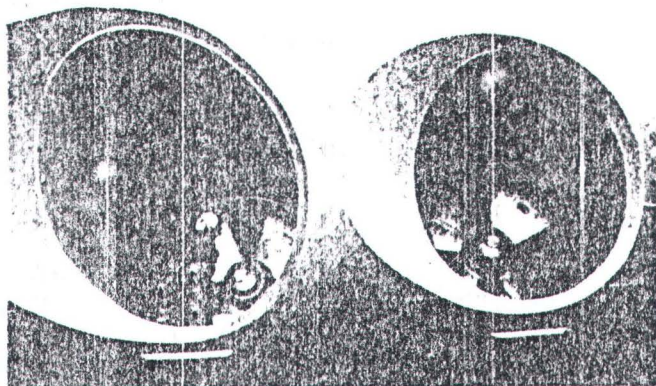
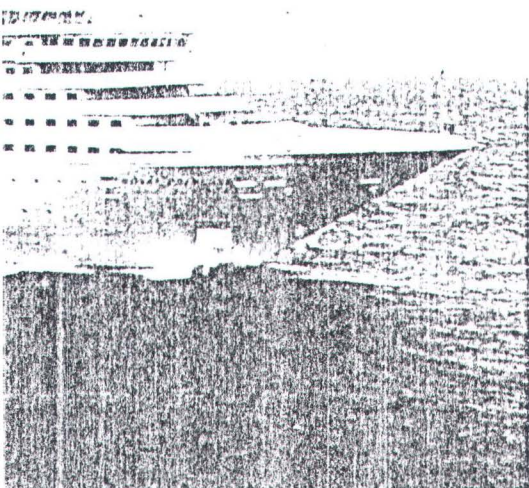
These vessels are characterized by having relatively small above water areas. Normally the lateral area under water is more than twice the lateral area above water when the vessel is fully loaded. Consequently, the size of a tunnel thrusters for these ship types is normally related to the under water lateral area. A thrust of 3-8 kp/m² is usually considered adequate.

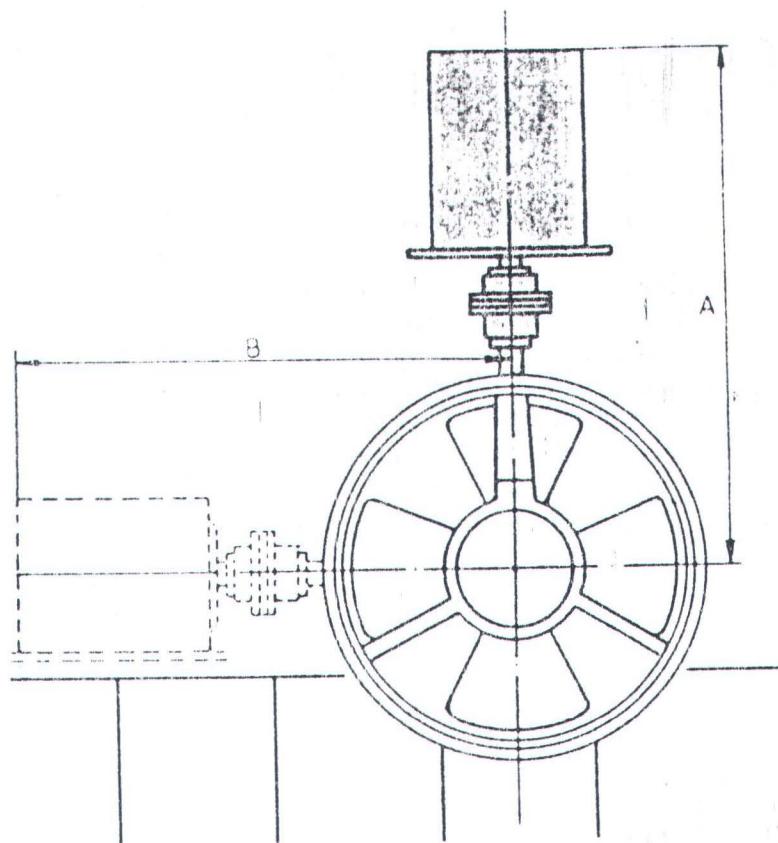


Special Vessels

Vessels like dredgers, drill ships and similar must be given special consideration with regard to selection of tunnel thruster size.

The determining of the size of a tunnel thrusters for a particular vessel is normally made having regard to its projected lateral area above and below the waterline. On this basis, thrust versus turning time can be calculated for various wind velocities and selection of an optimum size unit can readily be made.





Technic

Dimensions

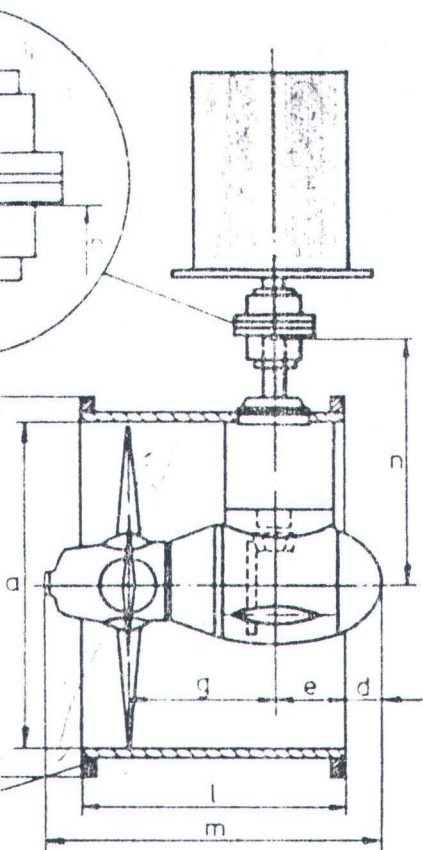
A*	B*	a	c	d	e	g	h	i	k	l	m	n
2320	2310	1120	1330	175	305	505	70	15	30	975	1283	842
3280	2810	1328	1538	190	315	615	80	20	30	1130	1470	933
3740	3260	1680	1910	260	360	730	90	15	50	1330	1797	1145
4480	4030	2026	2270	340	420	900	110	20	50	1620	2195	1395
4640	4090	2430	2682	310	500	1080	140	20	50	1940	2532	1647
5320	4770	2836	3206	395	620	1210	150	30	60	2280	2990	1930
5800	5200	3340	3710	465	730	1425	175	30	70	2685	3530	2280

Dimensions in millimetres Not binding unless specifically stated
 x dimensions, depending on motor type.

