

Analisis Karakteristik Dan *Engine Propeller Matching* Pada *Propeller* Gawn Dengan Variasi Sudut *Skew* Pada Kapal Kombatan 142 Meter

Bagus Prabowo^{1*}, Dr. Agung Purwana, S.T., M.T.², Abdul Gafur, S.T., M.T.³

Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal,
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*,2,3}

Email: bagusprabowo@student.ppns.ac.id¹; agung_purwana@ppns.ac.id²; abdulgafur@ppns.ac.id³

Abstract - This research discusses the DTMB 5415 which is recommended by the ITTC as a research vessel related to ship resistance and propulsion. The propeller is a key component in the design of the vessel, with the Gawn series chosen for its suitability for high-speed combatant vessels. Modification of the skew angle on the propeller can affect the fluid pressure and load. Analysis of propellers on fast ships shows superior efficiency. This study aims to analyze the difference in performance of the Gawn propeller on Kombatan ships after modifying the skew angle using ANSYS software and the Computational Fluid Dynamics (CFD) method. And Engine Propeller Matching (EPM) is the focus to find the optimal operating point between engine speed and propeller load. The most optimum propeller is the gawn skew 45 propeller because it has the highest thrust coefficient value of 0.2603 at J 0.6 compared to other variations and the highest efficiency of 0.6894 in calculations from simulation results. And the EPM calculation produces an intersection of the thrust coefficient value of 0.09 and the highest efficiency of 0.655 compared to other variations. Then calculated the operational matching point of the 45 gawn skew propeller, the power absorbed into the propeller is 87.92% of the maximum power of the main engine.

Keyword: Skew angle, Peformance Gawn, DTMB 5415, Computational Fluid Dynamic (CFD), Engine Propeller Matching (EPM).

Nomenclature

K_T	: Koefisien dorong
K_Q	: Koefisien torsi
J	: Koefisien <i>advanced</i>
V_a	: Kecepatan <i>advanced</i> (m/s)
D	: Diameter <i>propeller</i> (m)
n	: Putaran (rpm)
T	: Gaya dorong / Thrust (N)
Q	: Torsi / Torque (Nm)
η_o	: Efisiensi <i>open water</i>
ρ	: Massa jenis air laut (kg/m ³)
π	: Pi
g	: gravitasi bumi (m/s ²)

1. PENDAHULUAN

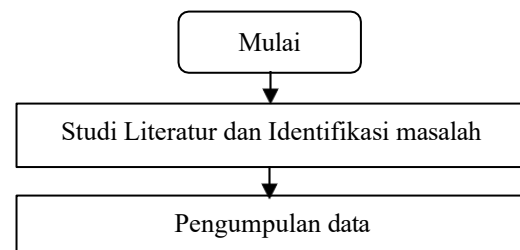
Salah satu model kapal kombatan yaitu kapal DTMB 5415. Dirancang pada tahun 1980an, Kapal DTMB (david Taylor Model Basin) 5415 dirancang sebagai desain awal kapal kombatan angkatan laut US ca. [1]. *Propeller* merupakan salah satu komponen mesin yang memegang perananan penting dalam konstruksi transportasi air (kapal laut) [2]. Salah satu tahapan dalam evaluasi desain kapal adalah EPM (*Engine Propeller Matching*). melakukan analisa *Engine Propeller Matching* agar mendapatkan performa propulsi yang optimal *Engine-propeller matching*, atau kesesuaian antara mesin dan *propeller*, memainkan peran yang

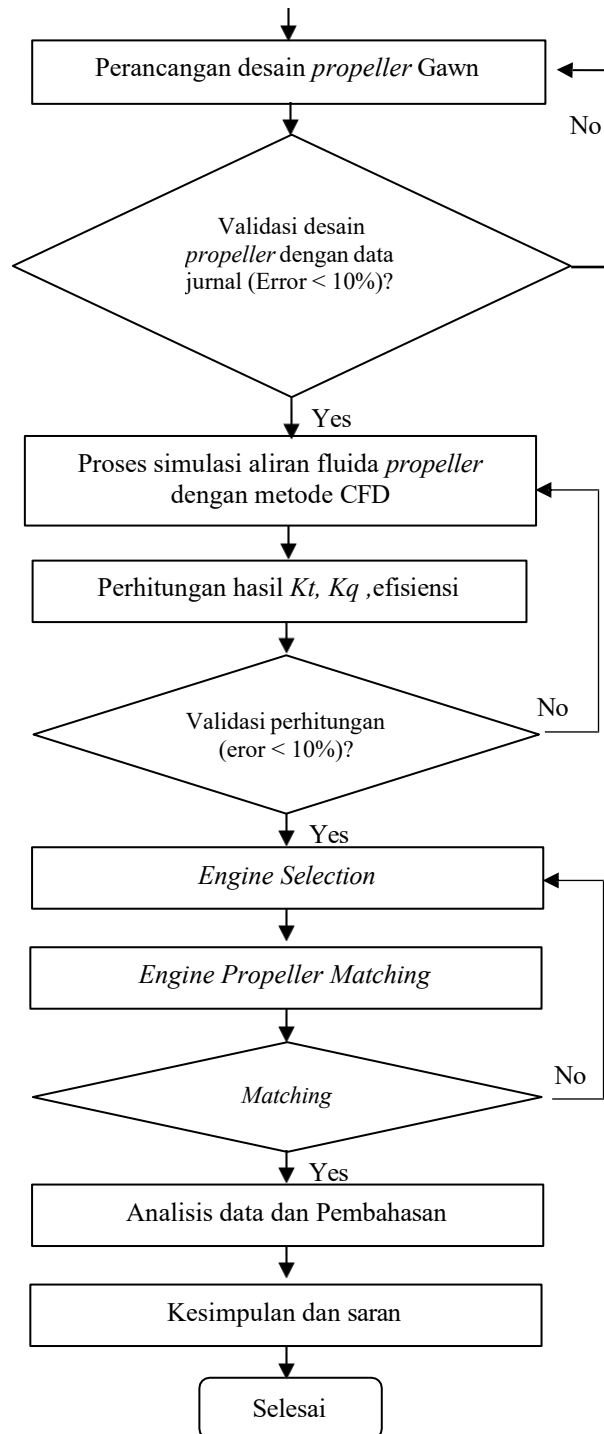
sangat signifikan dalam desain kapal modern, seiring dengan perkembangan teknologi propulsi laut. [3].

