

Gaya Selingkung dan *Template* Artikel Ilmiah Mahasiswa S1 ITS

Wicaksono, H., Arief, I. S., dan Jadmiko, E.

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: titohandito@yahoo.com

Abstrak—Propeller mempunyai peranan yang penting, dimana alat tersebut yang sering digunakan untuk mengerakan kapal, propeller sendiri dapat mengubah gaya gerak (putar) menjadi gaya dorong, berdasarkan studi lebih lanjut dalam penelitian ini, banyak ditemukan tipe propeller yang sudah dimodifikasi untuk mendapatkan performa yang lebih baik, untuk meningkatkan efisiensi. Tujuan dari tugas akhir ini adalah menghybrid nozzle ring dengan hub cap propeller yang mana dapat mempengaruhi besar dari thrust, torque, dan juga efisiensi yang maksimal dengan pendekatan CFD (Computational, Fluid, Dynamic), variabel yang divariasikan adalah sudu ducted dengan hub cap propeller.

Kata Kunci—Propeller, duct, Nozzle ring, Kecepatan aliran, sudu, Hub cap propeller Computational Fluid Dynamics

I. PENDAHULUAN

PROPELLER merupakan suatu komponen penting dalam sistem penggerak kapal dimana power yang dihasilkan oleh main Engine yang didistribusikan ke poros akan diteruskan oleh propeller untuk menghasilkan daya dorong kapal. Didalam mendesain suatu propeller perlu diketahui daya dari main engine dan kecepatan yang dibutuhkan oleh kapal.

Optimalisasi sebuah propeller tentunya didesain dengan perhitungan untuk memaksimalan power yang dihasilkan main engine untuk mencapai kecepatan yang dibutuhkan oleh Kapal. Dalam pembahasan tugas akhir ini kita membahas tentang modifikasi yaitu hybrid ducted propeller dengan hub cap propeller, dimana dengan menambahkan kan sudu pada ducted dibelakang hub cap propeller yang nantinya diharapkan berguna untuk lebih memfokuskan dan membuat aliran yang menuju hub cap propeller menjadi mengikuti arah putaran propeller, sehingga aliran tersebut dapat menghasilkan daya. Maka disini akan diulas bagaimana efek yang ditimbulkan oleh hybrid antar sudu ducted propeller dan hub cap propeller, terhadap pengaruh efisiensi yang pling optimal.

A. Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang terkait dan dikaji Perumusan masalah terkait yang akan dikaji dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

- Bagaimana menentukan efisiensi yang dihasilkan ketika menghybrid hub cap dengan nozzle ring
- Bagaimana menentuka besar thrust yang dihasilkan ketika menghybrid hubcap dengan nozzle ring.

- Bagaimana pengaruh ducted ketika ditambah sudu terhadap performance propeller Kaplan

B. Batasan Masalah

Dari permasalahan yang harus diselesaikan di atas maka perlu adanya pembatasan masalah serta ruang lingkupnya agar dalam melakukan analisa nantinya tidak melebar dan mempermudah dalam melakukan analisa, batasan tersebut yaitu:

- Penelitian menggunakan computer dengan software ANSYS CFX
- Menganalisa satu (1) macam tipe propeller.
- Penelitian tidak memperhitungkan pengaruh lambung kapal.
- Analisa data dikerjakan dengan membandingkan parameter propeller setelah ada penambahan sirip dengan sudu
- hanya mnggunakan sudu untuk ducted 19A dengan sudut sudu 45 derajat.
- Propeller yang dianalisa adalah jenis kaplan
- Jumlah blade sebanyak 4
- Simulasi menggunakan software CFD
- Analisa Biaya tidak diperhitungkan

C. Tujuan

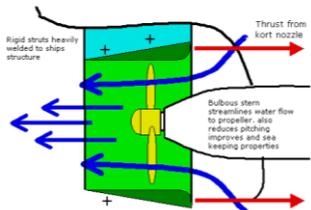
Tujuan penulisan skripsi ini adalah :

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan sudu pada duct dengan Hub-Cap Propeller terhadap Efficiency dan thrust yang dihasilkan.

D. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan skripsi ini antara lain :

- Pengembangan terhadap hub cap propeller untuk masa mendatang
- Dapat mengetahui kinerja dari hub cap propeller ketika sesudah penyesuaian terhadap nozzle ring.
- Dapat mengetahui penggunaan hub cap propeller yang optimal pada kapal.
- Dapat mengetahui unjuk kerja Hub-Cap Ducting Propeller dibandingkan dengan Nozzle Ring.