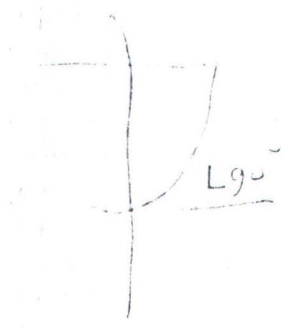
Data for hydraulic system

Manoeuvre* time sec.	Capac. l/min		Pump Power kW		Volumes-Litres		
	AC 50	AC 60	AC 50	AC 60	Main tank	Gravity tank	Total system
10	11	11	1.4	1.2	150	45	300
12	22	17	2.1	1.8	150	45	400
16	22	28	2.1	2.6	150	45	500
20	32	40	3.0	3.6	150	45	700
24	51	40	4.4	3.6	150	100	1400
32	94	88	11.0	7.5	150	100	1600
40	120	120	12.0	12.0	200	100	1900

* for one complete reversal



L 90



L 90

ta

General Data

D	Power kW	Frequency (Electric motors) hZ	Input shaft speed RPM	Torque O-pitch Nm***	J kgm ² *	Weights	
						Equipment**	Motor with starter kgs
-	310	50	1450	160	1.2	2050	850
-	335	60	1750	220			
-	445	50	1450	210	1.9	2700	1300
-	480	60	1750	300			
-	710	50	1450	340	4.5	4700	2300
-	770	60	1750	500			
-	1150	50	1450	840	11.3	7450	3300
-	1060	60	1190	570			
-	1580	50	980	1070	28.8	14000	4500
-	1720	60	1190	1580			
-	2000	50	980	2700	65	20500	5000
-	1910	60	880	2180			
-	2570	50	590	5600	358	31000	6000
-	2570	60	590	6000			

input shaft ** Excl. motor and starter *** Nm at 100% RPM related to input shaft

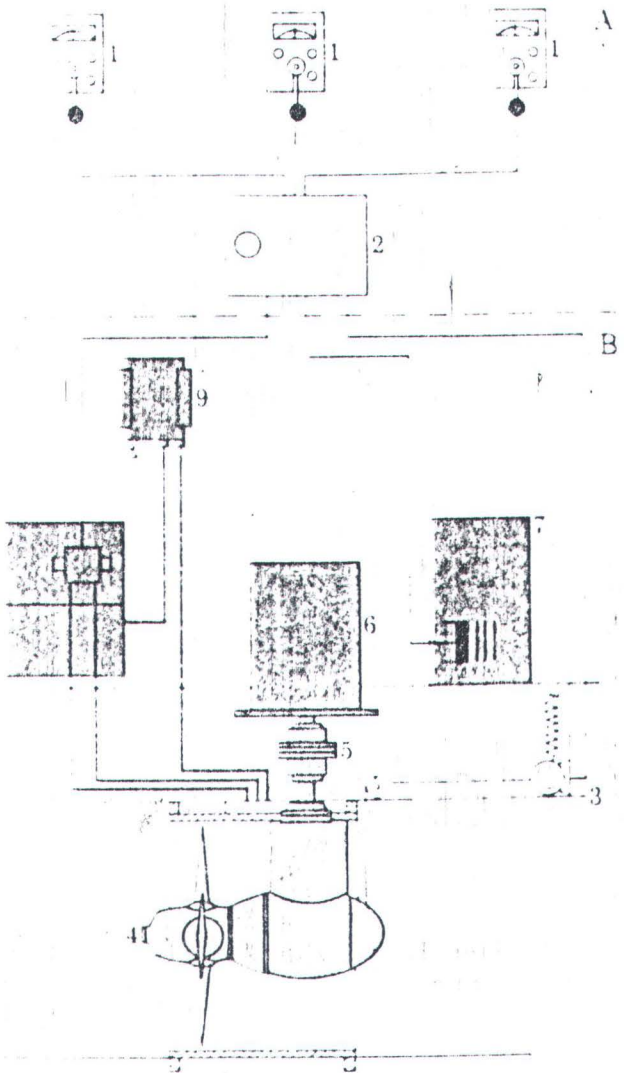
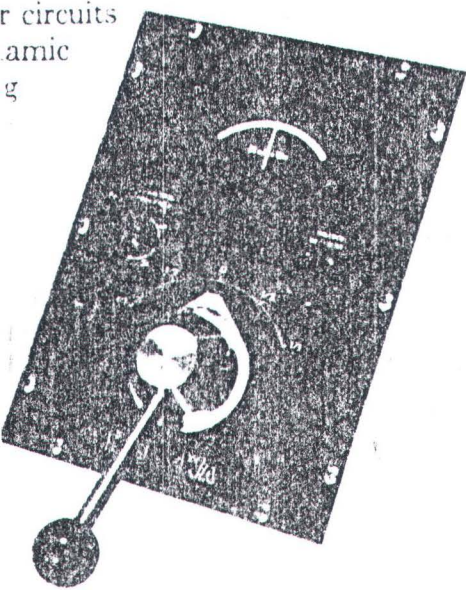
Plate thickness in tunnels (t₁) and tunnel extensions (t₂)

	t ₁ mm	t ₂ mm	D	t ₁ mm	t ₂ mm	D	t ₁ mm	t ₂ mm
00	15	15	2000	22	20	3300	35	25
00	15	15	2400	26	20			
50	15	15	2800	35	25			

remote control system

Electronic control system used for Wa Tunnel Thrusters is of load type utilizing potentiometers as sensors for command signal and pitch indication. The command signal (lever setting) is proportional to the power, which is approximately proportional to the thrust. The absorbed power is measured by means of a load sensing device.

Control panels can be connected to the central unit. Each control panel is equipped with pitch indicator and push button lamp for control request. If required the central unit can be connected to other panels with inputs for further panels. The Wa Joystick is used for manual control. The system is powered by a 24V DC supply.