Pada penelitian ini, Tujuan penelitian ini untuk menganalisis perbedaan kinerja yang dihasilkan *propeller* Gawn series dengan menggunakan variasi sudut *skew* serta *engine propeller matching* pada kapal DTMB melalui simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamic*). Analisis ini menggunakan variasi sudut *skew* (sudut *skew* 25,35,45) dan tipe *propeller* Gawn 5 blade. simulasi ini dilaksanakan menggunakan *software* dan diperlukan untuk mengetahui korelasi hubungan sudut *skew* dengan *thrust*, *torque* dan *efficiency*. Dalam penelitian ini batasan masalah yang digunakan yakni diameter *propeller* yang digunakan 6,15 meter. Analisa dilakukan pada keadaan open water dan difokuskan pada *propeller*

2. METODOLOGI

2.1 Diagram Alir Penelitian





Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Pengumpulan Data

Data yang dipergunakan oleh bersumber dari Jurnal dan Penelitian Experiment. Untuk Data kapal dari [4], dan propeller [5]. Berikut ini adalah data utama *propeller* yang digunakan .

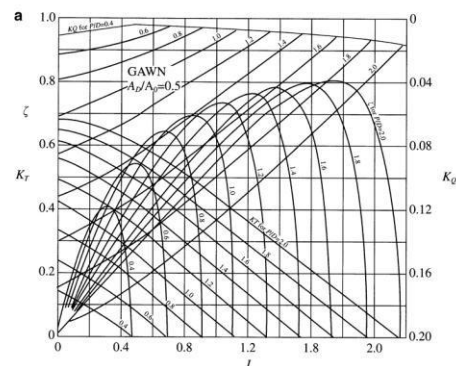
Tabel 1. Data Utama *Propeller*

Tipe <i>propeller</i>	Gawn
Rotasi	Kanan
Diameter	6,15 m
Rpm	163
P/D	1
Blade area ratio	0,833

Tabel 2. Data Utama Kapal DTMB 5415

Principal Dimension	Full scale	Model Scale
LPP	142 m	5,719 m
LWL	142,218 m	5,726 m
B	19,06 m	0,768 m
T	6,15 m	0,248 m
Fr	0,248	0,248
Cb	0,507	0,507
Cm	0,821	-
Cp	0,61754	-
Lcb	-0,683	-
Vs	15,43 m/s	-
Displacement	8424,4 m ³	0,554 m ³

Secara umum, karakteristik dari sebuah *propeller* kapal pada saat kondisi *open water test* (hal menjadi fokus penelitian penulis). Pada kondisi *open water test* direpresentasikan pada diagram $K_T - K_Q - J$. Grafik $K_T - K_Q - J$ ditampilkan pada Gambar 2 berikut [4],



Gambar 2. Grafik $K_T - 10K_Q - \eta$

Perhitungan empiris dari nilai K_t dan K_q dilakukan untuk melakukan validasi nilai persentase *error* K_t dan K_q dari hasil simulasi CFD. Dilakukan validasi untuk membandingkan nilai K_t dan K_q hasil simulasi numerik dan perhitungan manual. *Error* nilai K_t dan K_q tidak lebih dari 10 % untuk menghasilkan keakuratan maksimal. Berikut merupakan model persamaan pada karakteristik kinerja *propeller* adalah sebagai berikut [5],

