

**ANALISA PERHITUNGAN DAYA KAPAL MEMAKAI GRAFIK YAMAGATA
MENGUNAKAN PEMOGRAMAN PASCAL DIBANDINGKAN DENGAN
METODE HARVALD UNTUK KAPAL-KAPAL NIAGA**

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk
mendapatkan gelar Sarjana Teknik Perkapalan

Oleh

YULHENDRI

NIM : 87310032

NIRM : 873123743150008



**Fakultas Teknologi Kelautan
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
1994**



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Radin Inten II (Terusan Casablanca)
Pondok Kelapa - Jakarta 13450
Telp. 8649051 - 8649052, Fax. 8649052.

ANALISA PERHITUNGAN DAYA KAPAL MEMAKAI GRAFIK YAMAGATA MENGUNAKAN PEMOGRAMAN PASCAL DIBANDINGKAN DENGAN METODE HARVALD UNTUK KAPAL-KAPAL NIAGA

OLEH

YULHENDRI

(87310032/873123743150008)

SKRIPSI INI DIUJIKAN/DIPERTAHANKAN PADA TANGGAL 2 SEPTEMBER 1994

TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI :

PEMBIMBING

KAJUR F.T. KELAUTAN



(IR. TEGUH SASTRODIWONGSO, M.S.E)

(DR. IR. ABDUL HAMID, M. ENG)

MENGETAHUI :

DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

(IR. BAMBANG SURJO SUNINDAR)

ABSTRAKSI

Dalam beberapa dekade ini konsep awal pengembangan estimasi daya suatu kapal telah berhasil dengan penemuan-penemuan yang menakjubkan, dengan melakukan konfigurasi antara metode satu dengan metode lainnya, dimana pada akhirnya untuk menghasilkan suatu metode yang efisien. Penulis secara teoritis menganalisa perhitungan daya kapal memakai grafik Yamagata dengan bantuan pemograman Pascal yang nantinya akan dibandingkan dengan metode Harvald. Prediksi sejauh mana korelasi metode Yamagata memakai pemograman Pascal dan metode Harvald secara manual, guna mendapatkan suatu metode dengan tingkat prosentase penyimpangan yang relatif kecil serta mempercepat proses estimasi daya suatu kapal. Dalam analisa ini penulis menggunakan kapal-kapal niaga sebagai sampel, yang meliputi :

- Cargo Ship (single and twin screw propeller)
- Passenger Ship (single and twin screw propeller)

Sampel yang dianalisa adalah kapal-kapal niaga seperti :

- Bulk Carriers → Cb 0.71 s/d Cb 0.74
- Tankers → Cb 0.65 s/d Cb 0.73
- Passengers → Cb 0.53 s/d Cb 0.64

Yang masing-masingnya diambil 5 sampel, dengan kriteria untuk panjang kapal (L_{pp}) $\gg 90$ m dan $\ll 250$ m, serta mempunyai kecepatan antara 14 knots sampai dengan 23 knots.

Batasan Froude Number (F_n) untuk semua sampel adalah :

0.16 sampai 0.35.

Dari hasil penganalisaan kapal-kapal tersebut diatas dapat diambil kriteria daya efektif (dalam HP) suatu kapal yang lebih efisien.

KATA PENGANTAR

Dengan nama ALLAH Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Illahi yang telah melimpahkan nikmat dan karuniaNya kepada penulis sehingga memungkinkan penulis menyelesaikan skripsi ini.

Sesuai dengan kurikulum pada Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada maka setiap mahasiswa diharuskan untuk membuat skripsi sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Perkapalan.

Rasa terimakasih yang tiada terhingga penulis haturkan kepada kedua orang tua penulis yang telah mendidik dan menuntun penulis dengan segala kesabarannya, semoga kelak penulis menjadi salah seorang dari kebanggaan mereka yang berguna bagi nusa, bangsa dan agama. Juga terimakasih kepada semua kakak-kakak penulis yang telah membantu dengan moril dan materil, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Bapak Ir. TEGUH SASTRODIWONGSO, MSE yang telah bersedia mengajar dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Disamping kesibukannya sehari-hari, beliau masih sempat menyediakan waktunya untuk membahas, mengupas skripsi ini. Kritik dan kupasannya yang bijaksana sangat penulis kagumi. Tanpa bantuan beliau tidaklah mungkin penulis selesaikan skripsi ini.

Rasa hormat dan terimakasih tidak lupa penulis sampaikan kepada bapak DR. Ir. ABDUL HAMID, M.Eng yang telah bersusah payah mengajar dan membimbing penulis sewaktu pembuatan skripsi ini. Dalam keseharian beliau yang sibuk masih tersisa waktunya untuk membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Tanpa bantuan beliau tidaklah mungkin skripsi ini terwujud.

