

Analisa Penggunaan Waterjet Pada Sistem Propulsi Kapal Perang *Missile Boat* Dengan Kecepatan 70 Knot

Hanifuddien Yusuf, Agoes Santoso dan Amiadji

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

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: haniefucup@yahoo.com

Indonesia merupakan negara maritim dan kepulauan yang terdiri dari ribuan pulau. Oleh karena itu, dibutuhkan alat pertahanan yang sesuai untuk menjaga kelestarian alam dari berbagai eksploitasi secara ilegal. Maka sebuah kapal perang dengan kecepatan tinggi diperlukan untuk menjaga kelestarian aset – aset negeri ini. Pada Tugas Akhir ini akan membahas tentang perancangan sistem propulsi dengan menggunakan penggerak waterjet pada kapal cepat. Kapal yang akan menjadi acuan awal adalah kapal *missile boat* milik Iran dengan kecepatan max 70 Knot. Perancangan berupa bentuk lambung, pemilihan mesin penggerak, sistem transmisi, serta pemilihan waterjet yang sesuai. Dalam perancangannya, kapal tersebut menggunakan penggerak waterjet atau propeller super kavitas, yang penentuannya dapat dari nilai efisiensi propulsif yang paling besar diantara kedua penggerak tersebut. Pada perhitungan lainnya, diketahui nilai efisiensi propulsif dengan menggunakan propeller super kavitas yaitu sekitar 60% yang lebih besar dari nilai efisiensi waterjet yaitu sebesar 58%.

Kata Kunci— *missile boat*, waterjet, efisiensi propulsif, kecepatan 70 Knot

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim dan kepulauan yang terdiri dari ribuan pulau. Dengan banyaknya pulau tersebut, maka resiko untuk terjadinya tindakan kriminal pun akan semakin besar pula.

Propulsi kapal dengan *waterjet* telah lama dikenal dan digunakan sebagai sistem penggerak untuk berbagai jenis kapal, namun aplikasi secara luas masih terbentur pada *efficiency propulsive* nya yang relatif rendah jika dibandingkan dengan sistem propulsi kapal yang menggunakan *propeller*, terutama pada saat kecepatan kapal yang relatif rendah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penjelasan Sistem Propulsi

Secara umum kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, maka akan mengalami gaya hambat (*resistance*) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya gaya hambat yang terjadi harus mampu

diatasi oleh gaya dorong kapal (*thrust*) yang dihasilkan dari kerja alat gerak kapal (*propulsor*). Daya yang disalurkan (PD) ke alat gerak kapal adalah berasal dari Daya Poros (PS), sedangkan Daya Poros sendiri bersumber dari Daya Rem (PB) yang merupakan daya luaran motor penggerak kapal.

B. Macam Daya Pada Sistem Penggerak Kapal

Pada sistem penggerak di kapal terjadi berbagai macam daya – daya yang bekerja. Macam – macam daya pada sistem penggerak kapal tersebut diantaranya adalah: daya efektif (PE), daya dorong (PT), daya yang disalurkan (PD), daya poros (PS).

C. Jenis – jenis alat penggerak kapal

Berdasarkan prinsip kerjanya, alat penggerak pada kapal (*propulsor*) adalah sebagai berikut: *Fixed Pitch Propeller* (FPP), *Controllable Pitch Propeller* (CPP), *Waterjet Propulsion System*, *Contra Rotating Propeller*, *Cycloidal/Noith Scheinder Propeller*, *Paddle Wheel*, *Azimuth Podded Propeller*, *Ducted Propeller*, *Overlapping Propeller*.

Secara garis besar, sistem umum *waterjet* adalah sebagai berikut : inlet, diffuser, pompa, *nozzle*

D. Pemilihan Main Engine

Pada setiap tipe kapal memiliki perbedaan kecepatan yang tergantung dari kegunaan kapal tersebut. Sebagai contoh pada kapal perang diharapkan memiliki kecepatan yang tinggi, berbeda dengan kapal niaga yang relative rendah, yang mengutamakan power yang lebih besar dibandingkan dengan kecepatannya. Berikut ini adalah macam – macam *engine* yang digunakan pada kapal, diantaranya : *medium and high speed diesel engine*, *low, speed diesel engine*, *electric transmission*, turbin gas, turbin uap, *combined plant*.