1. J

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

2. *Thrust*

$$T = K_T \times \rho \times n^2 \times D^4$$

3. *Torque*

$$Q = K_Q \times \rho \times n^2 \times D^5$$

4. Efisiensi

$$\eta = \frac{K_T J}{K_Q 2\pi}$$

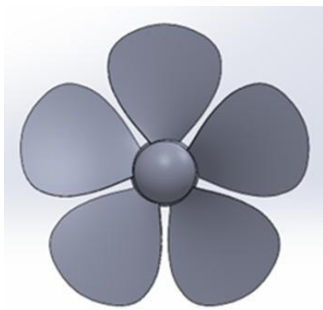
5. Error *thrust* dan *torque*

$$\frac{T_{\text{simulasi}} - T_{\text{perhitungan}}}{T_{\text{perhitungan}}} \times 100\%$$

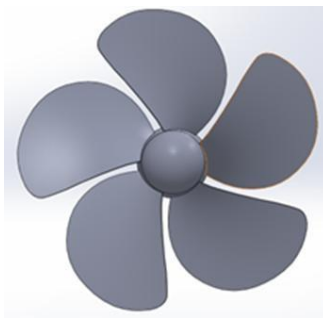
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemodelan *Propeller*

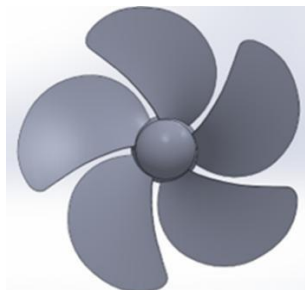
Model *propeller* yang diuji pada simulasi *ansys* melalui proses pemodelan pada 2 perangkat lunak, yakni *software* *propcad* dan *SolidWork*. Dibawah ini merupakan desain 3D model *propeller* gawn yang telah dirancang.



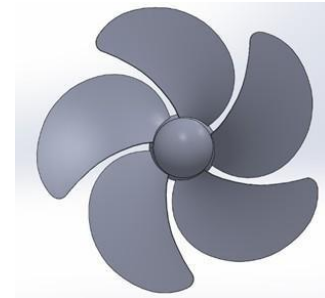
Gambar 3. Desain *propeller* skew 0 pada *SolidWork*



Gambar 4. Desain *propeller* skew 25 pada *SolidWork*



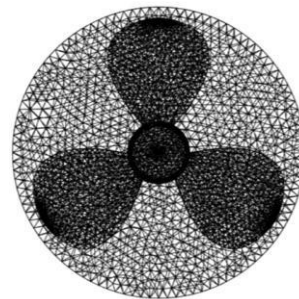
Gambar 5. Desain *propeller* skew 35 pada *SolidWork*



Gambar 6. Desain *propeller* skew 45 pada *SolidWork*

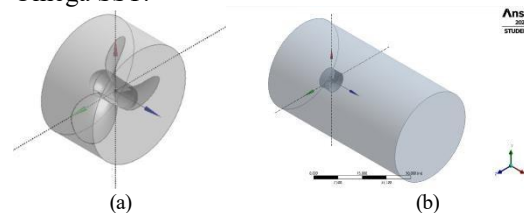
3.2 *Geometry* dan *Set Up*

Setelah proses pembuatan 3D model *propeller* akan dilakukan simulasi, sebelum melaksanakan simulasi akan dibuat domain rotary dan domain stasioner untuk merepresentasikan putaran *propeller* dan air laut. Domain rotary memiliki diameter $D + 0,2$ m dan domain statis berdiameter $5D$ dan Panjang $7D$. “ D ” merepresentasikan Diameter *Propeller*. Dimana domain rotary diputar sesuai putaran *propeller*. Menggunakan permodelan putaran *propeller* menggunakan MRF (Multiple Reference Frame). Domain stasioner diberi aliran dengan kecepatan velocity advance (V_a). Domain ini dipengaruhi oleh putaran dari *propeller*. Kemudian dilakukan meshing dengan ukuran mesh 0,5 yang menghasilkan jumlah element 1 juta.



Gambar 7. Tampak hasil meshing pada *propeller* validasi

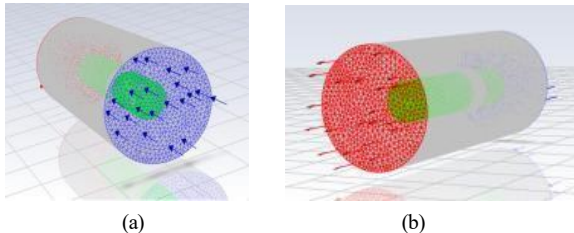
Setelah melakukan berbagai tahap untuk persiapan simulasi (pembuatan *geometry* dan *meshing*), dilaksanakan proses *set up* dengan data yang telah dipersiapkan. Meliputi pemilihan material fluida, putaran *propeller*, kecepatan aliran, urbulence model RANS K-Omega SST.