Bridge
Steering propeller compartment

1. Bridge control panel
2. Central control unit
3. Pitch transmitter
4. Steering propeller unit
5. Flexible coupling
6. Driving motor

7. Driving motor starter with built-in load sensing device
 8. Hydraulic unit with electric pump and control valve
 9. Gravity tank
- Hydraulic pipes
□ Electric wires

KAMEWA

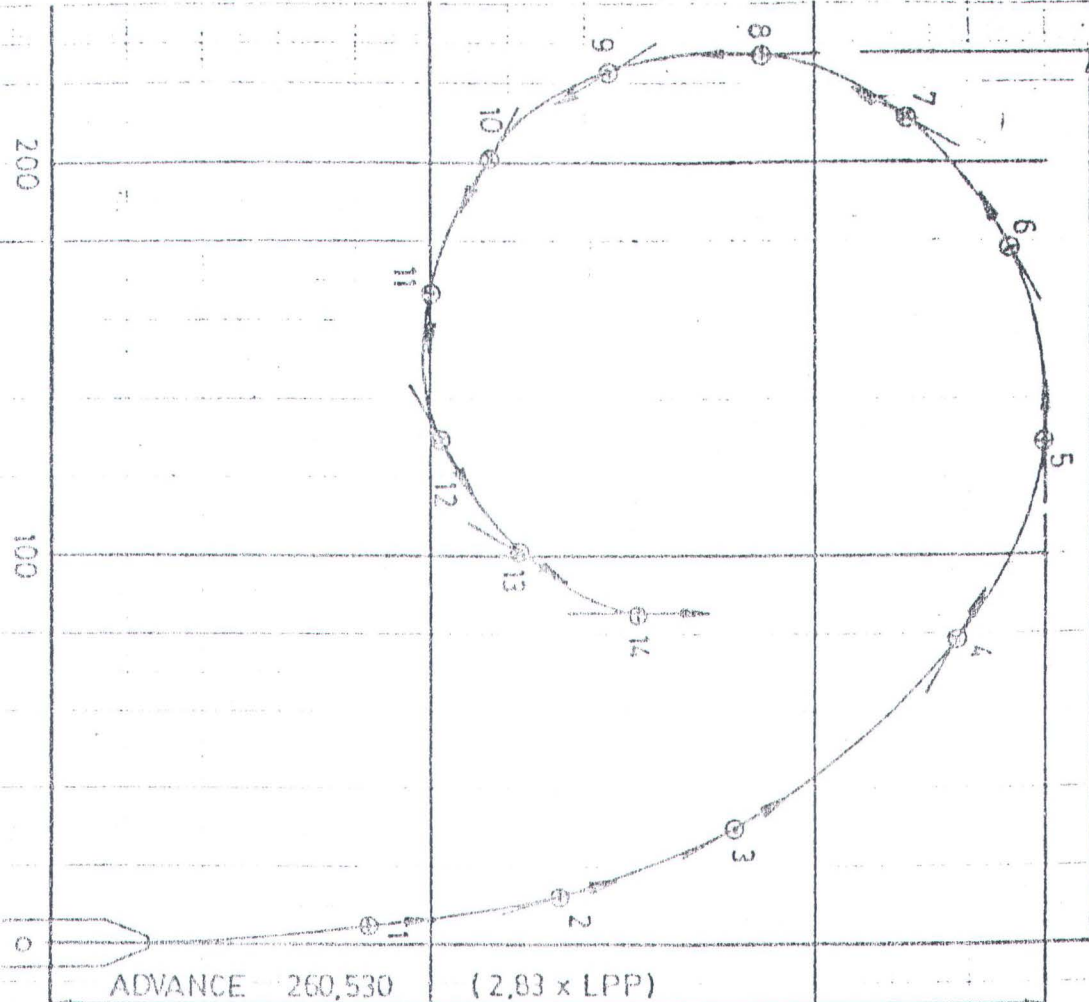
KAMEWA AB · P.O.B. 1010 · S-681 01 KRISTINEHAMN · SWEDEN
TELEPHONE +46 550 840 00 · TELEX 660 50 · TELEFAX +46 550 181 90

THE AXEL JOHNSON GROUP

DATA-DATA MANUVER PADA SAAT SEA TRIAL

LEFT TURNING

TACTICAL DIAMETER 227.028 (2.46 x LPP)