E. Efisiensi Pada Sistem Propulsi Waterjet

Efisiensi – efisiensi yang terdapat pada sistem propulsi waterjet ialah sebagai berikut : efisiensi *waterjet*, efisiensi pompa, efisiensi sistem transmisi, efisiensi lambung kapal, efisiensi propulsif keseluruhan (OPC).

III. METODOLOGI

A. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Awal tahapan dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada dan perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Masalah pada skripsi ini adalah bagaimana merancang lambung dengan tahanan terkecil dan *displacement* terbesar, bagaimana cara memilih mesin penggerak, dan pemilihan *waterjet* yang tepat agar diperoleh efisiensi yang paling besar.

B. Studi Literatur

Untuk pencarian berbagai referensi dan literatur dilakukan di beberapa tempat, antara lain : perpustakaan Pusat ITS, ruang Baca FTK, laboratorium Komputer dan Sistem Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan guna menunjang dalam pengerjaan skripsi kedepannya. Data-data yang diperlukan untuk penyelesaian skripsi ini yaitu data Kapal Perang *missile boat*, data dari *main engine* dan *waterjet* yang dipilih.

D. Perancangan Lambung

Dari data – data *missile boat* milik Iran yang diperoleh, maka dirancang sehingga dapat menghasilkan nilai tahanan terkecil dengan nilai *displacement* terbesar.

E. Penentuan Main Engine

Setelah ditentukan lambung yang sesuai, maka dapat dihitung nilai daya yang harus dapat dihasilkan ME. Serta menentukan ME yang sesuai untuk kapal tersebut.

F. Perhitungan Efficiency Propulsive Total

Dari melakukan perhitungan *efficiency propulsive total* yang terjadi pada sistem propulsi. Perhitungan *efficiency propulsive total* meliputi Efisiensi sistem jet yang dihitung dari kecepatan aliran jet, kerugian pada nosel, kerugian pada saluran inlet, efisiensi pompa, *relative rotative efficiency*, secara umum harganya mendekati 1, efisiensi badan kapal.

G. Penentuan Spesifikasi Waterjet

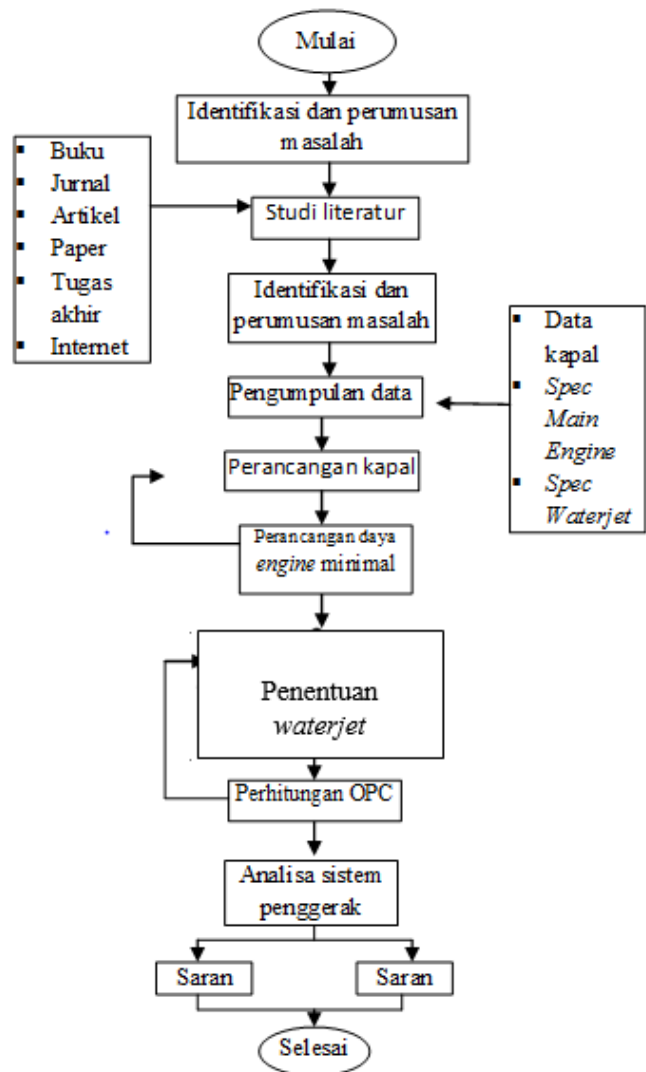
Pada tahap ini dilakukan perhitungan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan *missile boat* pada kecepatan 70 knot, sehingga bisa dipilih *spec* dari *waterjet* yang akan dipakai.