Gambar 8. (a) bentuk domain rotary (b) tampak domain stasioner

Setelah set up data *seting domain* stasioner selesai dilanjutkan dengan mengatur setting sub domain yang

berupa *inlet*, *outlet*, *wall* serta *interface propeller*. Untuk *sub domain inlet boundary details* normal *speednya* diatur dengan *inputan Velocity advance* kapal (V_a). Kemudian dilanjutkan dengan mengatur *setting sub domain outlet*. Kedua sub domain tadi ditampilkan seperti gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9. (a) Sub domain Inlet (b) Sub domain outlet

3.3 Validasi pada Propeller

Setelah simulasi propeller untuk validasi selesai, keluar hasil nilai thrust dan torsi, kedua nilai tersebut kemudian di hitung nilai K_t dan K_q nya dengan menggunakan persamaan persamaan yang tercantung pada bab 2. Kemudian dibandingkan dengan nilai K_t K_q jurnal, dengan selisih antara hasil simulasi dengan nilai jurnal kurang dari 10%. Pada table 3 diperlihatkan hasil perbandingan kedua nilai tersebut kemudian dihitung erornya.

Tabel 3. Hasil Kalkulasi nilai error K_t dan K_q

J	KT		Error	J	KQ		eror
	Jurnal	Simulasi			jurnal	simulasi	
0,6	0,227	0,2138	5,81%	0,6	0,0354	0,0350	1,18%
0,8	0,136	0,1263	7,16%	0,8	0,0242	0,0231	4,42%
1	0,051	0,0466	8,71%	1	0,0130	0,0121	7,28%
MAPE			7,23%	MAPE			4,3%

Dari hasil perbandingan nilai jurnal dengan Nilai simulasi menunjukkan nilai error untuk K_t simulasi dengan K_t jurnal disetiap titik J dibawah 10% dan nilai error untuk K_q simulasi dengan K_q jurnal disetiap titik J juga dibawah 10%. Maka dari itu hasil simulasi bisa dikatakan valid. Validasi lainnya dilaksanakan dengan cara membuat grid independent dengan memvariasikan jumlah element pada saat meshing. Setelah didapat hasil simulasi setiap variasi jumlah element mesh, maka selanjutnya adalah membandingkan nilai error untuk setiap variasi jumlah elemen mesh. Berikut merupakan hasil perbandingan nilai error untuk setiap jumlah elemen mesh.

Tabel 4. Perbandingan jumlah elemen mesh dengan grid independent

Total Elemen	Simulasi		Perhitungan		Selisih Nilai (%)	
	T	Q	T	Q	T	Q
250.000	1831289	2015511	1961900	2146982	6,66%	6,12%
500.000	1828239	2017623			6,81%	6,03%
1.000.000	1821542	2052137			7,15%	4,42%

Pada table 4 diatas menampilkan hasil grid independent pada scale residual 1e03. Berdasarkan hasil nilai error

tersebut semua total elemen memenuhi standar sebesar kurang dari 10% dipilih total elemen 1 juta dikarenakan semakin banyak mesh maka semakin akurat. Pemilihan mesh 1 juta dikarenakan selisih rata rata thrust torsi lebih kecil dari pada yang lain. Dengan nilai error Thrust 7,15% dan Torque 4,42% serta keterbatasan software ansys versi student yang hanya bisa mensimulasikan maksimal 1024000 total elemen.

3.4 Hasil Simulasi Semua Variasi

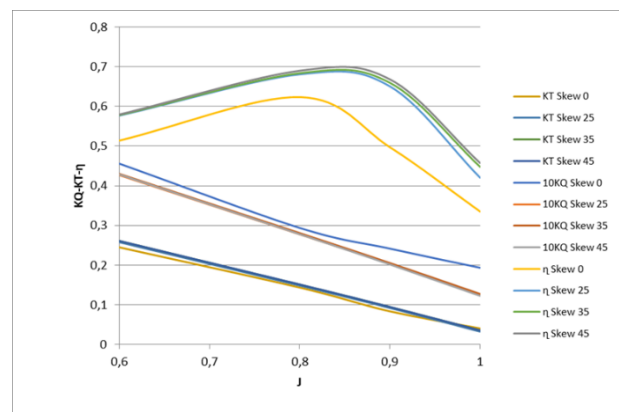
Setelah validasi dinyatakan valid, setting dan parameter yang digunakan disimulasi awal dapat digunakan untuk mensimulasikan setiap variasi sudut skew. Berdasarkan Hasil Simulasi setiap sudut skew dihitung nilai K_t K_q menggunakan persamaan dari bagian 2. Sehingga didapatkan nilai K_t setiap variasi dengan beberapa titik J. setelah itu dihitung juga nilai efisiensinya. berikut merupakan table Hasil Perhitungan K_t , K_q , dan η untuk masing masing variasi:

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai K_t tiap variasi blade

J	KT			
	Skew 0	Skew 25	Skew 35	Skew 45
0,6	0,2453	0,2577	0,2602	0,2602
0,8	0,1439	0,1487	0,1507	0,1506
0,9	0,0767	0,0925	0,0945	0,0941
1	0,0408	0,0329	0,0357	0,0352

Tabel 6. Hasil perhitungan nilai $10K_q$ tiap variasi blade

J	KQ			
	Skew 0	Skew 25	Skew 35	Skew 45
0,6	0,0455	0,0426	0,0430	0,0428
0,8	0,0293	0,0277	0,0280	0,0278
0,9	0,0242	0,0203	0,0205	0,0201
1	0,0193	0,0124	0,0127	0,0122



Gambar 10. Grafik $K_T - K_Q - \eta$ pada variasi skew

Pada Grafik pada gambar 10 diatas diperlihatkan nilai $K_T - 10K_Q - \eta$ pada model *propeller Gawn 5 blade* dari

hasil simulasi dimana semakin tinggi sudut skew, nilai Kt dan efisiensi semakin bertambah, sedangkan nilai Kq cenderung konstan.