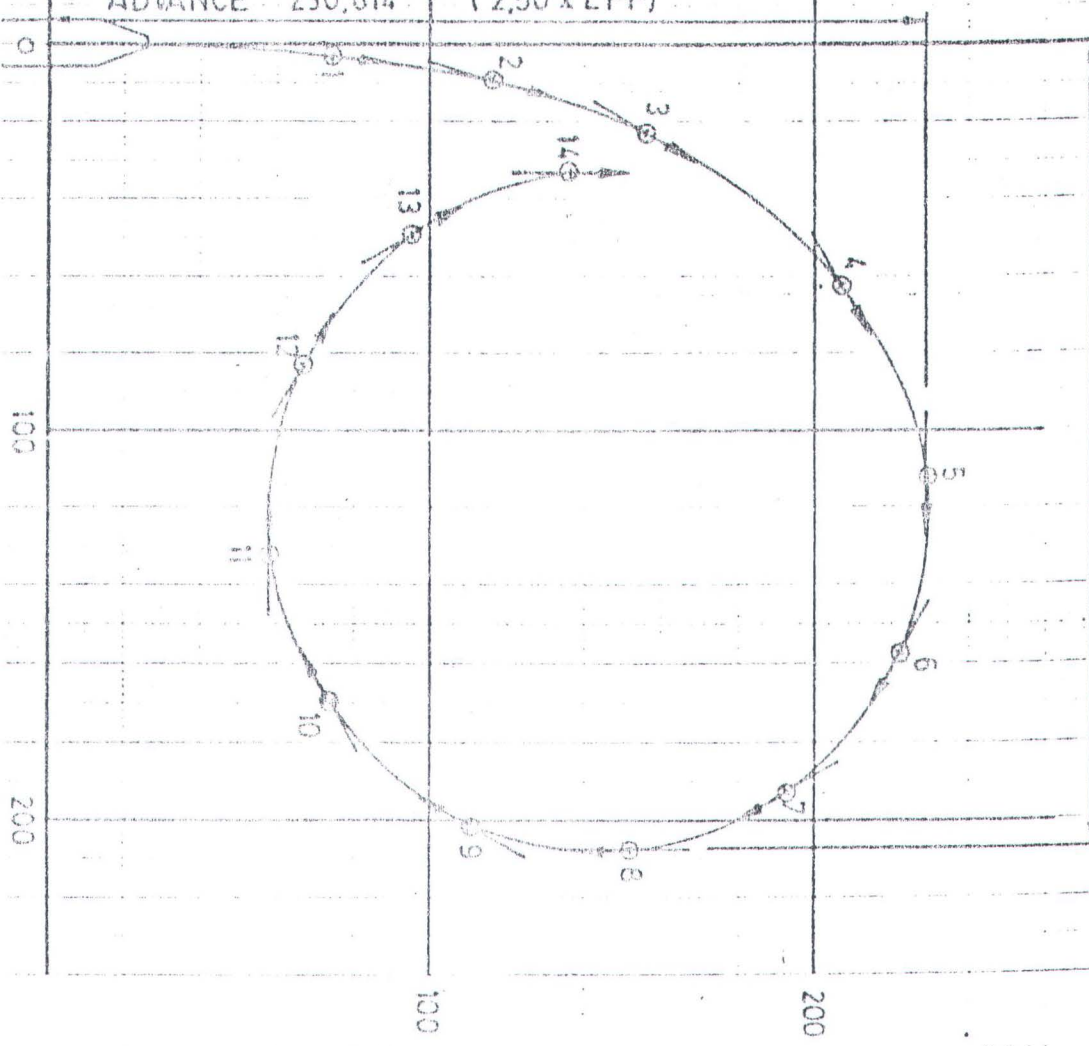


ADVANCE 260,530 (2.83 x LPP)

ADVANCE 230,614 (2.50 x LPP)

RIGHT TURNING

TACTICAL DIAMETER 209.327 (2.26 x LPP)

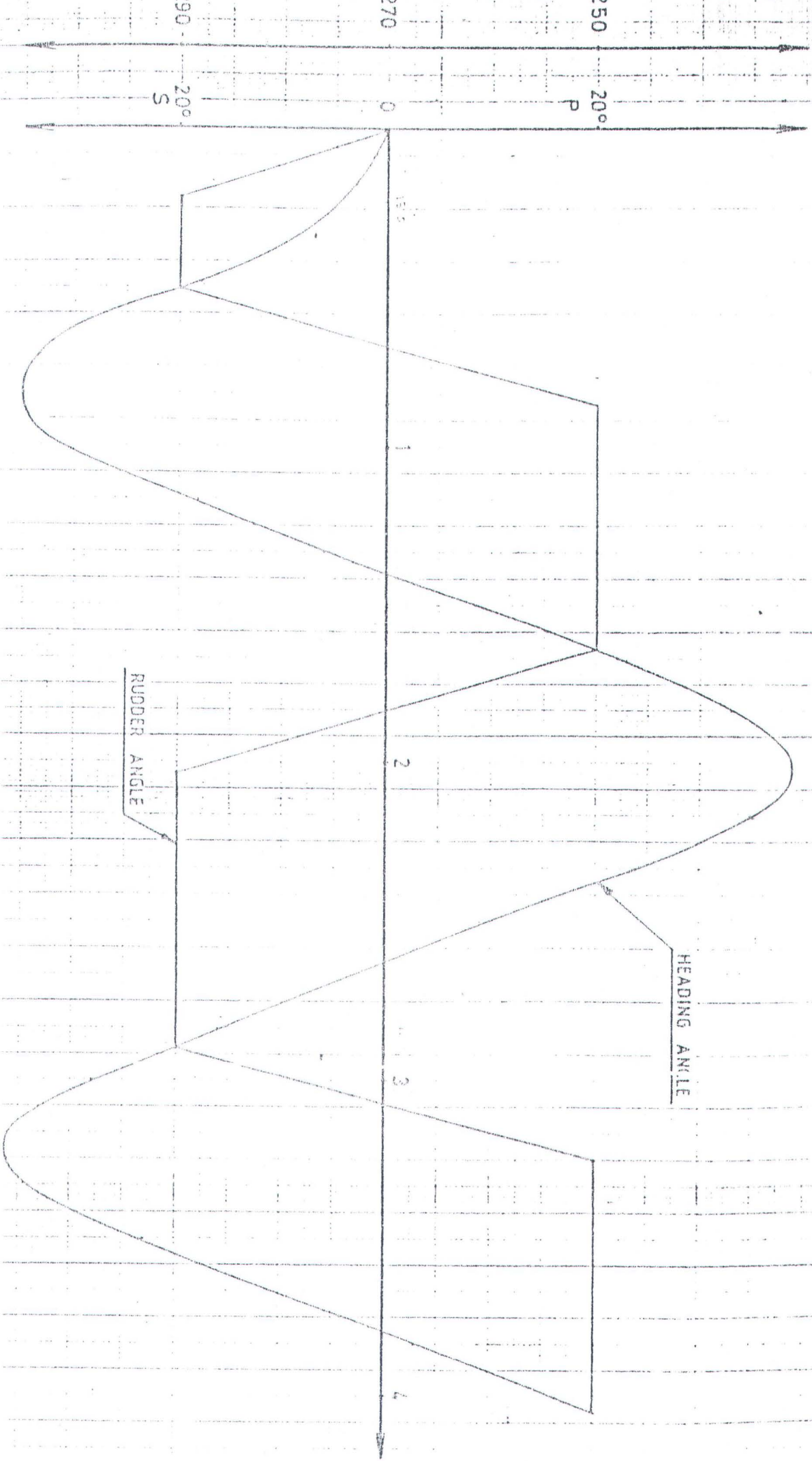


ADVANCE 230,614 (2.50 x LPP)

HEADING ANGLE

RUDDER ANGLE

ZIG ZAG TEST No. 2



BEL UNTUK PERHITUNGAN CD_{AV}

Ship [†] Type	① Cargo vessel	② Tanker	③ Tanker	④ Container- ship	⑤ Twin-screw salvage tug
L/B (-)	6,66	5,83	6,11	7,61	5,21
B/T (-)	2,46	2,43	2,96	2,93	2,25
C _B (-)	0,66	0,84	0,81	0,58	0,57
C _D (-)	0,562	0,983	0,594	0,791	0,826
C _{D10°} (-) ⁺⁺	0,511	1,151	-	1,014	-
Source	HSVA	HSVA	[19]	HSVA	HSVA

Table 4.3: Results of transverse towing tests with large models upright and with heel.

