

PENGEMBANGAN TYPE PROPELLER B-SERIES PADA KAPAL SELAM MINI 22 M

Luhut Tumpal Parulian Sinaga^{1*}, Sutiyo, Setyo Lekosono²

^{*12}Pusat Teknologi Rekayasa Industri Maritim-BPPT, Surabaya

Jl. Hidrodinamika, BPPT, Sukolilo (Kompleks ITS), 60112

*E-mail : luhuttps@yahoo.com

ABSTRAK

Kapal selam mini 21 meter dengan diameter hull 3 meter dan displacement 113,9 T sangat cocok untuk perairan Indonesia barat yang dangkal karena memiliki beberapa kelebihan. Perhitungan powering terutama tahanan kapal dilakukan dengan menggunakan metode MIT dan metode kapal pembanding untuk mendapatkan koefisien Admiral. Berdasar dari hasil perhitungan kedua metode tersebut dilakukan perancangan propeller dengan menggunakan Propeller B series. Penggunaan propeller B-series lebih disebabkan karena kelengkapan data dan informasi performa propeller seri tersebut bila dibandingkan dengan seri propeller lainnya. Dari analisa kebutuhan thrust dan ketersediaan daya mesin, maka propeller B5-60 ternyata layak dipakai sebagai propulsor kapal selam mini 22 m

Kata kunci: propeller, B-series, kapal selam mini, daya, trust

ABSTRACT

Mini submarine 21 meters with a hull diameter of 3 meters and displacement of 113.9 T is suitable for shallow western Indonesian waters because it has several advantages. The calculation of powering, especially the ship resistance is done by using MIT method and the comparison ship method to obtain Admiral coefficient. Based on the results of the calculation of both methods is done propeller design using Propeller B series. The use of B-series propellers is more due to the completeness of the data and performance information of the series propeller when compared to other propeller series. From thrust requirement analysis and engine power availability, the propeller B5-60 was suitable for use as a mini submersed 22 m submersible.

Keywords: *propeler, B-series, submarine, power, trust.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara kepulauan terbesar di dunia. Indonesia diapit oleh dua benua yaitu benua Asia dan benua Australia. Indonesia Timur dengan laut yang sangat dalam merupakan lempeng Australia. Sedangkan Indonesia Barat menjadi satu lempeng dengan benua Asia yang memiliki laut yang dangkal. Teknologi kapal selam merupakan teknologi yang sangat sensitif dan bersifat eksklusif nasional. Sebagian besar negara produsen kapala selam tidak mau berbagi teknologi yang mereka punyai, walaupun dengan negara sahabat maupun sekutunya sekalipun. Kapal selam maupun kapal permukaan merupakan SSAT atau Sistem Senjata Armada Terpadu yang terdiri dari Kapal Perang, Pangkalan, pesawat Udara dan Marinir sebagai pasukan pendarat. Dengan SSAT yang mumpuni

maka kemampuan Armada akan sangat disegani kawan dan ditakuti lawan. Dengan latar belakang perairan laut Indonesia Barat yang dangkal yang sangat sesuai untuk model peperangan gerilya bawah air apabila suatu waktu perang meletus. Konsep kapal selam mini menjadi pilihan tepat karena kapal selam mini memiliki Kemampuan antara lain :

1. Manuver yang lincah

Dengan Displacement yang kecil maka kapal selam mini sangat lincah dibandingkan dengan kapal selam yang ukurannya lebih besar

2. Mampu menjangkau perairan dangkal

Kapal selam mini mampu beroperasi pada kedalaman 30-60m dimana hal itu sangat sulit dilakukan oleh kapal selam konvensional.