Gambar 2.1.kort nozzle



Gambar 2.2 .kort nozzle

5. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan perancangan modifikasi PropellerReferensi teknis untuk keperluan akademik
6. Referensi teknis untuk pengembangan dan penelitian terhadap CPP untuk masa mendatang

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ducted Propeller

Untuk meningkatkan efisiensi propeller kita bisa menambahkan *circular duct* yang digunakan untuk mengarahkan aliran air yang akan melewati propeller, volume air yang melewati propeller akan berubah berbanding lurus dengan diameter inlet duct. Circular duct ditempatkan berada didepan propeller yang dipasang pada selubung poros propeller. Dari percobaan yang sudah dilakukan circular duct dipasang searah dengan poros propeller sehingga adanya kemiringan terhadap aliran air.

Untuk meningkatkan efisiensi propeller kita bisa menambahkan adjustable circulating duct dengan membuat posisi inlet dari circulating duct sejajar aliran air yang digunakan untuk mengarahkan aliran air yang akan melewati propeller, volume air yang melewati propeller akan berubah berbanding lurus dengan diameter inlet duct.

B. Kort Nozzle

Merupakan salah satu perkembangan teknologi yang bertujuan untuk menambah efisiensi gaya dorong kapal. Letak kort Nozzle yang menyelubungi propeller dan berbentuk seperti foil akan menambah keuntungan dari propeller tanpa kort nozzle pada kecepatan rendah. Nozzle berfungsi sebagai layaknya ruang tangkap air yang telah mengenai bagian back dari blade propeller, sehingga memberikan gaya dorong yang lebih besar dari pada tanpa menggunakan nozzle. Penggunaan Foil juga memberika lift sehingga memberikan resultan gaya dorong kapal.

C. Hub-Cap Propeller

Peningkatan Efisiensi dari propeller dapat menurunkan kebutuhan bahan bakar (Fuel Saving), serta penambahan kecepatan kapal. Propeller mempunyai cap penutup atau

biasanya masuk ke dalam bagian Hub, pada tipe konvensional hanya digunakan untuk tempat meletakkan daun propeller. Pada Boss cap propeller tipe konvensional, dapat terjadi loses yang besar

D. Karakteristik Propeller

Karakteristik beban propeller dapat ditampilkan dengan grafik oleh beberapa koefisien dalam bentuk ukuran. Diagram memberikan Torque dan Thrust sebagai fungsi kecepatan. Karakteristik propeller terdiri dari koefisien Thrust (KT), koefisien torque (KQ), dan koefisien advanced (J).

$$(K_T) = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$$

$$(K_Q) = \frac{TQ}{\rho n^2 D^5}$$

$$J = \frac{Va}{nD}$$

Dimana :

ρ = massa jenis fluida (*Fluid Density*)

D = diameter propeller

n = putaran propeller

Va = *advanced speed*

T = *thrust* propeler

Q = *torque* propeler

Untuk nilai efisiensi propeller pada open water diberikan rumus:

$$\eta_0 = \frac{TVa}{2\pi nQ}$$

$$\eta_0 = \frac{JK_T}{2\pi K_Q}$$

Setelah menyeleksi propeler, diagram dari open water dapat dipakai untuk menerjemahkan karakteristik tahanan kapal ke dalam karakteristik beban propeler. Oleh sebab itu, pada perkiraan sebuah kurva tahanan dapat dikonversi sebagai berikut:

Tahanan kapal ditentukan oleh rumus :

$$R = \alpha V^2 \text{ atau } R = 0.5 C_f \rho S V_s^2$$

Dengan nilai $K = 0.5 C_f \rho S$, sehingga ditulis :

$$R = K V_s^2$$

Dimana berhubungan juga bahwa :

$$R = T(1-t) \text{ dan } Va = Vs(1-w)$$

Sehingga :

$$T(1 - t) = K \left[\frac{Va}{1-w} \right]^2$$

didapat nilai T sebagai :

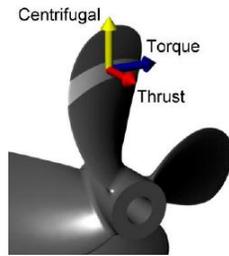
$$T = \frac{K Va^2}{(1-t)(1-w)}$$

Dimana :