[†]) model tests with rudder and propeller but without bilge keels

⁺⁺) 10° list to lee side

BEL-TABEL UNTUK PERHITUNGAN MANUVER KAPAL

Appendix L

1. Nondimensional hydrodynamic coefficients of four ship models; values to be multiplied by 10⁻⁴

Model of Initial F _n	Tanker 0.145	Series 60 0.200	Container 0.159	Ferry 0.278
m'	14622	11432	6399	6765
z' _{Gm'}	365	57	-127	-116
I' _{xx}	766	573	329	319
X' ₁	-1077	-1064	0	0
X' _{1u}	-5284	0	0	0
X' _{1u}	-2217	-2559	-1320	-4336
X' _{1z}	1510	0	1179	-2355
X' _{1z}	0	-2851	0	-2594
X' _{1z}	-889	-3908	-1355	-3279
X' _{1z}	237	-838	-151	-571
X' _{1z}	-1598	-1346	-696	-2879
X' _{1z}	0	-1833	-2463	-2559
X' _{1z}	2001	2536	0	3425
X' _{1z}	0	0	-470	-734
X' _{1z}	9475	7170	3175	4627
X' _{1z}	1017	942	611	877
X' _{1z}	-482	-372	-340	-351
X' _{1z}	745	0	0	0
X' _{1z}	0	0	-207	0
X' _{1z}	0	-270	0	0
X' _{1z}	48	0	0	-19
X' _{1z}	166	0	0	0
X' _{1z}	0	150	0	0
X' _{1z}	-4717	0	0	0
X' _{1z}	-365	0	0	0
X' _{1z}	1164	2143	0	0
X' _{1z}	-118	0	0	0
X' _{1z}	-278	0	0	0
X' _{1z}	0	621	213	2185
X' _{1z}	0	0	-3865	0
X' _{1z}	0	0	-447	0

Model of	Tanker	Series 60	Container	Ferry
Y' ₁	-11420	-12608	-6755	-7396
Y' _{1u}	-21560	-34899	-10301	0
Y' _{1u}	-714	-771	-222	-600
Y' _{1u}	-468	166	-63	0
Y' _{1u}	-244	26	0	0
Y' _{1u}	263	-69	-33	57
Y' _{1u}	-15338	-16630	-8470	-12095
Y' _{1u}	-36832	-45034	0	-137302
Y' _{1u}	-19040	-37169	-31214	-44365
Y' _{1u}	0	0	-4668	2199
Y' _{1u}	4842	4330	2640	1901
Y' _{1u}	0	152	85	0
Y' _{1u}	1989	2423	-1945	-1361
Y' _{1u}	0	-1305	2430	-1297
Y' _{1u}	0	0	4769	0
Y' _{1u}	22878	10230	-33237	-36490
Y' _{1u}	1492	0	0	-2752
Y' _{1u}	3168	2959	1660	3587
Y' _{1u}	0	0	0	98
Y' _{1u}	3621	-7484	0	0
Y' _{1u}	1552	613	-99	0
Y' _{1u}	-5526	4344	-1277	-6262
Y' _{1u}	0	0	13962	0
Y' _{1u}	1637	0	2458	0
Y' _{1u}	-4562	-4096	0	-5096
Y' _{1u}	0	974	0	-0
Y' _{1u}	2640	4001	0	3192
Y' _{1u}	-11513	-19969	-47566	0
Y' _{1u}	-351	0	1731	0
Y' _{1u}	-889	2029	0	0
Y' _{1u}	12398	0	0	0
Y' _{1u}	0	2070	0	0

Table L.1.: Longitudinal forces X

Transverse forces Y

Model of	Tanker	Series 60	Container	Ferry
N'_{ψ}	-523	326	239	426
$N'_{\psi\psi^2}$	2311	1945	5025	10049
N'_{ψ}	-576	-461	-401	-231
$N'_{\psi\psi^2}$	-130	-250	132	0
N'_{ψ}	67	9	0	0
N'_{ψ}	-144	37	8	56
N'_{ψ}	-5544	-6570	-3800	-3919
N'_{ψ}	-132	0	0	0
N'_{ψ}	-2718	-16602	-23865	-33857
N'_{ψ}	0	-1146	-2179	-3666
N'_{ψ}	3448	4421	-4586	0
N'_{ψ}	2317	0	1418	570
N'_{ψ}	-3074	-2900	-1960	-2579
N'_{ψ}	0	-45	0	0
N'_{ψ}	-865	-1919	-729	-2253
N'_{ψ}	0	0	-473	0
N'_{ψ}	913	0	0	0
N'_{ψ}	-16196	-20530	-27858	-60110

Model of	Tanker	Series 60	Container	Ferry
N'_{ψ}	-324	0	-404	237
N'_{ψ}	-1402	-1435	-793	-1621
N'_{ψ}	0	-138	0	-73
N'_{ψ}	-1641	3907	0	0
N'_{ψ}	-535	0	0	0
N'_{ψ}	2220	-2622	652	2366
N'_{ψ}	0	0	-6918	-2950
N'_{ψ}	-855	0	-1096	-329
N'_{ψ}	2321	1856	0	2259
N'_{ψ}	0	-566	0	0
N'_{ψ}	316	0	0	0
N'_{ψ}	-1538	-1964	0	-1382
N'_{ψ}	0	5328	8103	0
N'_{ψ}	0	0	-1784	0
N'_{ψ}	-394	0	0	0
N'_{ψ}	384	-1030	0	0
N'_{ψ}	-27133	-13452	0	0
N'_{ψ}	0	-476	0	-1322