3. Menembakkan torpedo
Kapal selam mini 23 m mampu membawa 2 buah tabung torpedo 533mm
4. Sebagai penggerak komando
Dengan ukurannya yang kecil sangat cocok digunakan sebagai kapal Komando
5. Penyebaran ranjau
Kapal selam mini ini mampu untuk membawa untuk disebar
6. Misi pengintaian
Karena ukurannya yang kecil kapal selam mini cocok untuk misi pengintaian bahkan dibelakang garis pertahanan lawan
7. Patroli wilayah pesisir
Karena displacemennya yang kecil maka kapal selam mini ini sangat cocok digunakan untuk patroli wilayah pesisir dengan kedalaman 30-60meter

Dari sisi teknologi, sejatinya pembangunan kapal selam mini oleh industri strategis dalam negeri sudah bisa dilakukan. Sedangkan dari segi pembuatan serta pemeliharaan juga lebih kecil dari kapal selam diesel elektrik yang lebih besar.

Sebagai salah satu bagian SSAT pengembangan kapal selam terus dilakukan agar Indonesia dapat mandiri dalam pembuatan maupun penguasaan teknologi kapal selam. Salah satu hasil desain kapal selam mini seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Endang W,2012, telah mengkaji untuk noise propeller kapal selam.



Gambar 1. Design Kapal selam mini 22 meter karya Dinas Penelitian dan Pengembangan TNI AL (Sumber indomiliter.com, 11 februari 2016)

Paper ini lebih difokuskan pada desain propeller kapal selam mini 22 meter dengan menggunakan aplikasi seri propeller – B series. Penggunaan serie propeller ini sebagai propulsor kapal selam lebih disebabkan pada kemudahan dan kelengkapan desain yang ditawarkan.

2. METODE PENELITIAN

Obyek penelitian adalah kapal selam mini 22 m dengan data-data teknis sebagai berikut,

Design speed (Jelajah)	: 8.00[knots]
LOA	: 22 meter
Diameter Hull	: 3 [meter]
Displacement	: 150700 [kg]
RPM Engine	: 270.0[1/Min]

	4 Hz
Diameter propeller	: 1.450 [m]
Jumlah daun propeller	: 5 [-]
Kondisi lingkungan :	
Suhu	:30°C
Berat Jenis air laut	: 1025 kg/m ³
Kinematic viscosity	:8.43E-07 m ² /dt

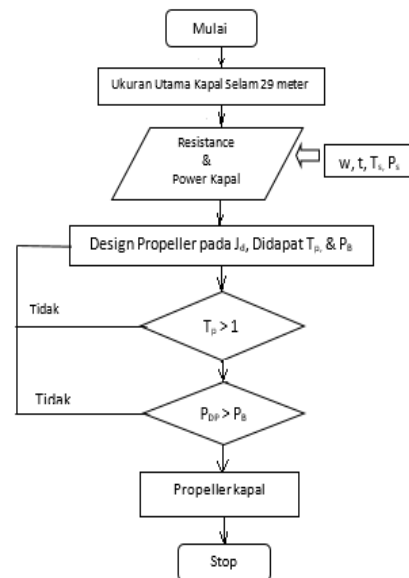
Tahanan kapal selam mini dihitung dengan menggunakan metode yang telah dikembangkan oleh MIT (Bizzard, C.R, 2008). Metode ini telah diaplikasikan pada Design Ballistic Defense Submarine SSMBD.

Perhitungan kebutuhan daya (mesin) kapal selam mini digunakan metode Admiral dengan menggunakan kapal selam pembanding midget 120 buatan Drass Tecnologie Sotomarine, Italia , dengan data-data sebagai berikut:

LOA	28.20m
Displacement	130Ton
Kecepatan maksimal menyelam	9 knot
Motor Pendorong pokok	220KW

Desain propeller kapal selam mini 22 m dilakukan seperti termaktub pada Kuiper, G ,1992.