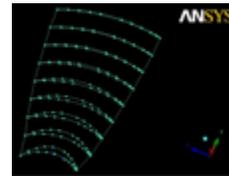
t = *thrust deduction factor*

w = *wake factor*

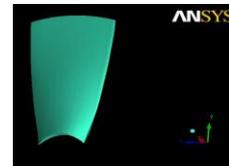
sesuai karakteristik propeler, nilai thrust adalah :



Gambar 2.3 Gaya-gaya yang bekerja pada daun propeller



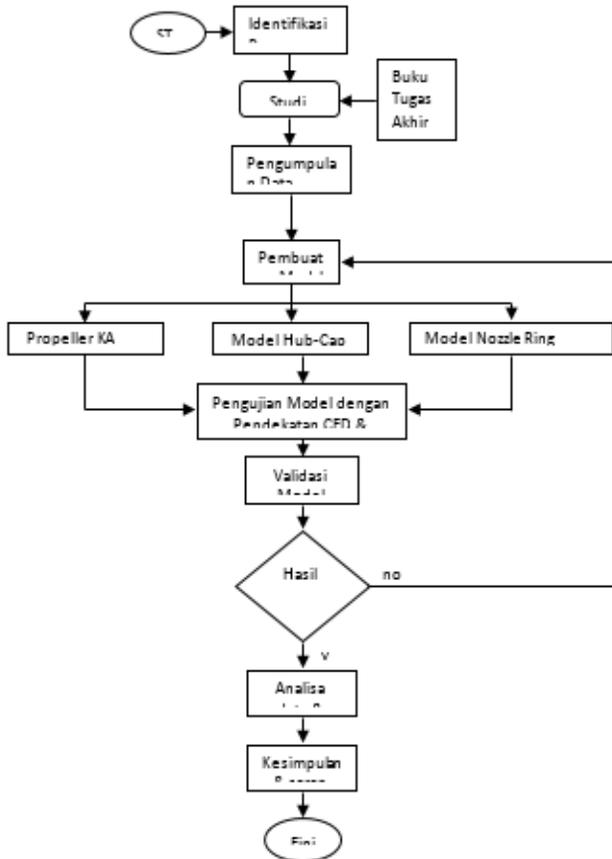
Gambar 4.1 Garis dari titik-titik koordinat propeller



Gambar 4.2 Surface dari satu blade propeller



Gambar 4.3 Blade yang sudah dirotasi



Gambar 3.1 Metedologi pengerjaan

TABEL 4.4.
ORDINAT NOZZLE 19A

X / L	Yinner / L	Youter / L
0	18.25	20.72
1.25	14.66	21.07
2.5	12.80	20.8
5	12.07	S
7.5	8.00	S
10	6.34	S
15	3.87	S
20	2.17	S
25	1.10	S
30	0.48	S
40	0	S
50	0	S
60	0	S
70	0.29	S
80	0.82	S
90	1.45	S
95	1.86	S
100	2.36	6.36

$$K_T \rho n^2 D^4 = \frac{K V a^2}{(1-t)(1-w)^2}$$

$$K_T = \frac{K V a^2}{(1-t)(1-w) \rho D^2} \left[\frac{V a}{n D} \right]^2$$

Jika advance koefisien $J = \frac{V a}{n D}$

Maka didapatkan :

$$K_T = \frac{K V a^2}{(1-t)(1-w) \rho D^2} [J]^2$$

Sekarang tahanan kapal dapat diberikan sebagai hubungan K_T dan J , dan saat hubungan tersebut digambarkan pada diagram open water, hubungannya dengan kurva K_T akan memberikan titik operasional dari advance koefisien propeler

(J), sehingga kita dapat menentukan koefisien torque dan efisiensi open water.

E. Gaya-gaya yang Bekerja pada Blade

Definisi dari beban pada analisa struktur pada daun propeler diidealisasikan dengan distribusi tekanan dan gaya. Pemodelan awal yang sederhana mengenai gaya yang bekerja adalah tiga gaya dasar yaitu thrust, torque dan centrifugal.

Propeller thrust dan torque terbentuk dari gaya angkat (lift) dan drag pada foil propeller pada posisi radial. Dengan kata lain total thrust merupakan integral dari vector axial lift pada bagian root hingga tip propeller. Jika diasumsikan propeller yang digunakan adalah B-series, maka dapat digunakan distribusi tunggal untuk thrust dan beban torque, dan diasumsikan juga bahwa pitch tetap. Gaya dorong (Thrust) kapal merupakan komponen yang sangat penting yang mana

digunakan untuk mengatasi tahanan (resistance) atau gaya hambat namun kondisi tersebut sangat tidak realistis karena pada faktanya dibadan kapal tersebut terjadi fenomena hidrodinamis yang menimbulkan degradasi terhadap nilai besaran gaya dorong kapal. sehingga untuk gaya dorong kapal dapat ditulis seperti model persamaan sebagai berikut.

$$T = \frac{R}{(1-t)}$$

dimana t adalah *thrust deduction factor*.