Yaw moments N

II. Linear body forces for five ship models; values to be multiplied by 10^{-4}

Model	Mariner	Series 60	Tanker	Container	Ferry
Y'_{ψ}	-749	-1261	-1142	-676	-740
	-805	-1200	-1182	-754	-679
	-736	-1176	-1238	-650	-594
Y'_{ψ}	-14	-77	-71	-22	-60
	-4	-77	-77	-36	-30
	-2	-19	-34	-2	-9
N'_{ψ}	8	33	-52	24	43
	-21	-56	-56	-14	-9
	-2	-19	-34	-2	-9
N'_{ψ}	-44	-46	-58	-40	-23
	-46	-67	-66	-45	-41
	-46	-73	-79	-45	-34
Y'_{ψ}	-1159	-1663	-1534	-847	-1210
	-1177	-1735	-1854	-1044	-974
	-1024	-1522	-1519	-861	-822
Y'_{ψ}	353	433	484	284	190
	292	393	357	287	256
	387	556	546	328	301
N'_{ψ}	-347	-657	-554	-380	-392
	-413	-650	-601	-387	-333
	-349	-606	-639	-318	-293
N'_{ψ}	-208	-290	-307	-196	-258
	-196	-273	-260	-182	-164
	-175	-280	-298	-156	-122
C'	0,130	0,021	-0,010	0,066	0,182
	0,002	-0,003	-0,056	0,111	0,020
	0,042	0,089	-0,055	0,089	-0,063

Table L.3.: Linear manoeuvring coefficients (to be multiplied by 10^{-5}) and stability index C' of Eq. 4.4 for five models described in Tables 4.2 and L.2. From model experiments ψ = top numbers; from Eq. 4.5-4.12 = middle numbers; from method described in Par. 4.IV = bottom numbers

JADWAL KEBERANGKATAN DAN KEDATANGAN KAPAL

"CARAKA JAYA NIAGA III-24"

NO	Kapal/ Pelabuhan	Voy	ETA	ETD
12	Caraka JN 3/24			
	Banjarmasin	53	07-Oct	08-Oct
	Surabaya	54	08-Oct	10-Oct
	Banjarmasin	54	11-Oct	12-Oct
	Surabaya	55	13-Oct	14-Oct
	Banjarmasin	55	15-Oct	16-Oct
	Surabaya	56	17-Oct	18-Oct
	Banjarmasin	56	19-Oct	20-Oct
	Surabaya	57	21-Oct	22-Oct
	Banjarmasin	57	23-Oct	24-Oct
	Surabaya	58	25-Oct	26-Oct

LAMPIRAN TARIF JASA TUNDA

LAMPIRAN III : KEPUTUSAN MENTERI PERHUBUNGAN
 NOMOR : KM 76 TAHUN 1990
 TANGGAL : 13 Juli 1990

TARIF JASA TUNDA UNTUK KAPAL PELAYARAN DALAM NEGERI DI PELABUHAN YANG DIUSAHAKAN

NO.	URAIAN	TARIF (Rupiah)	KETERANGAN
1	2	3	4
1.	UNTUK PENUNDAAN KAPAL DALAM DAERAH PERAIRAN PELABUHAN		
	- GRT Kapal s/d 3500 GRT	90.000	Per kapal yang ditunda per jam.
	- GRT Kapal 3501 s/d 8000 GRT	233.000	s d a
	- GRT Kapal 8001 s/d 14000 GRT	372.000	s d a
	- GRT Kapal 14001 s/d 18000 GRT	511.000	s d a
	- GRT Kapal 18001 s/d 75000 GRT	808.000	s d a
	- 75001 GRT Keatas	1.178.000	s d a
2.	UNTUK MENGGANDENG / MENUNDA KAPAL TONGKANG ATAU ALAT LAINNYA DARI ATAU KE PELABUHAN DI LUAR DAERAH PELABUHAN		
	a. Dalam Keadaan Menggandeng/Menunda		
	- Untuk Kapal Tunda s/d 800 PK	53.000	Per kapal tunda per jam
	- Untuk Kapal Tunda 801 s/d 1200 PK	76.000	s d a
	- Untuk Kapal Tunda 1201 s/d 2200 PK	110.000	s d a
	- Untuk Kapal Tunda 2201 s/d 3500 PK	143.000	s d a
	- Untuk Kapal Tunda 3501 s/d 5000 PK	193.000	s d a
	b. Dalam Keadaan tidak Menggandeng / Menunda (kosong)		
	- Untuk Kapal Tunda s/d 800 PK	46.000	Per kapal tunda per jam
	- Untuk Kapal Tunda 801 s/d 1200 PK	68.000	s d a
	- Untuk Kapal Tunda 1201 s/d 2200 PK	83.000	s d a
	- Untuk Kapal Tunda 2201 s/d 3500 PK	127.000	s d a
	- Untuk Kapal Tunda 3501 s/d 5000 PK	142.000	s d a

MENTERI PERHUBUNGAN

ttd.

Ir. AZWAR ANAS

TARIF JASA PENUNDAAN UNTUK ANGKUTAN
 LAUT DALAM NEGERI

URAIAN	TARIF (Rupiah)	KETERANGAN
UNTUK PENUNDAAN KAPAL DALAM DAERAH PERAIRAN PELABUHAN		
Kapal s/d 3.500 GRT	104.000	Per Kapal yang ditunda per jam
Kapal 3.501 s/d 8.000 GRT	269.000	Per Kapal yang ditunda per jam
Kapal 8.001 s/d 14.000 GRT	429.000	Per Kapal yang ditunda per jam
Kapal 14.001 s/d 18.000 GRT	575.000	Per Kapal yang ditunda per jam
Kapal 18.001 s/d 75.000 GRT	909.000	Per Kapal yang ditunda per jam
Kapal 75.000 keatas	1.296.000	Per Kapal yang ditunda per jam
UNTUK MENDORONG / MENUNDA / MENGGANDENG KAPAL TONGKANG ATAU ALAT BAINNYA DARI ATAU KE PELABUHAN DI DAERAH PELABUHAN		
. Dalam keadaan mendorong/menunda/ menggandeng.		
Untuk Kapal tunda s/d 800 PK	61.000	Per Kapal itunda per jam
Untuk Kapal tunda 801 s/d 1.200 PK	87.000	Per Kapal itunda per jam
Untuk Kapal tunda 1.201 s/d 2.200 PK	127.000	Per Kapal itunda per jam
Untuk Kapal tunda 2.201 s/d 3.500 PK	168.000	Per Kapal itunda per jam
Untuk Kapal tunda 3.501 s/d 5.000 PK	212.000	Per Kapal itunda per jam
. Dalam keadaan tidak mendorong/menunda/ menggandeng		
Untuk Kapal tunda s/d 800 PK	53.000	Per Kapal itunda per jam
Untuk Kapal tunda 801 s/d 1.200 PK	78.000	Per Kapal itunda per jam
Untuk Kapal tunda 1.201 s/d 2.200 PK	95.000	Per Kapal itunda per jam
Untuk Kapal tunda 2.201 s/d 3.500 PK	143.000	Per Kapal itunda per jam
Untuk Kapal tunda 3.501 s/d 5.000 PK	156.000	Per Kapal itunda per jam