Terimakasih yang sama Kepada Dewan penguji, Bapak DR. Ir. ABDUL HAMID M.Eng, Bapak Ir. TEGUH SASTRODIWONGSO MSE, Bapak Ir. MARTHIN J. TAMAELA, Bapak Ir. SUWARDI MASRUN

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

- Bapak Ir. BAMBANG SURJO SUNINDAR, Dekan Fakultas Teknologi Kelautan.
- Bapak DR. Ir. ABDUL HAMID M.Eng, Ketua Jurusan Teknik Perkapalan.
- Bapak Ir. MARTHIN J. TAMAELA, Pudek I Fakultas Teknologi Kelautan.
- Bapak Ir. DARLIS TENEK. M.Sc., selaku Pembimbing Akademik penulis.
- Bapak Ir. AUGUST INUS PUSAKA. K, selaku Sekretaris Jurusan Perkapalan.
- Bapak SOEKARSONO N.A, Bapak Ir. M. HAEKAL DACHILAN, Bapak Ir. J.H.L. MAMUAYA, Bapak Ir. DONNY ACHIRUDDIN, M.Eng, selaku dosen penulis.

- Bapak Ir. DANNY FATURACHMAN, Bapak Drs. ARDI WINATA, Mbak SRI ROCHAYATI, Mas HARTONO, Bapak MUSLICHUDIN, saudara HENDRI YUNAN dan staf Fak. Teknologi Kelautan lainnya.

Kepada teman-teman seangkatan penulis dan teman-teman se fakultas di Universitas Darma Persada penulis sampaikan terimakasih atas segala pengertian dan bantuannya sewaktu penulis menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada teman-teman yang sedang dalam pendidikan.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada siapa-pun yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang namanya tidak tercantum, kepada mereka penulis mohon maaf.

Mudah-mudahan Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang selalu melimpahkan Karunia dan RahmatNya kepada mereka yang telah membantu penulis dalam pembuatan skripsi ini.

Akhirnya walaupun telah diusahakan sebaik-baiknya, namun sebegitu jauh masih dirasakan sekali adanya kekurangan-kekurangan pada isi maupun penyusunan serta bahasanya, maka segala kritik dan saran-saran untuk perbaikan akan diterima dengan senang hati oleh penulis.

Jakarta, September 1994

penulis

DAFTAR ISI

	halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	v
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 : LATAR BELAKANG	1
1.2 : ALASAN PEMILIHAN JUDUL	3
1.3 : BATASAN MASALAH	5
1.4 : TUJUAN PENGAJIAN	6
1.5 : METODE PENGAJIAN	6
1.6 : SISTEMATIKA PEMBAHASAN	6
BAB II : LANDASAN TEORI	
2.1 : METODE DIAGRAM YAMAGATA	8
2.2 : PROGRAM TURBO PASCAL	12
BAB III : METODOLOGI	
3.1 : METODE PEMBUATAN PROGRAM	16
3.2 : METODE PENGUJIAN	17
3.3 : FAKTOR KESALAHAN	17
BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 : APLIKASI TURBO PASCAL PADA METODE DIAGRAM YAMAGATA	19
4.2 : PERBANDINGAN METODE YAMAGATA DENGAN METODE HARVALD	26
4.3 : DISTRIBUSI DAYA	32
BAB V : PENUTUP	
5.1 : KESIMPULAN	34
5.2 : SARAN-SARAN	35
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
LAMPIRAN 1 & 2 : YAMAGATA CHART	36
LAMPIRAN 3 : DAFTAR KAPAL-KAPAL SAMPEL	38
LAMPIRAN 4 : LAY-OUT PROGRAM	39
LAMPIRAN 5 : FLOW CHART	57
LAMPIRAN 6 : LISTING PROGRAM TURBO PASCAL	61
LAMPIRAN 7 : GRAFIK-GRAFIK METODE HARVALD	78
KEPUSTAKAAN	89