H. Analisa Kemungkinan Kavitas

Setelah ditentukan *spec waterjet* yang dipilih, tahapan selanjutnya adalah melakukan analisa tentang seberapa besar kemungkinan terjadinya kavitas pada sudu – sudu. Serta cara mengatasi kemungkinan kavitas tersebut.

I. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahapan akhir dimana dilakukan penarikan kesimpulan mengenai keseluruhan proses yang telah dilakukan. Selain itu, juga memberikan saran terkait dengan penelitian selanjutnya.



Gambar. 1. Flow chart pengerjaan tugas akhir

J. Alur Penelitian

Metodologi yang dilakukan pada percobaan ini berdasarkan pada *flow chart* yang di tunjukan pada gambar 1.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Tahanan Kapal

Tahapan dari penentuan tahanan kapal yang terjadi adalah sebagai berikut :

- Perancangan model kapal

Pada perancangan selanjutnya hasil dari perancangan awal dimodifikasi sedemikian rupa sehingga memperoleh nilai *displacement* yang tinggi tanpa ada kenaikan nilai tahanan. Sehingga didapat bentuk lambung kapal sebagai berikut :

- Lpp : 20.653 meter
- Lwl : 21.273 meter
- B : 5 meter
- H : 2.5 meter

T : 1.2 meter
 Cb : 0.434
 Vs : 70 knots
 Disp : 51.7 ton
 Rt : 102.95 kN

- Penentuan nilai daya yang dibutuhkan dari *Engine*

Ada beberapa macam cara untuk menentukan nilai tahanan total kapal. Tetapi dalam perancangan ini menggunakan metode Savitsky. Karena metode Savitsky digunakan pada kapal – kapal dengan bentuk lambung V. Pada analisa ini menggunakan software hullspeed, dengan metode *savitsky planning power*, sehingga didapat nilai tahanan total sebesar 102.95 kN.

B. Penentuan Daya Motor Penggerak Utama

Perhitungan daya untuk penentuan kebutuhan engine berdasar pada kecepatan maksimal kapal yaitu 70 knot. Dengan tahanan yang bekerja pada badan kapal sebesar 102.95 kN.

1. Perhitungan daya efektif kapal (EHP)

$$EHP = Rt \times Vs$$

Jadi :

$$EHP = 4971.59HP$$

2. Perhitungan gaya dorong yang dibutuhkan kapal, dapat dirumuskan :

$$T = Rt / (1-t)$$

Jadi :

$$T = 102.95 \text{ kN}$$

$$T = 102.95/2 \text{ kN}$$

$$T = 51.48 \text{ kN}$$

$$= 11572.04 \text{ lbs}$$

3. Perhitungan dimensi jet dan OPC sistem waterjet

$$BHP_1 = (T/z) \times (Vs/OPC)$$

Jadi :

$$BHP_1 = 3707.31 \text{ kW}$$

$$= 4971.59 \text{ HP}$$

Daya total 2 engine, 2 waterjet :

$$BHP_2 = BHP_1 \times 2$$

$$= 9943.17 \text{ HP}$$

4. Perhitungan SHP

$$SHP = BHP_1 \times \eta_T$$

$$\eta_T = 0.98$$

$$SHP = 4872.15 \text{ HP}$$

Untuk penentuan nilai Diameter inlet pompa waterjet menggunakan diameter inlet dari pemilihan waterjet dengan nilai DHP yang didapat. Waterjet yang dipilih pada pilihan wartsilla waterjet dengan input power sebesar 3633.17 kW dan kecepatan output waterjet sebesar 35 knot adalah 910 size, sehingga dapat diketahui :