MENTERI PERHUBUNGAN RI

TTD

Dr. HARYANTO DHANUTIRTO

LAMPIRAN II : SURAT KEPUTUSAN DIREKSI
 PERUSAHAAN UMUM PELABUHAN II
 NOMOR : 540/KPTS. FP. 005/P.III-90
 TANGGAL: 20 Juli 1990

DAFTAR WAKTU RATA-RATA KAPAL TUNDA BERANGKAT
 KE PANGKALAN KEMBALI KEPANGKALAN SETELAH MENUNDA

NO.	PELABUHAN	RATA-RATA WAKTU PULANG PERANGKAT KE PANGKALAN
1.	TANJUNG PERAK a. Pib. Surabaya b. Pib. Gresik	3/4 JAM 1 JAM
2.	TANJUNG EMAS a. Kolam Pelabuhan b. Kolam Pertamina (CBM/SBM)	1/2 JAM 1 1/2 JAM
3.	CILACAP a. Kolam Pelabuhan b. Areal 70 c. Areal 60	1/2 JAM 3/4 JAM 1 JAM
4.	BANJARMASIN a. Kade Trisakti b. Dépôt Kwein c. Tanjung Raya Bromo d. TSMJ Pulau Bakut	1/2 JAM 1 JAM 1 JAM 2 JAM
5.	MENENG a. Tambatan Cargo b. Tambatan PT. PUSRI c. Pertamina	1/4 JAM 1/2 JAM 1/2 JAM
6.	BENOA a. Kolam Pelabuhan b. Kolam Pertamina	1/4 JAM Menggunakan Kapal Tunda milik sendiri
7.	TANAU a. Kolam Pelabuhan b. Kolam Pertamina	1/2 JAM 1/2 JAM

DIREKSI PERUSAHAAN UMUM PELABUHAN II
 DIREKTUR UTAMA

FRANS R. MASENGI

TABEL KEBUTUHAN J.O. di DIV. HARKAN PT PAL

DATA REALISASI JAM ORANG

PROYEK
KOR

KPI YOHANES
R5YNSDC

HAL. 1

ITEM	ESWHS	JUDUL PEKERJAAN	BERCAMA	REALISASI
0007	1101-00	RE-PLATE PLATE BGA	633	2,596
0002	1101-01	PIPA 2 PENGHALANG REPLATE RUJE	106	
	1101-02	REPLATE PLAT BGA	3,631	188
0101	1102-00	WATER HEI BGA	412	112
0102	1103-00	WATER HEI BOTTOM AREA	208	151
	1111-00	DE TRANSOMER HESI	300	151
0103	0601-00	MEA CHIPS	126	21
	0601-00	PERAWATAN KARENGAN ALU KATUP 2 KINGSTON	312	
0212	2101-00	STERN GLASS DOLIP SEA SEAL	112	222
	2101-01	STERN GLASS DOLIP SEA SEAL	93	
0210	2103-00	PELUMPA BLOK DEPAN DAN BELAKANG	367	232
0212	2103-00	TAIL SHAFT	115	35
	2103-00	BEARING BRACKET	250	246
0211	2104-00	BULK HEAD GLAND	125	28
0212	2155-00	PROPELLER	266	65
0206	256A-00	NAIB CIRCUIT BERG PUMP DIA ISAP 25" SENT	620	77
0301	5201-00	PERBAIKAN KATUP 2 AL 5M S201.001P "0"	776	1,211
0300	5302-00	PERBAIKAN KATUP 2 AL SPLIT LOG	80	14
0502	5202-00	PIPA SYSTEMAL	572	406
0205	5316-00	NAIB CONDENSOR GANTI ZINK ANODE, PENGEPRESAN	408	179
0201	5601-00	KEMUDI ENKER	150	77
0108	5658-00	FINIS LAIVELZER ENKER	345	330
0807	5812-00	JANGKAR & RANTAI JANGKAR ENKER	546	402
0804	5821-00	TER JANGKAR HALUAN 2 DIT	249	27
0102	6311-00	PENGECAIAN BOTTOM AREA	176	87
0002	6313-00	SAND BLASUNG BGA	1,212	2,274
0101	6319-00	PENGECAIAN BGA	467	232
0101	6341-00	ZINK ANODE	558	240
0006	9051-00	PEMADAM KEBAKARAN	180	
0008	992A-00	PUMPGASI	12	
0001	9921-00	KAPAL TUNDA NAIK	10	
	9922-00	KAPAL TUNDA TURUN	10	
0005	9923-00	AIR TAWAR	36	
0011	9925-00	AIR LAUT	180	161
0001	9926-00	ALIRAN LISTRIK	12	9
0008	9928-00	DAPUR APUNG	38	
0007	9929-00	TELEPHONE	12	
0002	9971-00	DOCKING NAIK (SESUAI PROSEDURE)	630	192
0002	9972-00	DOCKING TURUN	154	
		TOTAL PROYEK : R5YNSDC	15,343	30,351