SYMBOLS AND ABBREVIATIONS

- B** : Lebar kapal
- B/L** : Rasio atau perbandingan antara lebar dan panjang kapal
- B/T** : Rasio atau perbandingan lebar dan sarat kapal
- C_b** : Koefisien blok kapal (block coefficient), yaitu perbandingan volume kapal sampai sarat dengan volume hasil perkalian LBP, B, dan T
- C_f** : Koefisien hambatan gesek (frictional resistance-coefficient)
- C_f'** : Hasil koreksi koefisien hambatan gesek dengan faktor kekasaran kulit kapal (roughness)
- C_r** : Koefisien hambatan sisa (residual resistance coefficient)
- C_{ro}** : Koefisien hambatan sisa hasil pembacaan dari lampiran 1
- D (Δ)** : Displacement, berat air yang dipindahkan saat sarat kapal mencapai garis air musim panas
- (δC_r)_{B/L}** : Koreksi koefisien hambatan sisa jika rasio B/L kapal tidak sama dengan 0.1350, lampiran 2 (correction due to different B/L)
- (δC_r)_{B/T}** : Koreksi koefisien hambatan sisa jika rasio B/T kapal tidak sama dengan 2.25, lampiran 2 (correction due to different B/T)
- EHP** : Effective Horse Power, daya minimal yang diperlukan kapal dengan mempertimbangkan hambatan kapal
- g** : Percepatan gravitasi bumi, besarnya 9,81 m/s²

- LBP** : Panjang antara dua garis tegak, yaitu dari perpotongan antara stem dan garis air sampai perpotongan garis air dengan sumbu rudder stock
- kR** : Koreksi yang diberikan pada koefisien hambatan sisa dengan melihat jenis propulsi, single atau twin screw propeller
- ρ** : Massa jenis air laut, $1,025 \text{ ton/m}^3$
- R** : Hambatan kapal
- T** : Sarat kapal, diukur antara bagian atas lunas sampai garis air pada musim panas
- V** : Kecepatan kapal
- ∇** : Volume kapal sampai sarat musim panas
- λ** : Faktor perkalian yang dipakai Froude dalam menentukan koefisien gesek

$$\lambda = 0,1392 + 0,25 / (2,68 + L)$$

BAB I

1.1. LATAR BELAKANG

Penentuan besarnya daya, baik pada tahap preliminary design maupun pada tahap design adalah salah satu faktor yang terkait dalam pemilihan daya tersebut. Diantaranya : investasi awal, biaya operasi, masalah ruang muat, dan lain-lain. Makin besar daya, ukuran mesin akan bertambah besar, investasi awal dan biaya operasi akan membesar pula. Sebaliknya, dengan bertambah besar berat dan ukuran mesin akan memperkecil daya muat atau ruang muat suatu kapal. Karena itu salah satu persyaratan yang diutamakan oleh shipowner adalah daya yang rendah untuk besar kecepatan yang diinginkan (Poehls, 1979).

Ada beberapa cara untuk menentukan daya kapal rancangan, mulai dari yang sangat sederhana sampai ke perhitungan yang sangat sulit, yaitu dari metode kapal perbandingan, metode formula, metode diagram sampai pada percobaan towing tank (Resistance Test, Open Water Test dan Self Propulsion Test).

Metode formula dan metode diagram dibuat untuk mempercepat proses penentuan daya yang diperlukan oleh suatu kapal dalam tahap rancangan. Kedua metode ini dapat merupakan kesimpulan akhir dari rangkaian percobaan di towing tank atau hasil statistik kapal-kapal yang telah dibuat.

Metode diagram umumnya dibuat dari seri rangkaian percobaan di towing tank. Metode ini pertama kali dihasilkan oleh Taylor (AS, 1910). Kemudian diikuti oleh Ayre, Lap, Keller, Dankwardt, Helm, Taggart, Guldhammer/Harvald, Yamagata dan lain-lain. Dari semua metode ini, ada yang dibuat khusus untuk kapal-kapal tertentu dan ada yang dibuat umum atau dengan kata lain berlaku untuk semua jenis kapal.

Salah satu metode diagram dihasilkan berdasarkan percobaan DR. Yamagata. Dalam percobaannya banyak digunakan sampel untuk mendapatkan parameter-parameter utama yang berpengaruh dalam menentukan daya suatu kapal.

Menghitung daya beberapa kapal dengan mengikuti cara yang dibuat oleh DR. Yamagata, mulai dari proses pembacaan diagram sampai langkah perhitungan terakhir tidaklah mencengangkan. Tetapi perhitungan secara manual, akan banyak menghabiskan waktu dan hasilnya pun tidak akan luput dari kesalahan-kesalahan. Dengan pertimbangan ini dibuat program Turbo Pascal berdasarkan perhitungan DR. Yamagata.

1.2. ALASAN PEMILIHAN JUDUL

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, banyak hasil penelitian untuk estimasi daya atau hambatan kapal menurut Taylor, Ayre, Lap, Keller, Dankwardt, Helm, Taggart, Guldhammer/Harvald. Semuanya berturut-turut untuk menyempurnakan metode yang telah ada sebelumnya.

Metode Taylor dibuat untuk kapal-kapal cepat dengan stern berbentuk transom. Kemudian Lap melakukan penelitian untuk menguji akurasi diagram Taylor dengan kapal-kapal modern saat itu (1950). Hasil penelitian adalah diagram Lap (NSMB) untuk estimasi hambatan atau daya kapal-kapal single screw propeller. Uji coba Lap dengan hasil statistik menunjukkan bahwa sebagian besar kapal-kapal mempunyai ratio $B/T = 2.4$, sehingga Lap mengambil ratio B/T kapal standard 2.4.