Kemudian dengan mensubstitusi R maka diperoleh

$$T = \frac{\alpha V_s^2}{(1-t)}$$

Sehingga diperoleh model persamaan gaya dorong kapal (TSHIP) adalah sebagai berikut;

$$T_{SHIP} = \frac{\alpha V_A^2}{(1-t)(1-w)^2}$$

Model persamaan untuk karakteristik kinerja baling-baling kapal adalah sebagai berikut,

$$K_Q = \frac{Q_{Pr op}}{\rho \times n^2 \times D^5} \quad \eta_o = \frac{J \times K_T}{2\pi \times K_Q}$$

$$K_T = \frac{^4 Pr op}{\rho \times n^2 \times D^4} \quad J = \frac{V_A}{n \times D}$$

Propeler thrust dan torque terbentuk dari gaya angkat (*lift*) dan *drag* pada foil propeler pada posisi radial. Dengan kata lain total *thrust* merupakan integral dari *vector axial lift* pada bagian root hingga tip propeler. .

F. Computational Fluid Dynamic (CFD)

CFD merupakan analisa sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait lainnya seperti reaksi kimia dengan menggunakan simulasi komputer. Metode ini meliputi fenomena yang berhubungan dengan aliran fluida seperti sistem liquid dua fase, perpindahan massa dan panas, reaksi kimia, dispersi gas atau pergerakan partikel tersuspensi.

Secara umum kerangka kerja CFD meliputi formulasi persamaan-persamaan transport yang berlaku, formulasi kondisi batas yang sesuai, pemilihan atau pengembangan kode-kode komputasi untuk mengimplementasikan teknik numerik yang digunakan. Suatu kode CFD terdiri dari tiga elemen utama yaitu pre-processor, solver dan post processor.

1. Pre-processor

Pre-processor meliputi masukan dari permasalahan aliran ke suatu program CFD dan transformasi dari masukan tersebut ke bentuk yang cocok digunakan oleh solver. Langkah-langkah dalam tahap ini adalah sebagai berikut :

- Pendefinisian geometri yang dianalisa
- Grid generation, yaitu pembagian daerah domain menjadi bagian-bagian lebih kecil yang tidak tumpang tindih
- Seleksi fenomena fisik dan kimia yang perlu dimodelkan
- Pendefinisian properti fluida

- Pemilihan *boundary condition* (kondisi batas) pada kontrol volume atau sel yang berhimpit dengan batas domain
- Penyelesaian permasalahan

2. Solver

Solver dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu finite difference, finite element dan metode spectral. Secara umum metode numeric solver tersebut terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut:

- Prediksi variabel aliran yang tidak diketahui dengan menggunakan fungsi sederhana
- Diskretisasi dengan substitusi prediksi-prediksi tersebut menjadi persamaan-persamaan aliran utama yang berlaku dan kemudian melakukan manipulasi matematis
- Penyelesaian persamaan aljabar. Pada proses *solver*, terdapat 3 persamaan atur aliran fluida yang menyatakan hukum kekekalan fisika, yaitu : 1) massa fluida kekal; 2) laju perubahan momentum sama dengan resultansi gaya pada partikel fluida (Hukum II Newton); 3) laju perubahan energi sama dengan resultansi laju panas yang ditambahkan dan laju kerja yang diberikan pada partikel fluida (Hukum I Termodinamika).

3. Post-Processor

Post processing merupakan tahap visualisasi dari tahapan sebelumnya. Post processor semakin berkembang dengan majunya engineering workstation yang mempunyai kemampuan grafik dan visualisasi cukup besar.

Dalam simulasi, model-model yang digunakan didiskretisasi dengan metode formulasi dan diselesaikan dengan menggunakan bermacam-macam algoritma numerik. Metode diskretisasi dan algoritma terbaik yang digunakan tergantung dari tipe masalah dan tingkat kedetailan yang dibutuhkan.