3.5 Tahanan Kapal

Sebelum memperhitungkan Spesifikasi mesin perlu perhitungan Tahanan dari kapal model scale ke kapal full scale didapat dari buku (f molland) untuk mengubah Tahanan Kapal model ke kapal full scale. CT kapal hasil konversi digunakan untuk menghitung RT kapal dengan memvariasikan Vs untuk mendapatkan RT setiap kecepatan. kemudian di bandingkan dengan hasil tahanan menggunakan Maxsuft

Tabel 7. Hasil Tahanan Total Kapal

Vs	m/s	RT (kN)	RT Maxsuft
0,75	0,3858	0,9813	0,7
3	1,5433	15,7008	9,5
6	3,0866	62,803	35
9	4,6299	141,307	75,7
12	6,1733	251,213	133,6
15	7,7166	392,520	217,3
18	9,2599	565,230	338,1
21	10,8033	769,341	518,1
24	12,3466	1004,853	695,5
27	13,8899	1271,768	969,5
30	15,4333	1570,083	1494,6

3.6 Perhitungan Daya Mesin

Karena rute pelayaran kapal ini adalah termasuk dalam jalur pelayaran asia timur (15-20%). Di ambil 15%. Sehingga RT pada 27 knot (1271 kN) ditambah 15% untuk didapatkan RT Dinas (1462 kN).

$$1. \quad P_c = \eta_H \eta_O \eta_R \\ = 0,98 \times 0,60 \times 1,02 \\ = 0,6$$

$$2. \quad \text{Effective Horse Power (EHP)} \\ EHP = RT \text{ dinas} \times V_s \\ = 1462,53 \times 13,89 \\ = 20314,56 \text{ kW}$$

$$3. \quad \text{Delivery Horse Power (DHP)} \\ DHP = \frac{EHP}{P_c} \\ = 20314,56 / 0,6 \\ = 29698,57 \text{ kW}$$

$$4. \quad \text{Thrust Horse Power (THP)} \\ THP = \frac{EHP}{\eta_h} \\ = 20314,56 / 0,9796 \\ = 20737,03 \text{ kW}$$

$$5. \quad \text{Shaft Horse Power (SHP)} \\ SHP = \frac{DHP}{\eta_{snb}} \\ = 29698,57 / 0,98 \\ = 30304,67 \text{ kW}$$

$$6. \quad \text{Brake horse power (BHP)} \\ BHP_{SCR} = \frac{SHP}{\eta_G}$$

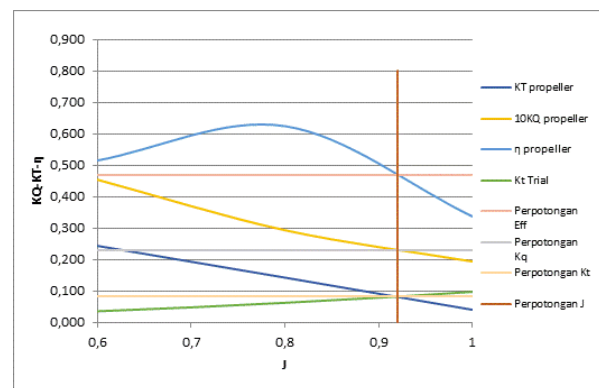
$$= 30304,67 / 0,98 \\ = 30923,13 \text{ kW} \\ BHP_{MCR} \text{ 27 knot} = \frac{BHP_{SCR}}{0,85} \\ = 30923,13 / 0,85 \\ = 36380, \text{ kW} \\ BHP_{MCR} \text{ 18 knot} = \frac{BHP_{SCR}}{0,85} \\ = 12544,4 / 0,85 \\ = 14758 \text{ kW}$$

Dari hasil perhitungan diatas, kebutuhan daya kapal digunakan untuk mencari spesifikas mesin. mesin yang direncanakan pada kapal ini ada 4 buah dengan 2 gearbox. Engine besar yang dipilih adalah MAN V49/60 D dengan spesifikasi berkapasitas daya 18200 KW 14 silinder, 600 RPM. Engine kecil yang dipilih MAN L49/60 DF dengan spesifikasi berkapasitas daya 7800 KW 6 silinder, 600 RPM. Pada kombatan terdapat 2 Propeller, yang mana tiap propeller diberikan 1 MAN L49/60 DF dan MAN V49/60 D yang disatukan dengan gearbox reinjess DLG 110131. Pemilihan 4 mesin dikarenakan kapal dibagi menjadi 2 macam kecepatan, pada saat 18 knot hanya memerlukan 2 mesin kecil berkapasitas 15600 KW, pada kecepatan 27 knot memerlukan 2 mesin besar berkapasitas 36400 KW.