Secara skematis alur desain propeller dapat dipresentasikan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur desain propeller Kapal Selam 22 m

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Resistance dan Daya Mesin

Dengan menggunakan *Resistance Calculations MIT Method* dapat di jelaskan dengan beberapa persamaan di bawah ini:

$v_{iii} = 8$ knot
 $i = 1 \dots iii$

$$V_i = (i - 1) \cdot knt + V_e \dots \dots \dots (1)$$

$V_e = 1$ knot (kecepatan awal)
Knt (increment) = 1 knot
 $V_{iii} = 8$ knot
Sehingga di dapatkan nilai V_i adalah 4.116 m/dt
Asumsi :
Nf = 2.0 (Fullness factor 2.0-3.5)
Na = 2.5 (Fullness factor aft 2.5-4)

3.2 Correlation Allowance

Correlation Allowance Resistance :

$$RA_i = 5 \cdot \rho \cdot SW \cdot (V_i)^2 \cdot S \cdot CA \dots \dots \dots (2)$$

S : Luasan tercelup (m²)
 C_A : Coeffisien admiralty 0.0007071
Sehingga dari perhitungan didapatkan nilai RA_i adalah 12.243 KN

3.3 Viscous resistance

Form Factor diambil dari Gilmer dan Johnson didapatkan

$$formfac = 1 + 5 \cdot \frac{B}{LOA} + 3 \cdot \left(\frac{B}{LOA}\right)^{7-nf \cdot \frac{B}{LOA}} \dots \dots \dots (3)$$

Didapatkan nilai *Form Factor* = 1.517

Reynold's number :

$$RN_i = LOA \cdot \frac{V_i}{\nu} \dots \dots \dots (4)$$

Didapatkan nilai RN_i : 1.42.E+08

Coefficient of Friction, ITTC :

$$CF_i = \frac{0.075}{(\log RN_i - 2)^2} \dots \dots \dots (5)$$

Didapatkan nilai Cf_i : 1.98.E-03

Viscositas Resistance :

$$RV_i = 0.5 \cdot \rho \cdot SW \cdot (V_i)^2 \cdot S \cdot CF_i \cdot formfac \dots \dots \dots (6)$$

Didapatkan nilai Rv_i : 5.21kN

$$RT_i = RV_i + RA_i \dots \dots \dots (7)$$

Dari perhitungan perhitungan diatas didapatkan nilai total tahanan adalah

$$RT_i = 12.243 + 5.21 = 17.450 \text{ kN}$$

3.4 Perhitungan Daya Dorong Efektif

Untuk menghitung Thrust yang dibutuhkan kapal selam untuk bergerak 8 knot, dilakukan perhitungan –perhitungan sebagai berikut,

Coeffisient Waterplane ship

$$C_{WS} = \frac{S}{\pi \cdot LOA \cdot D} \dots \dots \dots (8)$$

Didapatkan nilai C_{WS} : 0.730105

Nilai *Wake friction*

$$w = 1 - 0.371 - 1.7151 \cdot \frac{\frac{v_p}{D}}{\sqrt{C_{WS} \cdot \frac{LOA}{D}}} \dots \dots \dots (9)$$

Didapatkan nilai w : 0.317

Nilai thrust deduction factor

$$t = 1 - 0.632 - 1.3766 \cdot \frac{\frac{v_p}{D}}{\sqrt{C_{WS} \cdot \frac{LOA}{D}}} \dots \dots \dots (10)$$

Nilai thrust deduction factor didapatkan 0.272

$$V_a = V \cdot (1 - w) \dots \dots \dots (11)$$

Nilai V_a didapatkan 2.811 m/s

Dengan nilai yang didapatkan pada persamaan (10) maka, dapat dihitung nilai Thrust kapal

$$T = \frac{RT}{(1 - t)} \dots \dots \dots (12)$$

Sehingga didapatkan nilai total thrust yang dibutuhkan kapal selam sebesar 23.986 KN