III. METODOLOGI

Metodologi penelitian adalah kerangka dasar dari tahapan penyelesaian tugas akhir. Metodologi tersebut mencakup semua kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan pada tugas akhir ini. Tahapannya digambarkan dalam flowchart dibawah berikut ini:

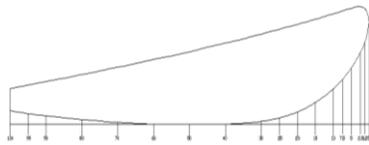
IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Penggambaran Model

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah penggambaran model propeller Kaplan series. Model propeller Ka series yang akan dibuat berdasarkan pada batasan masalah yang sudah ditentukan yaitu mempunyai diameter 2 m, Pertama yang dilakukan dalam proses penggambaran adalah menentukan koordinat dari masing-masing propeller tersebut yang didapat dari marine propeller geometry.

Koordinat-koordinat yang telah terhubung dengan garis tersebut selanjutnya diberi surface.

Akan tetapi penggambaran yang sudah dilakukan tadi hanya satu buah blade saja jadi untuk mendapatkan jumlah blade yang



Gambar 4.5 Profil Kort Nozzle tipe 19 A



Gambar 4.6 surface dari nozzle



Gambar 4.7 dan 4.8.pemberian surface pada sudu

diinginkan perlu melakukan tool rotate terhadap sumbu x yang perpusat pada koordinat (0, 0, 0). Misalnya untuk mendapatkan jumlah blade 3, maka harus diputar 120⁰, apabila menginginkan blade 4, harus diputar 90⁰, dan untuk mendapatkan blade 5 maka harus diputar 72⁰.

Setelah semua gambar blade terpenuhi langkah selanjutnya yaitu membuat boss dari masing-masing propeller tersebut. Berdasarkan batasan masalah yang sudah ditentukan dalam bab 1 Pitch ratio yang digunakan untuk menggambar model ini adalah konstan, yaitu 0.7 yang sudut putarnya dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\theta = \tan^{-1} \frac{P/D}{0.7\pi}$$

Setelah pembuatan daun propeller selesai selanjutnya yaitu membuat . Variasi bentuk hub cap yang akan diujikan adalah Modif 1 (Thin), Modif 2 (Raptor), Modif 3 (SU-47) dan Modif 4 (Groove) dengan menambahkan sudu 45 derajat pada (duct). Pengujian model ini bertujuan untuk mengetahui area, tekanan dan juga wall shear pada face dan back yang terjadi akibat adanya variasi jenis hub cap pada propeller yang telah dibuat.

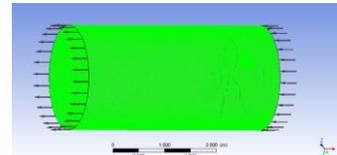
B. Penggambaran Model duct

- Spesifikasi Kort Nozzle yang dipergunakan adalah:
- Tipe : Nozzle 19 A
- Diameter dalam : 2060 mm
- Lebar : 1545 mm

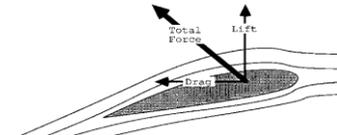
C. Penggambaran Hub Cap

Sedangkan didalam tugas akhir ini akan dibuat bentuk sirip (fin) dari hub cap akan dimodelkan dalam 4 jenis tipe sirip, yakni :

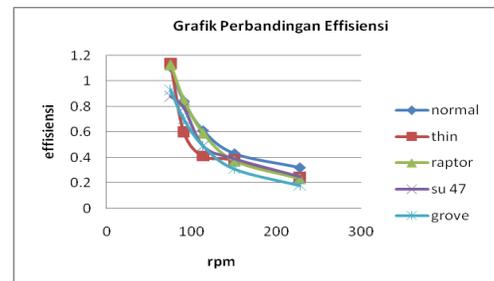
1. Modif 1 (Thin)



Gambar 4.9 Tampilan propeller pada CFX



Gambar 5.0 Gaya yang bekerja pada foil



Gambar 5.3 grafik perbandingan nilai persentase efisiensi terhadap ducted propeller normal dengan perubahan rpm.

2. Modif 2 (Raptor)
3. Modif 3 (SU-47)
4. Modif 4 (Groove)

D. Penggambaran sudu

sebuah sudu yang mana nantinya dihubungkan oleh garis (line), dan kemudian membentuk sebuah garis ,yang dilanjutkan Diatas merupakan koordinat dari sebuah sudu yang mana dari koordinat tersebut di hubungkan dengan garis kemudian dilanjutkan, untuk membentuk

Tahap selanjutnya yaitu memasukkan inputan data dalam CFX sesuai dengan metode Roating Domain variasi yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu putaran propeller masing-masing 1.26 rps, 1.53 rps, 1.9 rps, 2.52 rps, dan 3.8 rps.