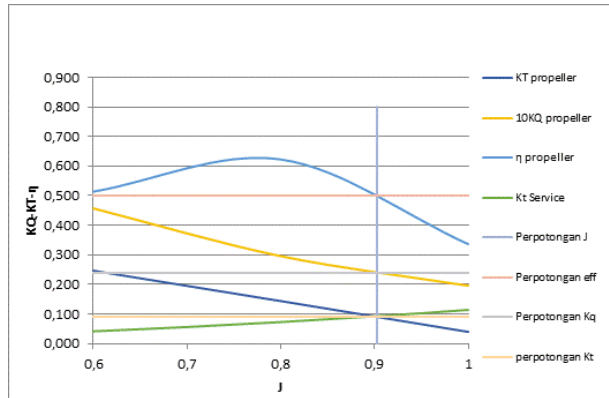
3.7 Analisa Engine Propeller Matching

3.7.1 EPM propeller Gawn 5 blade skew 0

Dari hasil pembacaan grafik *open water*, dapat diperoleh nilai hubungan KT-J yang mencerminkan hubungan antara koefisien *thrust propeller* dengan kecepatan *advance* di belakang kapal. Grafik *open water* seperti gambar 8, dan hasil perpotongan merupakan titik operasi propeller gawn 5 blade skew 0 seperti berikut:



Gambar 11. Grafik Kt trial propeller 3 blade



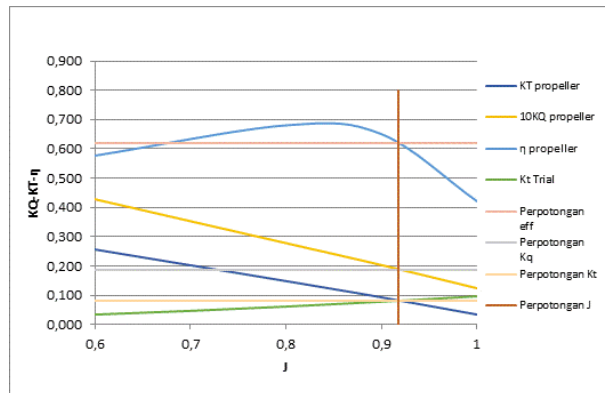
Gambar 12. Grafik K_T service propeller 3 blade

Dari gambar diatas merupakan hasil perpotongan dari Kt propeller dengan Kt kapal. Kemudian didapatkan Data J, Kt, Kq, dan η . Perpotongan tersebut akan menjadi data untuk *behind the ship* sebagai berikut.

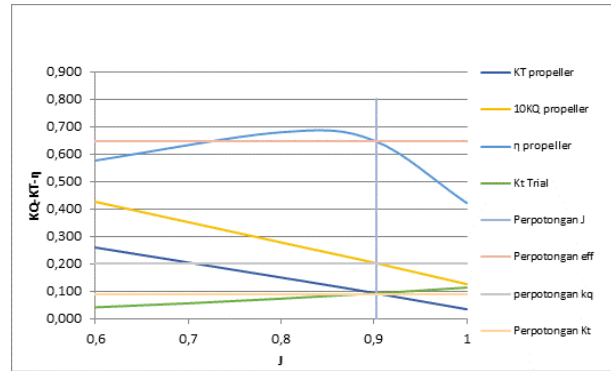
Tabel 8. Hasil perpotongan garis pada propeller skew 0

Kondisi	J	KT	10KQ	η
Trial	0,92	0,083	0,231	0,469
Service	0,903	0,091	0,238	0,500

3.7.2 EPM propeller gawn 5 blade skew 25
 hasil perpotongan merupakan titik operasi propeller gawn 5 blade skew 25 seperti berikut:



Gambar 13. Grafik K_T trial propeller 3 blade



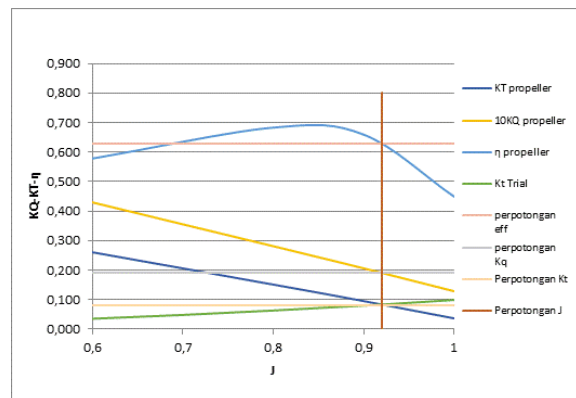
Gambar 14. Grafik K_T service propeller 3 blade

Dari gambar diatas merupakan hasil perpotongan dari Kt propeller dengan Kt kapal. Kemudian didapatkan Data J, Kt, Kq, dan η . Perpotongan tersebut akan menjadi data untuk *behind the ship* sebagai berikut.