Di = Diameter inlet wartsilla 910 size

$$Di = 910 \text{ mm}$$

$$= 0.910 \text{ m}$$

Lalu dilakukan perhitungan terhadap rasio luasan nozzle sebagai berikut :

$$A_i = \pi/4 \times D_i^2$$

$$A_n = A_R \times A_i$$

Jadi :

$$A_i = 0.65 \text{ m}^2$$

$$A_n = 0.08 \text{ m}^2$$

Lalu dapat diketahui luasan nozzle sebagai berikut :

$$D_n = \sqrt{A_R \times D_i}$$

Jadi :

$$D_n = 0.32 \text{ m}$$

5. Perhitungan fraksi arus ikut (w)

$$w = (T/(p \cdot Q_j \cdot V)) + 1 - JVR$$

Sehingga dapat dihitung nilai Vi, sebagai berikut:

$$V_i = (1-w) \times V_s$$

$$= 34.21 \text{ m/s}$$

Setelah diketahui nilai Vi, maka nilai kecepatan aliran outlet (Vj) dapat diketahui, sebagai berikut :

$$V_j = 0.5 \times \left(V_i + \sqrt{V_i^2 + \frac{4T}{\rho \cdot A_n}} \right)$$

$$= 47.71 \text{ m/s}$$

$$JVR = V_j/V_s$$

$$= 1.32$$

Kapasitas Aliran yang melewati jet/nozzle (Qj) sebagai berikut :

$$Q_j = A_n \times V_j$$

$$= 3.72 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nilai dari fraksi arus ikut dapat dihitung kembali sebagai berikut :

$$w = (T/(p \cdot Q_j \cdot V)) + 1 - JVR$$

$$= 0.050$$

6. Perhitungan laju aliran massa (m)

$$m = \rho \times Q_j$$

Jadi :

$$m = 3814.38 \text{ kg/s}$$

$$\mu = V_s/V_j$$

$$\mu = 0.75$$

7. Perhitungan efisiensi jet ideal dan efisiensi jet aktual

$$\eta_{ideal} = \frac{2 \times \mu}{1 + \mu}$$

$$= 0.86$$

Dengan persamaan berikut dapat dihitung harga efisiensi jet aktual (η_{aktual}) untuk sistem waterjet sebesar :

$$\eta_{aktual} = \frac{1}{1-w} \times \frac{2 \cdot \mu \cdot (1-\mu)}{(1+\psi) - (1-\zeta) \times \mu^2 + \frac{2 \cdot g \cdot h_j}{V_j^2}}$$

Jadi:

$$\eta_{aktual} = 0.618$$

8. Perhitungan *Overall Propulsive Coefficient* (OPC)

$$OPC = \eta_{j \text{ aktual}} \times \eta_p \times \eta_{rr} \times \eta_T (1-t)$$

Jadi:

$$OPC = 0.58$$

9. Kebutuhan Power Engine pada kecepatan maksimal :

a. Perhitungan DHP

b. Perhitungan SHP

c. Perhitungan BHPscr

d. Perhitungan BHPmcr

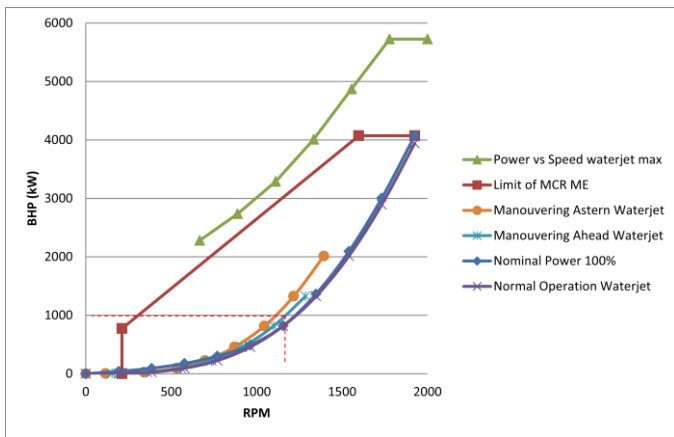
Daya BHPscr diambil 85%

$$BHP_{mcr} = BHP_{scr}/0.85$$

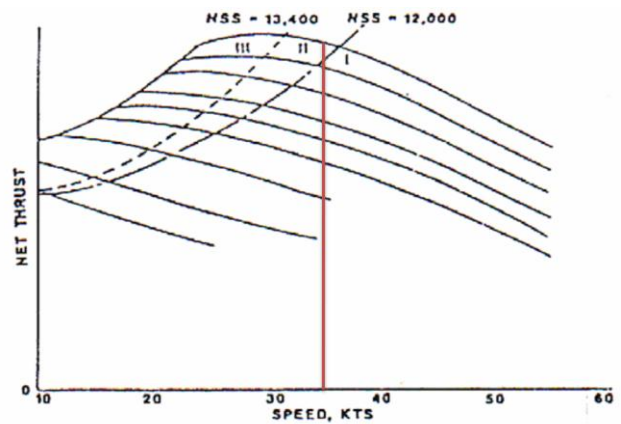
$$= 5287.59 \text{ HP}$$

$$= 3942.96 \text{ KW}$$

Maka dipilih turbin gas VERICOR TF40 dengan Continous power 3700 kW, Boost power 4073 kW. Sedangkan untuk



Gambar. 2. Grafik yang menunjukkan *matching point*



Gambar. 3. Grafik yang menunjukkan nilai *Nss* minimal

pemilihan waterjet berdasarkan besar DHP, yang diplot pada diagram dari catalog Wrtzilla waterjet.

C. Perhitungan Kecepatan Service

a. Penentuan BHPmcr

Untuk penentuan kecepatan service kapal, dengan menggunakan nilai BHP pada *matching point* yaitu sebesar 818.67 kW dan putaran dari *gearbox* sebesar 1155 RPM.

b. Perhitungan BHPscr

$$BHPscr = BHPmcr \times 0.85$$

Jadi :

$$BHPscr = 3400.23 \text{ HP}$$

c. Perhitungan SHP

$$SHP = BHPscr \times \eta_G$$

Jadi :

$$SHP = 3332.22 \text{ HP}$$

d. Perhitungan DHP

$$DHP = SHP \times \eta_{s\eta b}$$

Jadi :

$$DHP = 3265.58 \text{ HP}$$

e. Perhitungan Vs

$$DHP = (T/z) \times (Vs/OPC)$$

Jadi :

$$T \times Vs = 3761.20 \text{ HP}$$

$$EHP = 3761.20 \text{ HP}$$

$$= 2804.72 \text{ kW}$$

Metode Holtrop

$$Vs = 41 \text{ Knot}$$

Metode Savitsky

$$Vs = 60 \text{ Knot}$$

D. Engine Waterjet Matching

Waterjet beroperasi pada kecepatan variabel tergantung pada daya yang diserap. Daya serap vs rpm dari waterjet mengikuti kurva kubik pada operasi normal. Penyerapan tenaga vs rpm lebih tinggi bila kecepatan kapal dikurangi, dengan permintaan torsi maksimum terjadi saat bermanuver *astern*.

E. Persyaratan Kavitasi

Untuk menentukan nilai head loss yang masih dapat diterima, maka perlu adanya nilai NPSH yang telah ditentukan terlebih dahulu.

1. Perhitungan putaran pompa

Besarnya putaran pompa pada sistem waterjet diketahui dari besar putaran dari ME yaitu sebagai berikut :

$$N \text{ dari ME} = 15400 \text{ RPM}$$

$$\text{Rasio Gearbox} = 1 : 8$$

Jadi :

$$N \text{ pompa} = 1925 \text{ RPM}$$

2. Perhitungan head loss mayor

$$Re = \frac{V \times Di}{\nu}$$

Jadi :

$$Re = 26204828.8$$

$$\text{Kekasaran relatif saluran} = e/D = 0.00051$$

didapat nilai *friction factor* sebesar : 0.016

Berdasarkan diagram moody, didapat nilai *friction factor* adalah sekitar 0.016. Sehingga dihitung nilai head loss mayor:

$$h_{L1} = f \times \frac{L \times Vi^2}{Di \times 2g}$$

Jadi :

$$h_{L1} = 4.20 \text{ m}$$

3. Perhitungan head loss minor untuk saluran inlet

Sehingga nilai head loss minor untuk saluran inlet sesuai dengan persamaan berikut:

$$h_{L2.1} = \frac{K_2 \times Vi^2}{2 \times g}$$

Jadi :

$$h_{L2.1} = 2.39 \text{ m}$$

4. Perhitungan head loss minor untuk belokan

Bentuk saluran yang direncanakan mempunyai dua belokan dengan nilai $r/D = 4$ dan nilai $Le/D = 9$. Sehingga besarnya head loss minor untuk belokan sesuai dengan persamaan berikut :

$$h_{L2.2} = f \times \frac{Le}{De} \times \frac{Vi^2}{2 \times g}$$

Jadi :

$$h_{L2.2} = 4.20 \text{ m}$$

5. Head loss minor untuk pengecilan bertahap

Besarnya nilai koefisien kerugian (K_2) untuk pengecilan bertahap pada saluran waterjet, dengan sudut pengecilan

penampang antara 15° - 40° adalah 0.05. Sehingga nilai head loss minor untuk pengecilan penampang adalah :

$$h_{L2.3} = \frac{K_2 \times V_i^2}{2 \times g}$$

Jadi :

$$h_{L2.3} = 2.99 \text{ m}$$

6. Head loss minor untuk nozzle

Besarnya nilai koefisien kerugian (K2) untuk nozzle pada waterjet adalah 0.06. Sehingga besarnya head loss minor untuk nozzle adalah :

$$h_{L2.4} = \frac{K_2 \times V_i^2}{2 \times g}$$

Jadi :

$$h_{L2.4} = 3.58 \text{ m}$$

7. Perhitungan head loss total

$$h_{LT} = h_{L1} + h_{L2}$$

Jadi :

$$h_{LT} = 17.36 \text{ m}$$

8. Perhitungan head pompa

$$H = \frac{V_j^2}{2 \times g} - \frac{V_i^2}{2 \times g} + h_{LT}$$

Jadi :

$$H = 73.76 \text{ m}$$

9. Perhitungan putaran spesifik pompa

$$N_s = N \times \frac{\sqrt{Q_j}}{H^{0.75}}$$

Jadi :

$$N_s = 18575.99$$

Dari nilai putaran spesifik tersebut, maka tipe pompa yang akan digunakan yang sesuai dengan nilai $N_s > 10000$ adalah pompa axial flow.

10. Perhitungan *Net Positive Suction Head* (NPSH)

Perhitungan NPSH adalah sebagai berikut :

$$NPSH = \frac{n_j \text{ aktual} \times V_j^2}{2 \times g} - h_j$$

Jadi :

$$NPSH = 70.78 \text{ m} \\ = 232.21 \text{ ft}$$

11. Perhitungan putaran spesifik hisap

Besarnya putaran spesifik hisap sesuai dengan persamaan berikut :

$$N_{ss} = \frac{N \sqrt{Q_j}}{NPSH^{0.75}}$$

Jadi :

$$N_{ss} = 7859.42$$

Beberapa pabrik pembuat pompa termasuk pompa untuk waterjet mengidentifikasi zona operasi ke dalam diagram operasi pompa seperti ditunjukkan pada gambar di bawah :

F. Penentuan Kesesuaian Antara Displacement pada Gambar Dengan Displacement Perencanaan

Untuk menentukan apakah suatu permodelan lambung sudah mampu mengangkut muatan dan mampu menahan berat kapal itu sendiri, yaitu dengan merencanakan nilai LWT dan DWT kapal tersebut. Sebagaimana perhitungan di bawah ini.