Dalam memasukkan inputan data ke cfx ada beberapa yang perlu diinsert domain, inlet part, outlet dan juga wall. Hal lain yang juga perlu diperhatikan adalah jumlah iterasi yang diinginkan, kemudian baru melakukan running dengan jenis keluaran proses ini adalah file result atau disingkat "res". Dari sini kemudian melangkah ke proses selanjutnya yaitu proses solver. Dengan menggunakan inputan file definition dari tahap pre, proses running solver dijalankan untuk membaca persamaan-persamaan dari simulasi yang telah dilakukan, sehingga output parameter yang akan dicari dapat ditampilkan.

E. Model Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi model akan didapatkan beberapa data yang dibutuhkan untuk analisa yaitu luas area (m²), tekanan (Pa), dan tegangan geser (Pa) baik pada face maupun pada back. Dari 54 model yang ada dan setelah dirunning dengan

masing-masing sebanyak 5 variasi maka akan didapatkan data sebanyak 25 kali. Data-data tersebut akan digunakan untuk analisa lebih lanjut mengenai distribusi aliran fluida pada masing-masing model yang nantinya akan berpengaruh terhadap *pressure* dan *torque* dari propeller.

F. Analisa Data

Pada tahap ini, data yang diperoleh dari proses simulasi yaitu *pressure*, *wallshear* dan *area* diambil untuk menentukan proses validasi dan variasi dari percobaan yang dilakukan.

G. Hasil Variasi

Berdasarkan permasalahan dan batasan masalah yang sudah diuraikan di bab sebelumnya maka didapatkan variasi propeller masing-masing diputar 1.26 rps, 1.53 rps, 1.9 rps, 2.52 rps, dan 3.8 rps.

H. Hasil pembacaan grafik

Dapat dilihat bahwa ada kecenderungan menurunnya efisiensi modifikasi sudu ducted hub cap yang mana masih berada dibawah ducted normal propeller.aka tetapi efisiensi yang paling efisien terdapat pada modif hub cap grove yaitu dengan nilai 0,93 pada 75.6 rpm.Dan efisiensi yang terendah terdapat pada grove juga akan tetapi pada putaran yang sangat tinggi yaitu 228 rpm.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan hasil dari analisa data dan pembahasan yang telah diuji coba ,maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa percobaan Thrust terbesar dari hasil yang dilakukan terdapat pada model gambar ducted propeller normal dengan nilai thrust 87.81 Kn dengan 228 rpm, sedangkan yang terendah terdapat pada model ducted propeller hub cap jenis Grove variasi sudu 45 (derajat) dengan nilai 69Kn dengan 28 rpm.
2. Berdasarkan analisa percobaan Torsi terbesar dari hasil yang dilakukan terdapat pada model ducted propeller hub cap jenis Grove variasi sudu 45 derajat yaitu dengan nilai 48.27 dengan 228 rpm. Sedangkan yang terendah terdapat pada model ducted propeller hub cap jenis Raptor dengan variasi sudu 45 derajat, yaitu dengan nilai 28 (Kn) dengan 75.6 rpm.
3. Berdasarkan analisa percobaan efisiensi yang terbesar dari hasil yang dilakukan terdapat pada model ducted propeller grove variasi sudu 45 derajat, yakni 0.93 dengan putaran 75.6 rpm. Dan yang terendah terdapat pada model model ducted propeller grove variasi sudu 45 derajat, yakni 0.18 dengan putaran 228 rpm.
4. Dengan memodifikasi ducted dan penambahan hub cap jenis Grove adalah jenis propeller yang domofi paling efisiensi dengan putaran rendah, nila dibandingkan dengan jenis ducted propeller normal dengan rpm sama.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] W.Adji, Surjo. 2005.Engine Propeller Matching. Surabaya Teknik Sistem Perkapalan ITS.

- [2] W.Adji, Surjo. 2005.Pengenalan Sistem Propulsi. Surabaya Teknik Sistem Perkapalan ITS.
- [3] Kuiper , G. 1992. "The Wegeningen Propeller Series" Hanburg :Intitut fur Schiffbau dar Univarstat Hanburg