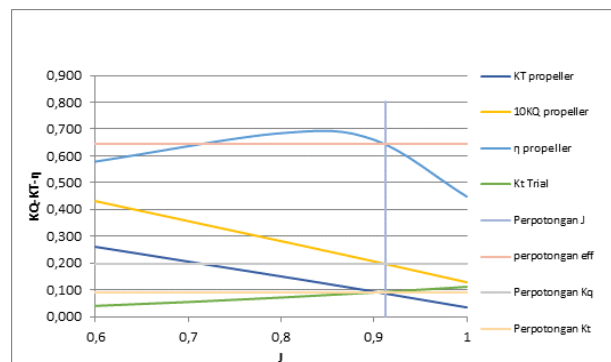
Tabel 9. Hasil perpotongan garis pada 4 blade

Kondisi	J	KT	10KQ	η
Trial	0,918	0,082	0,186	0,620
Service	0,903	0,089	0,200	0,645

3.7.5 EPM propeller gawn 5 blade skew 35
 hasil perpotongan merupakan titik operasi propeller gawn 5 blade skew 35 seperti berikut:



Gambar 15. Grafik K_T trial propeller 5 blade



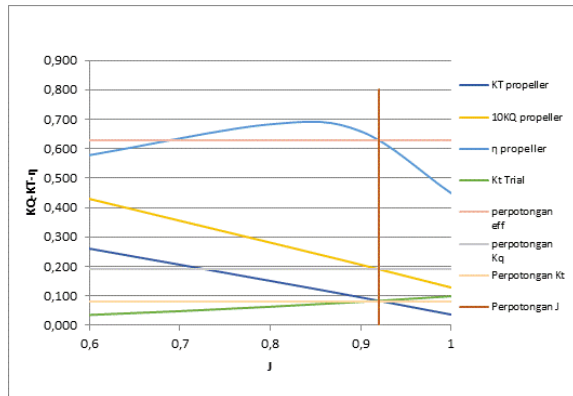
Gambar 16. Grafik K_T Service propeller 5 blade

Dari gambar diatas merupakan hasil perpotongan dari Kt propeller dengan Kt kapal. Kemudian didapatkan Data J, Kt, Kq, dan η . Perpotongan tersebut akan menjadi data untuk *behind the ship* sebagai berikut.

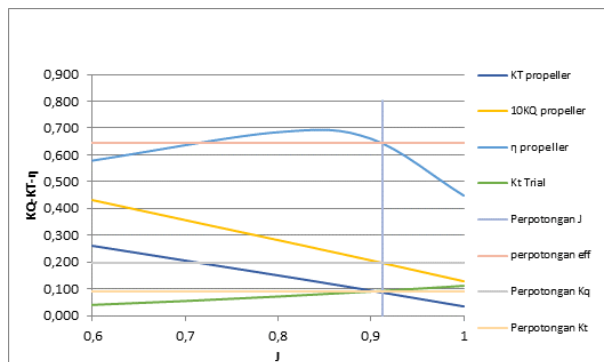
Tabel 10. Hasil perpotongan garis pada 5 blade

Kondisi	J	KT	10KQ	η
Trial	0,920	0,082	0,190	0,627
Service	0,912	0,088	0,195	0,643

3.7.6 EPM propeller gawn 5 blade skew 45
 hasil perpotongan merupakan titik operasi
 propeller gawn 5 blade skew 45 seperti berikut:



Gambar 17. Grafik K_t trial propeller 5 blade



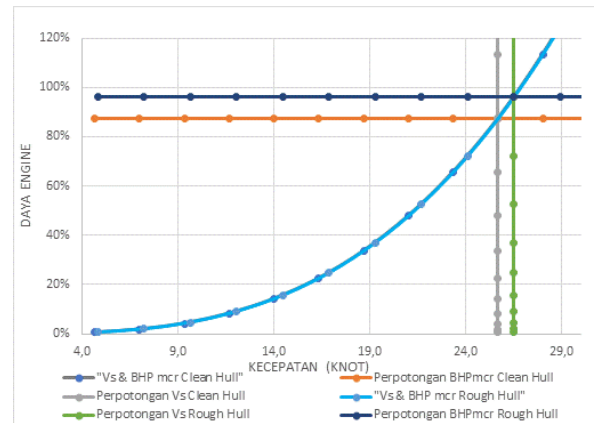
Gambar 18. Grafik K_t Service propeller 5 blade

Dari gambar diatas merupakan hasil perpotongan dari Kt propeller dengan Kt kapal. Kemudian didapatkan Data J, Kt, Kq, dan η . Perpotongan tersebut akan menjadi data untuk *behind the ship* sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil perpotongan garis pada 5 blade