Surabaya,

KA PPC 1000 KAL

Dis. A.D.M.A.J.J
NRP. 49127P

Appendix A-2

Present Value of Annuity dari 1

Periode	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1	0.990	0.980	0.971	0.962	0.952	0.943	0.935	0.926	0.917	0.909
2	1.970	1.942	1.913	1.886	1.859	1.833	1.808	1.783	1.759	1.736
3	2.941	2.884	2.829	2.775	2.723	2.673	2.624	2.577	2.531	2.487
4	3.902	3.808	3.717	3.630	3.546	3.465	3.387	3.312	3.240	3.170
5	4.853	4.173	4.580	4.452	4.329	4.212	4.100	3.993	3.890	3.791
6	5.795	5.601	5.417	5.242	5.076	4.917	4.767	4.623	4.486	4.355
7	6.728	6.472	6.230	6.002	5.786	5.582	5.389	5.206	5.033	4.868
8	7.652	7.325	7.020	6.733	6.463	6.210	5.971	5.747	5.535	5.335
9	8.566	8.162	7.786	7.435	7.108	6.802	6.515	6.247	5.995	5.759
10	9.471	8.983	8.530	8.111	7.722	7.360	7.024	6.710	6.418	6.145
11	10.368	9.787	9.253	8.760	8.306	7.887	7.499	7.139	6.805	6.495
12	11.255	10.575	9.954	9.385	8.863	8.384	7.943	7.536	7.161	6.814
13	12.134	11.384	10.635	9.986	9.394	8.853	8.358	7.904	7.487	7.103
14	13.004	12.106	11.296	10.563	9.899	9.295	8.745	8.244	7.786	7.367
15	13.865	12.849	11.938	11.118	10.380	9.712	9.108	8.559	8.061	7.606
16	14.718	13.578	12.561	11.652	10.838	10.106	9.447	8.851	8.313	7.825
17	15.562	14.292	13.166	12.166	11.274	10.477	9.763	9.122	8.544	8.024
18	16.398	14.992	13.754	12.659	11.690	10.828	10.059	9.372	8.756	8.204
19	17.226	15.678	14.324	13.134	12.085	11.158	10.336	9.604	8.950	8.362
20	18.046	16.351	14.877	13.590	12.462	11.470	10.594	9.818	9.129	8.511
21	18.857	17.011	15.415	14.029	12.821	11.476	10.836	10.017	9.292	8.649
22	19.660	17.658	15.837	14.451	13.163	12.042	11.061	10.201	9.442	8.772
23	20.456	18.292	16.444	14.857	13.489	12.303	11.272	10.371	9.580	8.883
24	21.243	18.914	16.936	15.247	13.799	12.550	11.469	10.529	9.707	8.985
25	22.023	19.523	17.413	15.622	14.094	12.783	11.654	10.675	9.823	9.077
26	22.795	20.121	17.877	15.983	14.375	13.003	11.826	10.810	9.929	9.161
27	23.560	20.707	18.327	16.330	14.643	13.211	11.987	10.935	10.027	9.237
28	24.316	21.281	18.764	16.663	14.898	13.406	12.137	11.051	10.116	9.307
29	25.066	21.844	19.188	16.984	15.141	13.591	12.278	11.158	10.198	9.370
30	25.808	22.396	19.600	17.292	15.372	13.765	12.409	11.258	10.274	9.427
40	32.835	27.355	23.115	19.793	17.159	15.046	13.332	11.925	10.757	9.779
50	39.196	31.424	25.730	21.482	18.256	15.762	13.801	12.233	10.962	9.915

Present Value dari 1 (lanjutan)

Periode	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
1	0.901	0.893	0.885	0.877	0.870	0.862	0.855	0.847	0.840	0.833
2	1.713	1.690	1.668	1.647	1.626	1.605	1.585	1.566	1.547	1.528
3	2.444	2.402	2.361	2.322	2.283	2.246	2.210	2.174	2.140	2.106
4	3.102	3.037	2.974	2.914	2.855	2.798	2.743	2.690	2.639	2.589
5	3.696	3.605	3.517	3.433	3.352	3.274	3.199	3.127	3.058	2.991
6	4.231	4.111	3.998	3.889	3.784	3.685	3.589	3.498	3.410	3.326
7	4.712	4.564	4.423	4.288	4.160	4.039	3.922	3.812	3.706	3.605
8	5.146	4.968	4.799	4.639	4.487	4.344	4.207	4.078	3.954	3.837
9	5.537	5.328	5.132	4.946	4.772	4.607	4.451	4.303	4.163	4.031
10	5.889	5.650	5.426	5.216	5.019	4.833	4.659	4.494	4.339	4.192
11	6.207	5.938	5.687	5.453	5.234	5.029	4.836	4.656	4.486	4.327
12	6.492	6.194	5.918	5.660	5.421	5.197	4.988	4.793	4.611	4.439
13	6.750	6.424	6.122	5.842	5.583	5.342	5.118	4.910	4.715	4.533
14	6.982	6.628	6.302	6.002	5.724	5.468	5.229	5.008	4.802	4.611
15	7.191	6.811	6.462	6.142	5.847	5.575	5.324	5.092	4.876	4.675
16	7.379	6.974	6.604	6.265	5.954	5.668	5.405	5.162	4.938	4.730
17	7.549	7.120	6.729	6.373	6.047	5.749	5.475	5.222	4.990	4.775
18	7.702	7.250	6.840	6.467	6.128	5.818	5.534	5.273	5.033	4.812
19	7.839	7.366	6.938	6.550	6.198	5.877	5.584	5.316	5.070	4.843
20	7.963	7.469	7.025	6.623	6.259	5.929	5.628	5.353	5.101	4.870
21	8.075	7.562	7.102	6.687	6.312	5.973	5.665	5.384	5.127	4.891
22	8.176	7.645	7.170	6.743	6.359	6.011	5.696	5.410	5.149	4.909
23	8.266	7.718	7.230	6.792	6.399	6.044	5.723	5.432	5.167	4.925
24	8.348	7.784	7.283	6.835	6.434	6.073	5.746	5.451	5.182	4.937
25	8.422	7.843	7.330	6.873	6.464	6.097	5.766	5.467	5.195	4.948
26	8.488	7.896	7.372	6.906	6.491	6.118	5.783	5.480	5.206	4.956
27	8.548	7.943	7.409	6.953	6.514	6.136	5.798	5.492	5.215	4.964
28	8.602	7.984	7.441	6.961	6.534	6.152	5.810	5.502	5.223	4.970
29	8.650	8.022	7.470	6.983	6.551	6.166	5.820	5.510	5.229	4.975
30	8.694	8.055	7.496	7.003	6.566	6.177	5.829	5.517	5.235	4.979
40	8.951	8.244	7.634	7.105	6.642	6.233	5.871	5.584	5.248	4.997
50	9.042	8.304	7.675	7.133	6.661	6.246	5.880	5.554	5.262	4.999