- Perhitungan LWT

Untuk mengetahui nilai LWT yaitu dengan mengetahui nilai dari parameter – parameter berikut :

1. Berat baja kapal (Wst)

$$W_{st} = 7.391 \text{ ton}$$

$$= 2.88 \text{ ton Al}$$

2. Berat outfit dan akomodasi (Woa)

$$W_{oa} = 0,4 \text{ Lpp B}$$

$$= 42.2 \text{ ton}$$

$$= 16.44 \text{ ton Al}$$

3. Berat Instalasi permesinan (Wm)

$$\text{Berat total ME} = 1.204 \text{ ton}$$

$$\text{Berat total waterjet} = 5.45 \text{ ton}$$

$$\text{Berat total AE} = 3.723 \text{ ton}$$

$$\text{Berat total peluncur missile} = 2 \text{ ton}$$

$$\text{Berat total permesinan (Wm)} = 12.38 \text{ ton}$$

4. Berat Cadangan (Wres)

$$W_{res} = 3\% (W_{st} + W_{oa} + W_m)$$

$$= 0.951 \text{ ton}$$

Jadi :

$$W_{st} = 2.88 \text{ ton}$$

$$W_{oa} = 16.44 \text{ ton}$$

$$W_m = 6.927 \text{ ton}$$

$$W_{res} = 0.788 \text{ ton}$$

$$LWT = W_{st} + W_{oa} + W_m + W_{res}$$

$$= 32.65 \text{ ton}$$

- Perhitungan DWT

Perhitungan DWT untuk kapal *missile boat* ini berdasarkan kebutuhan muatan *consumable* yang terdiri dari :

1. Kebutuhan bahan bakar MDO

$$W_{MDO} \text{ total} = 11.61 \text{ ton}$$

2. Kebutuhan minyak pelumas

$$W_{\text{pelumas}} = 2.25 \text{ ton}$$

3. Kebutuhan air tawar (Wfw)

$$W_{fw} \text{ total} = 0.22 \text{ ton}$$

4. Berat muatan *missile*

$$\text{Berat missile} = 0.1 \text{ ton}$$

$$\text{Jumlah missile} = 16$$

$$\text{Berat total} = 1.6 \text{ ton}$$

$$\text{DWT} = \text{Berat bahan bakar} + \text{Berat minyak pelumas} + \text{Berat air tawar} + \text{Berat missile}$$

$$= 15.86 \text{ ton}$$

- Perhitungan Berat Sisa

Berikut adalah selisih berat displacement pada gambar dengan berat displacement perencanaan :

$$\Delta \text{ pada gambar} = 51.7 \text{ ton}$$

$$LWT \text{ perencanaan} = 32.65 \text{ ton}$$

$$DWT \text{ perencanaan} = 15.86 \text{ ton}$$

$$\Delta \text{ perencanaan} = 48.51 \text{ ton}$$

Maka :

$$\text{Selisih Displ.} = 51.7 \text{ ton} - 48.51 \text{ ton}$$

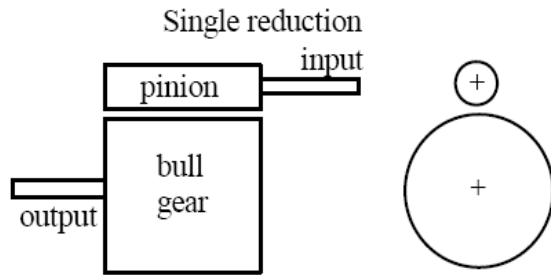
$$= 3.19 \text{ ton}$$

G. Perhitungan Perencanaan Gearbox

Dalam pemilihan gearbox menggunakan rasio 1 : 8, dimana pemilihannya dengan cara memesan di produsen gearbox. Perencanaan awal dalam pemesanan adalah :

Penentuan nilai rasio gearbox pada gearbox 1

Penentuan nilai diameter gearbox menurut *Marine engineering-marine power and propolition fall 2006* adalah sebagai berikut :



Gambar. 4. Keterangan dalam perhitungan gearbox

$$\text{gear ratio} = R = \frac{\text{diameter of gear}}{\text{diameter of pinion}}$$

$$R = \frac{\text{number teeth gear}}{\text{number teeth pinion}} = \frac{\text{rpm pinion}}{\text{rpm gear}} = \frac{N_P}{N_G}$$

Penentuan nilai torsi pada gearbox 1

$$\tau = P \times 5252 / n$$

Maka nilai torsi pada gearbox 1:

$$\begin{aligned} \tau &= P \times 5252 / n \\ &= 9779.65 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Penentuan nilai rasio gearbox pada gearbox 2