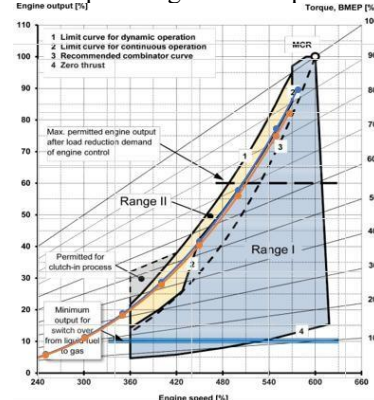
Kondisi	J	KT	10KQ	η
Trial	0,919	0,083	0,188	0,640
Service	0,912	0,088	0,195	0,643

Dari hasil perpotongan setiap variasi *Propeller* yang dipilih adalah variasi dengan pertimbangan nilai thrust yang paling tinggi dengan matching point seperti gambar 17



Gambar 19. Grafik Power Prediction Propeller 5 Blade

menunjukkan pada daya kapal sudah mencapai kecepatan maksimum sebesar 27,38 knot. *matching point* operasional *propeller* rpm 94,6% dari max rpm main engine, pada kondisi *clean hull* daya yang terserap ke *propeller* sebesar 84,47% dari daya maksimum *main engine*. Sedangkan pada kondisi *rough hull* dengan rpm engine 95,5% daya yang terserap ke *propeller* sebesar 87,92% dari daya maksimum *main engine*. Dari hasil diatas dimasukan pada engine envelop dibawah.



Gambar 20. Engine Envelop Propeller gawn skew 45

titik matching beban *propeller* gawn *skew* 45 yang digerakan dengan engine MAN V49/60DF dengan daya BHPmcr 15373 kW pada rpm 567 kondisi *cleanhull*, sedangkan pada kondisi *roughhull* saat rpm 573 diperoleh daya BHPmcr sebesar 16002,17 kW Sesuai dengan Batasan maksimal mesin.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dijalankan dengan memvariasikan sudut skew terhadap nilai K_t , K_q dan *efficiency*, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengaruh variasi sudut skew terhadap nilai koefisien thrust, koefisien torque, dan efisiensi memiliki keterkaitan hubungan ketiganya. Pada skew 0 menghasilkan K_t 0,245, K_q 0,045 dan η 0,514. pada saat skew bertambah menjadi 25, nilai K_t naik menjadi 0,258, K_q turun menjadi 0,043 dan nilai η baik menjadi 0,578. pada saat skew 35 nilai K_t naik menjadi 0,260, nilai K_q turun

menjadi 0,043 dan nilai η naik menjadi 0,578. pada saat skew 45 nilai Kt naik menjadi 0,260, nilai Kq turun menjadi 0,043 dan nilai η naik menjadi 0,579. Dapat disimpulkan bahwa dengan naiknya sudut skew maka Nilai Koefisien Thrust cenderung naik. Nilai koefisien torsi cenderung stabil dan efisiensi cenderung naik.

2. Berdasarkan pembahasan dan perhitungan Engine Propeller Matching dengan data kapal dan di pilih 4 engine dengan total daya 52.000 Kw propeller yang paling optimum adalah propeller gawn skew 45 dikarenakan memiliki nilai koefisien thrust tertinggi sebesar 0,2603 pada J 0,6 dibanding variasi lainnya dan efisiensi tertinggi sebesar 0,6894 dalam perhitungan dari hasil simulasi Dan memiliki hasil perpotongan nilai koefisien thrust sebesar 0,09 dan efisiensi tertinggi sebesar 0,655 dibanding variasi yang lain. Kemudian dihitungv matching point operasional propeller gawn skew 45 daya yang terserap ke propeller sebesar 87,92% dari daya maksimum main engine.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ini menyadari bahwa dalam pengerjaan jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan, motivasi, semangat dan nasehat dari berbagaai pihak. Dengan demikian penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Agung Purwana, S.T., M.T selaku dosen pembimbing I
2. Bapak Abdul Gafur, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II
3. Keluarga terutama orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan segalanya kepada penulis.
4. Kontrakan gang makam
5. Teman-teman penulis dalam keluarga besar Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal PPNS Angkatan 2020.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] John Carlton. (2011). Marine Propellers and Propulsion.
- [2] Molland, A. F., Turnock, S. R., & Hudson, D. A. (2011). *Ship resistance and propulsion : practical estimation of ship propulsive power*. Cambridge University Press.
- [3] Surjo, I., Adj, W., & Fimarest, C. (t.t.). *ENGINE-PROPELLER MATCHING*.
- [4] Jadmiko, E., Oloan, R., Gurning, S., Zaman, M. B., Leksono, S., & Nanda, M. I. (2019). Miskli

Iska Nanda, The Effect of Variation Skew Angle B-Series Propeller on Performance and Cavitation. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 10(5), 219–234. <http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JType=IJMET&VType=10&IType=5>

- [5] Kusuma, C., Ariana, I. M., Nugroho, W. H., Djatmiko, E. B., Masroeri, A. A., & Sutardi. (2021). Design Propeller Of Fast Missile Boat 60 M By Using Gawn Series. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1052(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1052/1/012026>