Dalam beberapa dekade ratio B/T kapal-kapal berubah, dengan ratio B/T kapal standard menurut metode Harvald/Guldhammer sebesar 2.5.

Salah satu rangkaian hasil eksperimen model series diatas adalah hasil uji coba DR. Yamagata yang telah memberikan sumbangan untuk perhitungan hambatan kapal. Metode ini sering dipakai untuk estimasi daya kapal-kapal kecil, khususnya di Jepang, karena menghasilkan estimasi dengan akurasi yang tepat. Hal inilah yang mendorong penulis untuk memilih metode diagram DR. Yamagata.

TURBO PASCAL adalah salah satu dari sekian banyak "High Level Computer Language Program" yang dapat diimplementasikan untuk scientist, sehingga bisa membantu dalam mengestimasi suatu masalah, terutama dalam perhitungan Hambatan dan Propulsi.

Semua alasan yang dijelaskan diatas dapat dirangkum sebagai berikut :

1. Relevansi penggunaan Metode Yamagata masih bisa dipakai untuk estimasi daya dalam perencanaan suatu kapal seperti metode-metode lainnya.
2. Dapat diaplikasikan perancang untuk mengestimasi daya dilapangan/digalangan.
3. High Level Computer Language Program umumnya mempunyai fasilitas komplit dengan akurasi yang tinggi serta mudah diaplikasikan untuk setiap disiplin ilmu.

Berdasarkan keterangan tersebut di atas, maka penulis memilih judul :

**ANALISA PERHITUNGAN DAYA KAPAL MEMAKAI GRAFIK YAMAGATA
MENGUNAKAN PEMOGRAMAN PASCAL DIBANDINGKAN DENGAN
METODE HARVALD UNTUK KAPAL-KAPAL NIAGA**

1.3. BATASAN MASALAH

Batasan-batasan yang diberikan oleh Yamagata mengenai tipe dan ukuran kapal, untuk menentukan dayanya sehingga penelitian ini dibatasi sesuai menurut batasan Yamagata.

Adapun batasan-batasan tersebut adalah :

a. Tipe Kapal :

- Cargo Ship (single and twin screw propeller)
- Cargo and Passenger Ship (single and twin screw)
- Passenger Ship

b. Koefisien blok antara 0.4 sampai 0.8 dengan batasan Froude Number sebagai berikut :

$C_b = 0.4$ dengan F_n maksimum = 0.42

$C_b = 0.5$ dengan F_n maksimum = 0.37

$C_b = 0.6$ dengan F_n maksimum = 0.36

$C_b = 0.7$ dengan F_n maksimum = 0.30

$C_b = 0.8$ dengan F_n maksimum = 0.25

c. Kapal-kapal yang digunakan untuk sampel adalah :

- Bulk Carriers (5 sampel)
- Tankers (5 sampel)
- Passengers (5 Sampel)

Kriteria untuk semua sampel adalah sebagai berikut :

- Panjang Kapal (L_{pp}) $\gg 90$ m dan $\ll 250$ m
- Kecepatan V (knot) $\gg 14$ knot dan $\ll 23$ knot

1.4. TUJUAN PENGKAJIAN

Prediksi sejauh mana korelasi metode Yamagata dan metode Harvald secara manual dengan metode Yamagata memakai pemograman Pascal.

Mendapatkan suatu metode dengan tingkat prosentase penyimpangan yang relatif kecil.

Mempercepat proses estimasi daya suatu kapal dengan metode diagram Yamagata memakai pemograman Pascal.

1.5. METODE PENGKAJIAN

Usaha mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menggunakan metode pengkajian kepustakaan (Library Research). Data-data didapatkan dari buku-buku atau catatan-catatan yang penulis dapatkan selama mengikuti kuliah. Pengkajian ini dimaksudkan untuk memperoleh pengetahuan dan landasan teori dalam menganalisa data.

1.6. SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Didalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis membahas permasalahan dengan sistematika pembahasan sebagai berikut

BAB I : PENDAHULUAN.

Merupakan pendahuluan dari Tugas Akhir ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Gambaran umum mengenai metode diagram Yamagata dan pemograman Turbo Pascal.

BAB III : METODOLOGI

Proses pembuatan program Pascal, metode pengujian dan faktor kesalahan.

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Aplikasi Turbo Pascal pada metode diagram Yamagata dibanding hasil metode Harvald secara manual

BAB V : PENUTUP

Kesimpulan dan saran-saran.