3.5 Perhitungan Daya Effektiv (EHP) kapal selam

Power Bare hull

$$P_{EBHi} = RT_i \cdot V_i \dots \dots \dots (13)$$

Didapatkan nilai P_{EBHi} : 71.817 KW

Nilai appendage Resistance

$$P_{EAppi} = 0.3 \cdot P_{EBHi} \dots \dots \dots (14)$$

Sehingga didapatkan nilai $P_{EAPPI} = 21.545 \text{ KW}$

Nilai Effective Horse Power

$EHP_i = P_{EBHi} + P_{EAPPi} \dots \dots \dots (15)$
Dengan demikian Daya Efektif (EHP) kapal selam 22 m sebesar 93.362 KW

3.6 Perhitungan Daya Mesin (BHP)

Dengan menghitung besarnya koefisien Admiral kapal pemanding, besarnya Daya Mesin kapal selam 22 m dapat ditentukan.

Koefisien Admiral kapal pemanding ,

$$Ac = \frac{\Delta^{2/3} \cdot V^3}{Ne} \dots \dots \dots (16)$$

Didapatkan nilai AC kapal pemanding 1.158
Dengan memakai hukum kesamaan, bahwa Koefisien Admiral kapal yang akan dihitung sama dengan kapal pemanding, maka didapatkan nilai BHP kapal adalah 170.5 kW.

3.7 Desain Propeller

Berdasar pada perhitungan-perhitungan di atas yang meliputi tahanan kapal selam, thrust yang dibutuhkan, serta besarnya mesin yang disediakan maka desain propeller kapal selam 23 dilakukan dengan menggunakan propeller B-series. Pemilihan propeller didasarkan pada grafik open water test diagram yang telah ada, dimana untuk pemilihan propellernya menggunakan type propeller B-series 5 (lima) daun dengan beberapa variasi blade area ratio (BAR) seperti yang dipresentasikan pada tabel 1.

Dengan menggunakan pendekatan nilai *advance coefficient ratio* (J) pada persamaan (17), maka propeller kapal selam 22 m bekerja pada nilai J sebesar 0.431. Nilai ini merupakan J desain propeller kapal selam 22 m dan digunakan sebagai patokan dalam penentuan harga P/D, Kt, dan Kq pada tiap-tiap tabel open water yang digunakan.

$$J = \frac{V_a}{n * D} \dots \dots \dots (17)$$

$$T = K_t * \rho * n^2 * D^4 \dots \dots \dots (18)$$

$$Q = K_q * \rho * n^2 * D^5 \dots \dots \dots (19)$$

$$P_{Dp} = 2 * \pi * Q * n \dots \dots \dots (20)$$

Sehingga dengan dasar J_d tersebut dan formula 18, 19, 20 serta dengan menggunakan diagram open

water propeller B-series, maka didapatkan beberapa harga seperti yang terlihat pada Tabel1.

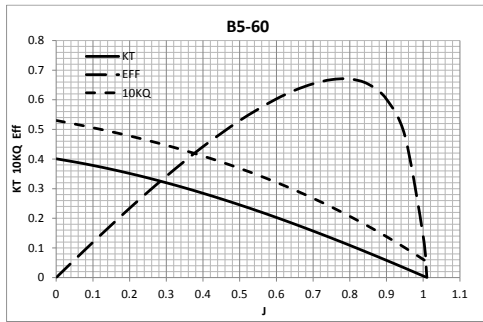
Tabel.1 Performa Propeller B5

Type prop	P/D	KT	KQ	T (N)	Q (Nm)	DHP (KW)
B5-45	0.9	0.265	0.037	24314.58	4922.56	139.11
B5-60	0.9	0.27	0.038	24773.35	5055.60	142.87
B5-75	0.9	0.28	0.039	25690.88	5188.64	146.63
B5-90	0.9	0.27	0.039	24773.35	5188.64	146.63
B5-105	0.9	0.028	0.04	2569.09	5321.68	150.39