Penentuan nilai diameter gearbox menurut *Marine engineering-marine power and propolition fall 2006* adalah sebagai berikut :

$$\text{gear ratio} = R = \frac{\text{diameter of gear}}{\text{diameter of pinion}}$$

$$R = \frac{\text{number teeth gear}}{\text{number teeth pinion}} = \frac{\text{rpm pinion}}{\text{rpm gear}} = \frac{N_P}{N_G}$$

Penentuan nilai torsi pada gearbox 2

$$\tau = P \times 5252 / n$$

Maka nilai torsi pada gearbox 2:

$$\tau = 39118.61 \text{ Nm}$$

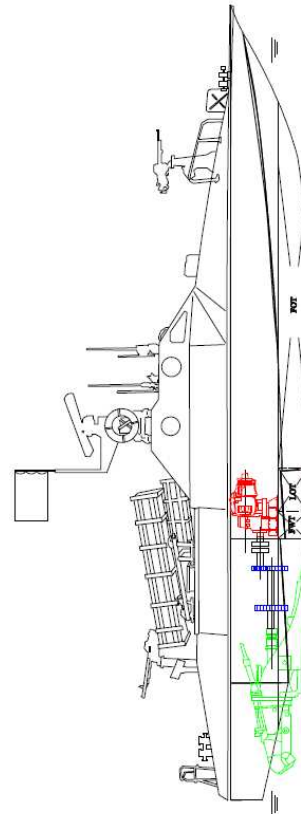
H. Analisa dan Pembahasan

Pada bentuk lambung yang baru didapat nilai tahanan sebesar 102.95 kN dengan nilai *displacement* sebesar 51.7 ton. Penambahan nilai *displacement* tersebut dikarenakan pelebaran lambung di daerah *parallel middle body*, sedangkan untuk mencegah bertambahnya nilai tahanan maka di bagian haluan diperuncing.

Dengan nilai daya yang dibutuhkan *Main Engine* tersebut, pemilihan *Main Engine* yang sesuai adalah turbin gas, karena bobotnya yang ringan, getaran yang ditimbulkan kecil dan ruangan untuk instalasi yang lebih kecil dibanding dengan *diesel engine* dan turbin uap.

Digunakan gearbox yang dapat mereduksi putaran dengan perbandingan 1 : 8. Dalam perencanaanya gearbox diperoleh dengan cara *by request* dengan persaratan mampu menahan torsi sebesar 9779.65 Nm dan 39118.61 Nm.

Penentuan ukuran nozzle pada catalog Wartsilla waterjet tersebut diperoleh dari nilai OPC yaitu sebesar 50%,asumsi untuk mengetahui nilai DHP.



Gambar 5. Gambar hasil perancangan

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Maka ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam perancangan lambung, nilai tahanan yang kecil dapat dicapai dengan bentuk lambung yang runcing di bagian haluan, dan bentuk lambung *planning hull* yang dapat mengurangi tahanan di kecepatan tinggi.
2. Dalam pemilihan waterjet yang perlu diketahui adalah nilai daya pada shaft, yang nantinya akan disalurkan ke poros pompa waterjet.
3. Nilai OPC (*efficiency overall*) dari waterjet yang dipilih yaitu sebesar 58%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji, S.W., 2006. *Pengenalan Sistem Propulsi Kapal*.
- [2] Morley S. Smith, *Speed Boat Developments from the Past Into the Future*
- [3] H. Poehls, *Lectures on Ships Design & Ship Theory*, Rina 1977
- [4] Adji, S.W., 2005. *Engine Propeller Matching*.
- [5] D.G.M. Watson (1998). *Practical Ship Design*, British Library Cataloguing in Publication Data, ISBN: 0-08-044054- I, Netherlands
- [6] Haris Ari, 2010. *Menghitung Efisiensi Propulsif*, Teknik Sistem Perkapalan ITS, <http://www.scribd.com/doc/59317371/29/II-3-10-5-MENGHITUNG-EFISIENSI-PROPULSIF>