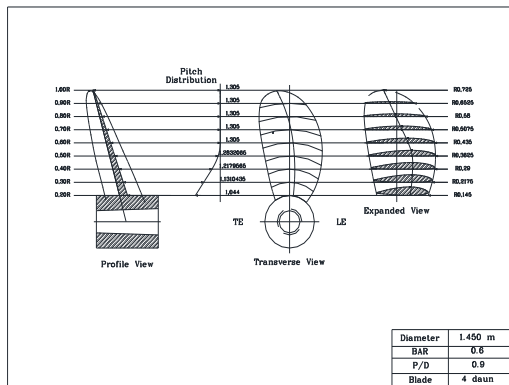
Dari Tabel 1 tersebut akan dipilih propeller mana yang memenuhi kriteria kebutuhan thrust dan kebutuhan mesin kapal selam 22 m.

Pada perhitungan thrust kapal (T_s) sesuai persamaan (12) didapatkan harga 23.98 KN, maka pada saat pemilihan propeller, thrust yang dihasilkan propeller (T_p) harus lebih besar bila dibandingkan thrust yang dibutuhkan kapal selam (T_s), jadi $T_p > T_s$. Pada pemilihan propeller B5-60 didapatkan harga thrust sebesar 24.77 KN sehingga dapat dikatakan bahwa besaran thrust propeller lebih besar 3.28 % daripada thrust yang di butuhkan kapal pada kecepatan 8 knot. Sedangkan dengan menggunakan mesin pemanding dengan kapal selam yang hampir sama di dapatkan nilai koefisien admiral (C_A) pada persamaan (16) sebesar 1.158. maka pendekatan BHP mesin (P_B) yang akan di pasang pada kapal selam 22 m adalah 170 KW. Sedangkan persyaratan kapal selam 23 m untuk mendorong pada kecepatan 8 knot di bawah air adalah $P_s > P_{Dp}$. Dari tabel.1 dengan menggunakan propeller B5-60 di dapatkan harga P_{Dp} sebesar 142.87 KN. Dengan kata lain mesin yang terpasang pada kapal selam 23m lebih besar 16.21 % terhadap kebutuhan Power delivery (PD) propeller B5-60 yang beroperasi pada kecepatan 8 knot di bawah air.

Dengan demikian dari perhitungan-perhitungan di atas dapat di pilih type propeller B5-60 sebagai propulsor kapal selam karena memenuhi kriteria-kriteria yang dibutuhkan kapal selam 22 m. Adapun grafik open water serta profile propeller B5-60 berturut-turut di tampilkan seperti Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Diagram open water B-series B5-60



Gmbar 4. Propeller B5-60

4. KESIMPULAN

Dari Uraian dia atas dapat disimpulkan bahwa kapal selam 22 mdapat menggunakan propeller B5-60 dengan motor pokok sebesar 170.51 kW. Karena tipe propeller ini dinilai sesuai dengan kebutuhan kapal selam 23m. Namun pada penulisan ini hanya terfokus pada pemilihan propeller nya saja, tanpa memperhatikan kavitasi dan optimasi efisiensi yang terjadi pada putaran kerja propeller saat beroperasi pada kecepatan 8 knot di bawah air. Selanjutnya untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar pengembangan untuk pemilihan propeller yang mempunyai efisiensi yang tinggi dan kavitasi yang rendah.

Referensi

1. R Martin, 2015, "Submarine Hydrodynamic", Springer Briefs in Applied Sciences and Technology.
2. Kuiper G, (1992), "The Wageningen Propeller Series, MARIN Publication 92-001.
3. Bizzard, C.R, 2008, "Design Balistic Missile Defense Submarine SSMBD", Aerospace & Ocean Engineering Virginia Tech,
4. - , "Midget DG120" , Drass Tecnologie Sottomarine, Livomo, Itali.
5. Endang Widjiati, (2011), Rancang bangun dan uji akustik propeller kapal selam mini, proseding Insinas 2012.